



**T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK
LİSANS
TEZİ**

**TÜRKÇE'NİN UZUN DÖNEM SPEKTRAL
ÖZELLİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE
NORMAL İŞİTEN VE POSTLINGUAL KOKLEAR
İMLANT KULLANICISI YETİŞKİNLERİN
SPEKTRAL ÖZELLİKLER AÇISINDAN
KARŞILAŞTIRILMASI**

MUSTAFA YÜKSEL

**KBB ODYOLOJİ VE KONUŞMA
SES BOZUKLUKLARI PROGRAMI**

EYLÜL 2015



**TÜRKÇE’NİN UZUN DÖNEM SPEKTRAL ÖZELLİKLERİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ VE NORMAL İŞİTEN VE POSTLİNGUAL
KOKLEAR İMPLANT KULLANICISI YETİŞKİNLERİN TÜRKÇE’NİN
SPEKTRAL ÖZELLİKLER AÇISINDAN KARŞILAŞTIRILMASI**

Mustafa YÜKSEL

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
KBB ODYOLOJİ VE KONUŞMA SES BOZUKLUKLARI PROGRAMI**

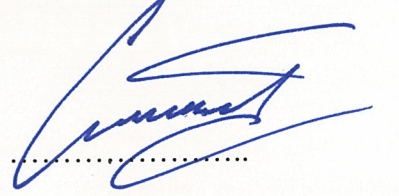
**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

EYLÜL 2015

Mustafa YÜKSEL tarafından hazırlanan “Türkçe’nin Uzun Dönem Spektral Özelliklerinin Değerlendirilmesi Ve Normal İşiten Ve Postlingual Koklear İmplant Kullanıcısı Yetişkinlerin Spektral Özellikler Açısından Karşılaştırılması” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi KBB Odyoloji ve Konuşma Ses Bozuklukları Programı YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Doç. Dr. Bülent GÜNDÜZ
Odyoloji Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

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



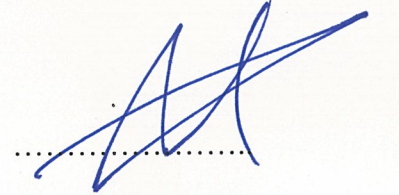
Başkan: Prof. Dr. Yusuf Kemal KEMALOĞLU
Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

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



Üye: Doç. Dr. Maviş Emel Kulak KAYIKÇI
Dil ve Konuşma Terapisi Anabilim Dalı, Hacettepe Üniversitesi

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



Tez Savunma Tarihi: 11./09/ 2015

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

.....
Doç. Dr. Ufuk KOCA ÇALIŞKAN
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri 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.


Mustafa YÜKSEL

11/09/2015

TÜRKÇE’NİN UZUN DÖNEM SPEKTRAL ÖZELLİKLERİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ VE NORMAL İŞİTEN VE POSTLİNGUAL
KOKLEAR İMPLANT KULLANICISI YETİŞKİNLERİN PEKTRAL
ÖZELLİKLER AÇISINDAN KARŞILAŞTIRILMASI
(Yüksek Lisans Tezi)

Mustafa YÜKSEL

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Eylül 2015

ÖZET

Konuşulan tüm diller temelde aynı araç ile yani vokal fold ve sesin titreştiği rezonans bölgelerinin akustik özellikleri neticesinde ortaya çıkarlar. Ancak aynı zamanda her bir dilin kendine özgü frekans ve genlik özellikleri de bulunmaktadır. Bu özelliklerin ortaya koyulmasında en sık tercih edilen yöntemlerden birisi de konuşmanın uzun dönem spektral özelliklerinin değerlendirilmesidir. Bu yöntem ile uzun bir konuşma örneğinden birçok farklı spektral özellik çıkarılarak analiz edilmektedir. Bu çalışmada da bu özellikler Türkçe dili için ortaya koyuldu. Ortaya koyulan bu bulgular hem normal işiten (N=30) hem de post lingual dönemde işitme kaybı ortaya çıkan ve koklear implant kullanmakta olan işitme kayıplı bireyler (N=18) için değerlendirilerek bu gruplar arasında istatistiksel karşılaştırmalar gerçekleştirildi. Aynı parametreler ile cinsiyetler arasındaki olası farklılıklar da değerlendirildi. Bu değerlendirmeler neticesinde koklear implant kullanan ve normal işiten bireylerin ses özellikleri açısından 500 Hz hariç anlamlı bir farklılık bulunamazken; cinsiyetler arasında birçok farklı parametrede anlamlı farklılıklar ortaya koyuldu. Aynı zamanda bu çalışma ile Türkçe’nin frekans ve genlik özellikleri odyogram üzerin yansıtılarak işitme değerlendirmelerine de farklı bir yorum getirilebilmesi hedeflendi.

Bilim Kodu	:1043
Anahtar Kelimeler	:Odyoloji, Akustik, Koklear Implant, Uzun Dönem Spektra
Sayfa Adedi	:65
Danışman	:Doç. Dr. Bülent GÜNDÜZ

AN ASSESSMENT OF LONG TERM AVERAGE SPECTRA OF TURKISH
LANGUAGE AND A COMPARISON OF ADULTS WITH NORMAL HEARING AND
ADULTS WHO ARE COCHLEAR IMPLANT USERS

(M. Sc. Thesis)

Mustafa YÜKSEL

GAZI UNIVERSITY
INSTITUTE OF HEALTH SCIENCES

September 2015

ABSTRACT

All of the spoken languages uses the same basic instruments which are a vocal fold and areas where the sound of voice resonates. But at the same time every language have its own frequency and amplitude characteristics. One of the most used method which aims to evaluate those characteristics is evaluation of long term average spectra of speech. With that method many different parameters and variables are extracted and analyzed from a long speech sample. In this research those parameters and variables are assessed for Turkish language. Those analyzes are performed both for normal hearing subjects (N=30) and cochlear implant users (N=18) who are post lingual deafened. Statistical analyzes are carried out for differences between these groups and for gender differences within groups. And as a result of those assessments there were not statistically significant differences between normal hearing and cochlear implant groups except 500 Hz; but in case of gender there were many statistically significant differences between genders. Also, those frequency and amplitude characteristics reflected to an audiogram for to have a different point of view about hearing losses.

Science Code	:1043
Key Words	:Audiology, Acoustics, Cochlear Implants, Long Term Spectra
Page Number	:65
Supervisor	:Assoc. Prof. Dr. Bülent GÜNDÜZ

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca eğitimimden meslek yaşantıma kadar her konuda desteğini hissettiğim ve tez konumun belirlenmesi ve çalışmaların yürütülmesinde tüm kararsızlıklarıma rağmen beni cesaretlendiren ve destek olan tez danışmanım Doç. Dr. Bülent GÜNDÜZ'e teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Başta bilimsel çalışmalar olmak üzere her türlü konuda düşünme ve olayları değerlendirme becerimi geliştirmemi sağlayan, akademik motivasyonu ve yöntemleri ile hepimize değerli bir örnek sunan bölüm başkanımız Prof. Dr. Yusuf Kemal KEMALOĞLU'na teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Akustik ve ses ile ilgili çalışmalara yönelmemde kaynaklık eden ve eğitimimin her aşamasında bilgileri ile yolumu aydınlatan Dr. Ody. Çağıl GÖKDOĞAN'a teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Her gün, her türlü halim ile iç içe olduğum ve tüm eksik ve fazlalarımı fark etmemi sağlayarak beni her türlü konuda destekleyen, varlığını hissettiren sevgili bölüm arkadaşlarım Gurbet Şahin KAMIŞLI, Şadiye Bacık TRANK, Burak KABİŞ, Melis KESKİN, Seher YILMAZ, Elçin ORCAN ve en sevdiğimiz ablamız Sibel TURHAN'a en içten teşekkürlerimi sunuyorum.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	x
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Ses Fiziği	3
2.1.1. Sesin şiddeti	3
2.1.2. Sesin frekansı	5
2.2. İnsan Sesi	6
2.2.1. Normal ve anormal ses.....	7
2.3. Akustik Analiz	8
2.3.1. İnsan sesinin akustik analizi.....	8
2.4. Analiz Yöntemleri ve Parametreleri.....	9
2.4.1. Sübjektif yöntemler.....	9
2.4.2. Objektif yöntemler	9
2.4.3. Uzun dönem spektral analiz	14
2.4.4. Uzun dönem spektra üzerinde etkisi olan değişkenler.....	16
2.5. İşitme Kaybının Ses Üzerindeki Etkileri.....	19
2.6. Koklear İmplant'ın Ses Üzerindeki Etkileri.....	20
3. YÖNTEM VE ARAÇLAR	23
3.1. Çalışma Yeri.....	23

3.2. Çalışma İzni ve Etik Komisyon Onayı.....	23
3.3. Katılımcılar	23
3.4. Ses Kayıt Uygulaması	24
3.5. Akustik Analiz	25
3.6. Odyolojik Yorumlar	27
3.7. İstatistiksel Değerlendirme.....	27
4. BULGULAR.....	29
4.1. Normal İşiten Bireyler.....	30
4.2. Koklear İmplant Kullanan Bireyler.....	34
4.3. Normal İşiten ve Koklear İmplant Kullanan Bireyler	38
4.4. Odyolojik Grafikler	41
5. TARTIŞMA	43
5.1. Normal İşiten Bireylerden Elde Edilen Değerler	43
5.2. Normal İşiten ve Koklear İmplant Kullanan Bireylerin Karşılaştırılması	44
5.3. Cinsiyet Etkisi	46
5.4. Odyolojik Yorumlar	47
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	49
KAYNAKLAR	51
EKLER.....	59
Ek-1. Etik Komisyon Kararı	60
Ek-2. Veri Kullanım İzin Formu	61
Ek-3. Diyet	63
ÖZGEÇMİŞ	65

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.1. Normal işiten bireylerin demografik özellikleri	30
Çizelge 4.2. Ölçülen frekans bantlarından elde edilen dB SPL değerleri, standart sapmaları ve istatistiksel değerleri.....	32
Çizelge 4.3. Diğer parametrelerin cinsiyete göre ortalama değerleri	34
Çizelge 4. 4. Koklear implant kullanan bireylerin demografik bilgileri (İKY: İşitme Kaybı Yaşı; İKS: İşitme Kaybı Süresi; KİKS: Koklear İmplant Kullanım Süresi; KİM: Koklear İmplant Markası; KKİCK: Karşı Kulakta İşitme Cihazı Kullanımı).....	34
Çizelge 4.5. Ölçülen frekans bantlarından elde edilen dB SPL değerleri.....	36
Çizelge 4.6. Diğer parametrelerin cinsiyete göre ortalama değerleri	38
Çizelge 4.7. Ölçülen frekans bantlarından elde edilen dB SPL değerleri.....	39
Çizelge 4.8. Diğer parametrelerin cinsiyete göre ortalama değerleri	41

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. dB A, B ve C ağırlıklama eğrileri.....	5
Şekil 3.1. Rode M5 Frekans Yanıtı.....	25
Şekil 4.1. Türkçe'nin uzun dönem spektral dağılımı	31
Şekil 4.2. Koklear implant kullanan bireylerde Türkçe'nin uzun dönem spektral dağılımı	35
Şekil 4.3. Koklear implant kullanan bireylerde Türkçe'nin uzun dönem spektral dağılımı	38
Şekil 4.4. KUDSÖ değerlendirmelerinde elde edilen değerlerin dB SPL cinsinden odyogram üzerindeki karşılıkları. Kırmızı bölgeler standart sapma aralıkları.	41
Şekil 4.5. KUDSÖ değerlendirmelerinde elde edilen değerlerin dBA cinsinden odyogram üzerindeki karşılıkları. Kırmızı bölgeler standart sapma aralıkları.	42

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış bazı simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda alfabetik sıra ile sunulmuştur.

Simgeler

dB

Açıklamalar

Desibel

F0

Temel Frekans

Hz

Hertz

J

Joule

N

Newton

p

Pressure

t

Time

W

Watt

Kısaltmalar

Açıklamalar

FS

Full Spectrum

KF0

Konuşmanın Temel Frekansı

KKO

Karekökün Ortalaması

KUDSÖ

Konuşmanın Uzun Dönem Spektral Özellikleri

SD

Standart Deviasyon

SPL

Sound Pressure Level

Wav

Waveform Audio File Format

1. GİRİŞ

Ses üretimi ve ses ile iletişim kurmak doğadaki birçok canlının ortak özelliğidir. İnsanlar için ses kullanımı ise, doğumdan sonra edinilen bir beceri olan “dil” kullanımı ile bir adım öteye gider. Konuşmak için kullandığımız ses, fiziksel bir kavramdır ve frekans, şiddet, dalga boyu, faz gibi niteliklere sahiptir. Odyoloji veya dil ve konuşma bozuklukları açısından ise insan sesinin frekans, şiddet ve zamana bağlı değişimleri araştırmalarda önem arz etmektedir. Son yıllarda bu alanda birçok çalışma yapılmış ve kullanılan dillerin akustik özellikleri ortaya çıkartılmıştır (Byrne ve diğerleri, 1994; Master, De Biase, Chiari ve Laukkanen, 2008; McCullough, Tu ve Lew, 1993; Mendoza, Valencia, Muñoz ve Trujillo, 1996; Sergeant ve Welch, 2009). İnsan sesinin akustik özellikleri sadece normal bireyler için değerlendirilmekle kalmamış, aynı zamanda işitme ile ilgili farklı sorunlar yaşayan gruplar için de ortaya çıkartılmıştır (Campisi ve diğerleri, 2005; Dehqan ve Scherer, 2011; Hocevar-Boltezar ve diğerleri, 2006; Kitzing, 1986; Perrin, Berger-Vachon, Topouzkhonian, Truy ve Morgon, 1999; Ubrig ve diğerleri, 2011).

Akustik analiz birçok akustik parametrenin incelendiği bir değerlendirmedir. Temel frekans, frekans ve şiddet pertürbasyonları ve gürültü-harmonik oranları sık sık değerlendirilen ve patolojik sesin ayırımında kullanılan değişkenler olmakla birlikte; bu çalışmanın da temelini oluşturan konuşmanın-sesin uzun dönem spektral özellikleri (KUDSÖ) konuşulan dil ile ilgili olarak daha genel ve daha kapsayıcı bir bilgi sunmaktadır (Lofqvist, 1986; Master, Biase, Pedrosa ve Chiari, 2006). KUDSÖ kapsamında uzun bir konuşma örneği kayıt edilmekte ve bu kaydın zaman içerisindeki frekans ve şiddet dağılımı ortaya çıkarılmaktadır. Bu şekilde günlük konuşma içerisinde, dilin akustik bağlamda bir temsili ortaya konulabilmektedir. Bu değerlendirme ile elde edilen bulgular konuşmacı tanıma sistemleri ve işitme cihazı geliştirilmesi gibi teknolojik uygulamalarda kullanılırken, ses ve konuşma bozuklukları ile ilgili dile özgü değerlendirmeler yapılabilmesini de sağlamaktadır (Linville ve Rens, 2001; Nordenberg ve Sundberg, 2004; Pauk, 2006). Bu açıdan bakıldığında dilimiz için KUDSÖ değerlendirmesinin bugüne kadar yapılmamış olması büyük bir eksiklik olarak ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle çalışmamızın birincil amacı Türkçe için KUDSÖ değerlendirmesinin yapılabilmesidir.

Çalışmamızın ikinci amacı ise postlingual dönemde işitme kaybı ortaya çıkan ve koklear implant kullanan bireylerin KUDSÖ değerlendirmesinin yapılabilmesidir. Koklear implant

kullanıcıları çok ileri/ileri derecede işitme kaybına sahip olan, geleneksel işitme cihazından fayda göremeyen ve bu nedenle koklear implant kullanmaya başlayan bireylerdir. İşitme sisteminde ve işitsel geri besleme zincirinde, dil ediniminden önce veya sonra meydana gelen bozulmalar sesin frekans ve şiddeti üzerinde bozucu etkiler ortaya çıkarabilmektedir. Bu açıdan işitme kaybı olan ve sonrasında koklear implant kullanmaya başlayan bireyler ile ilgili ses analiz çalışmalarına literatürde sıklıkla rastlanılmaktadır (Baudonck, D'Haeseleer, Dhooge ve Van Lierde, 2011; Campisi ve diğerleri 2005; Coelho, Brasolotto ve Bevilacqua, 2012; Evans ve Deliyski, 2007; Ubrig ve diğerleri 2011). Bu çalışmaların hemen hemen tamamında, implant kullanımının ses ile ilgili parametrelerde ortaya çıkardığı değişiklikler araştırılmıştır. Ancak bu bireylerin konuştukları dil kapsamında KUDSÖ değerlendirmeleri ile ilgili herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Çalışmamızda KUDSÖ'nün, normal işiten bireyler ve postlingual dönemde işitme kaybı ortaya çıkan, yetişkin koklear implant kullanıcılarında araştırılması ve bu iki gruptan elde edilen verilerin karşılaştırılarak dil ve konuşma ile ilgili objektif bir değerlendirme yapılabilmesi amaçlanmaktadır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Ses Fiziği

Hava gibi elastik bir ortama uygulanan mekanik güç, bu ortamı meydana getiren partiküllerin veya moleküllerin hareket etmesine yol açar. Moleküllerin yer değiştirmesine yol açan gücün enerjisi, moleküllerin kütlelerini veya eylemsizliklerini aşabilecek seviyededir. Bu yer değişimine gösterilen direnç ile molekül veya partiküllerin daha önceki pozisyonlarına geri dönmesi olayına ise esneklik (elasticity) adı verilir. Yer değişimine neden olan güç, söz konusu ortamda titreşimlere ve sonuç olarak da sesin oluşmasına yol açar (Baxter, Aw, Cockcroft, Durrington ve Harrington, 2010: 460). Ses bu bağlamda temel olarak “zamana bağlı basınç değişiklikleri, $p(t)$ ” şeklinde ifade edilebilir. (Fastl ve Zwicker, 2007: 1).

Ses birçok farklı şekilde üretilebilir: (1) *titreşen nesneler* havada yer değişimine ve yerel hava basıncının farklılaşmasına yol açarlar; (2) *hava akımındaki değişiklikler* insan sesini üretilmesinde veya nefesli çalgılarda olduğu gibi havanın engellenmesi ve farklı şekillerde geçişine izin verilmesi ile ses üretir; (3) *zamana bağlı ısı kaynakları* patlamalar, şimşekler veya elektrik kıvılcımları gibi etraftaki havada ani ısınmalara yol açarak yer değişimine ve sesin oluşumuna yol açar; (4) *süpersonik akım* ise süpersonik bir jet veya silahtan çıkan kurşun gibi havanın, sestten daha hızlı hareket etmeye zorlandığı durumlarda ortaya şok dalgaları çıkararak ses üretir (Rossing, 2007: 1).

2.1.1. Sesin şiddeti

Tanım olarak sesin şiddeti (intensity) birim alan üzerindeki güç (her bir metre kareye düşen watt) olarak ifade edilir. Fiziksel bir kavram olarak güç watt (W) ile ölçülür. Bir kilogramlık bir kütleyi, bir saniyede, bir metre öteye götürebilen güce 1 watt denir. Bu esnada yapılan iş (veya harcanan enerji) 1 joule (J) kadardır. Nesneye bir saniyede 1 m/s hız verebilmek için uygulanması gereken kuvvete ise 1 newton (N) denir (Zeren, 1997).

Şiddet, birbirlerine orantılı olan ses dalgasının tepe (peak) basıncı ve hava moleküllerinin tepe vektörel hızına bağlıdır. Ortamdaki sesin şiddeti ölçüldüğü nokta ile de değişebildiği için, basınç ve vektörel hız arasındaki ilişki bu bağlamda da ele alınmalıdır. Ölçümdeki bu

farklılığın aşılabilmesi için ise, ses dalgasının farklı noktalarındaki ölçümlerden elde edilen karekökün ortalaması (KKO/RMS, root mean square) hesaplanır. Empedansı bilinen bir ortamdaki KKO basıncı ile şiddet hesaplanabilir. Şiddetin aksine basınç mikrofona ile ölçülebilir ve her bir metre kareye düşen newton ile ifade edilir (N/m^2) (pascal – PA). İnsanın işitme sistemi ise oldukça geniş bir ses aralığını algılayabilir. İşitme eşiği $1 \times 10^{-5} N/m^2$ civarındayken, $1 \times 10^8 N/m^2$ şiddetindeki sesler acı/ağrı eşiği olarak kabul edilir. Hem bu geniş sayısal aralık hem de işitme sisteminin doğrusal olmayan yapısı nedeniyle logaritmik bir ölçümleme tercih edilmiştir. Ölçülen basıncın, referans bir basınca oranının logaritması söz konusu zorlukların aşılabilmesini sağlamıştır. 10 tabanlı logaritmadaki bu oranları isimlendirmek için, Alexander Graham Bell’in ardından “bel” terimi seçilmiştir. Bel’in onda biri ise desibel (dB)’dir. Bu nedenle sesin şiddetinin dB cinsinden ifadesinde şu formül kullanılır (Baxter ve diğerleri 2010: 461; Fastl ve Zwicker, 2007: 1; Rossing, 2007: 2):

Bel cinsinden ses basınç seviyesi (SPL)

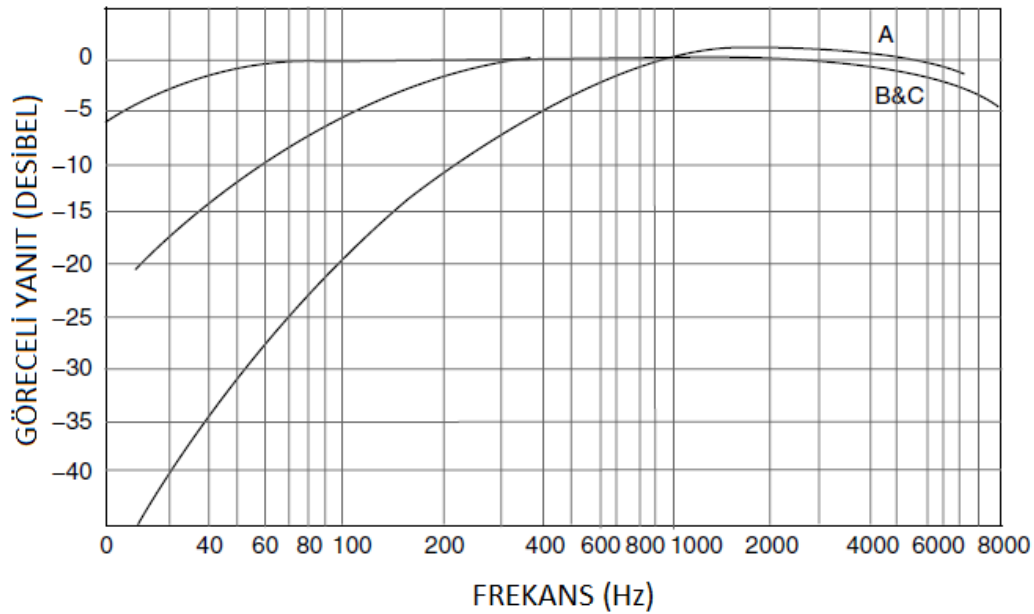
$$= \frac{\log(10) \text{ KKO ölçülen ses basıncı}}{\text{Referans ses basıncı}}$$

Desibel cinsinden ses basınç seviyesi (SPL)

$$= \frac{10 \log(10) \text{ KKO ölçülen ses basıncı}}{\text{Referans ses basıncı}}$$

Sesin şiddeti ile ilgili bir diğer husus ise dB değerlerinin nasıl “ağırlıklandırıldığıdır”. Çeşitli amaçlar için kullanılan çok sayıda farklı ağırlıklama yöntemi vardır. Ancak yaygın olarak kullanılanları dBA, dBB, dBC ve dBD’dir. Bu ağırlıklamalardan çalışmamız kapsamında öne çıkan birim dBA’dır. dB SPL sesin daha çok fiziksel özelliklerini öne çıkarırken, sesin günlük yaşamda nasıl “duyulduğu” üzerine dBA vurgu yapmaktadır. dBA insan işitme sisteminin duyarlı olduğu frekans aralığındaki (1-5 kHz) seslerin etkisini öne çıkarmakta ve bu aralık dışında kalan frekansların toplam sese olan etkisini, işitme sisteminin özelliklerini de dikkate alarak azaltmaktadır (Çalışkan, 2004: 26). A ağırlıklama yöntemi esasen Fletcher ve Munson’un eş gürlük eğrilerini ortaya koymaya yönelik 1933 yılındaki çalışmaları ile ortaya çıkmıştır (Fletcher ve Munson, 1933). Eş gürlük eğrilerindeki hedef, işitmenin daha hassas olduğu bölgelerin belirlenerek objektif bir “ses yüksekliği” yorumu

yapılabilmektedir. A ağırlıklama yöntemi de bu ses yüksekliği yorumu üzerine kurularak farklı frekanslara farklı dB değerleri atanması ile gerçekleştirilmektedir. A ağırlıklamada eş gürlük eğrilerindeki 40 fon (phon) birimi simüle edilmektedir. Fon gürlük (loudness) değerlendirmesi için kullanılan birimdir. Eş gürlük eğrilerinde merkez frekans 1 kHz'dir ve 1 kHz saf ses için 1 dB şiddeti 1 fon kabul edilmiştir. Eş gürlük eğrileri 40 fon için geliştirilmiş ve saf ses frekanslarının aynı gürlükte algılandığı seviyeler belirlenerek eğriler oluşturulmuştur (Berg ve Stork, 1995; Fastl ve Zwicker, 2007: 203). Diğer ağırlıklama yöntemlerinden dBB 70 fon üzerine kurulmuştur ve kullanımı kısıtlıdır; dBC 31,6 ve 8000 Hz arasında hemen hemen düz bir frekans yanıtına sahiptir ve 100 fon için geliştirilmiştir, özellikle makine gürültüleri ve işitmeyi korumaya yönelik ekipmanların değerlendirilmesinde kullanılır; dBD ise jet motorlarının gürültüsünü ölçmek için özel olarak geliştirilmiştir (Crocker, 1998: 779).



Şekil 2.1. dB A, B ve C ağırlıklama eğrileri

2.1.2. Sesin frekansı

Her bir saniyede ses dalgasında tamamlanan devirlerin sayısı ise sesin frekansıdır ve Hertz (Hz) olarak ifade edilir (Rossing, 2007: 2). Çocuk ve genç yetişkinlerde sesin algılanan frekansı teorik olarak 20 Hz ile 20000 Hz arasındadır. İlerleyen yaş ile birlikte frekans hassasiyeti azalmaya başlar (Stach, 1998: 51). Ancak insan işitme sisteminin en duyarlı

olduğu frekanslar, konuşma seslerinin de yoğun olarak kullanıldığı 2-3 kHz frekanslarıdır (Baxter ve diğerleri 2010: 461).

2.2. İnsan Sesi

Canlılar arasında konuşmayı ortaya çıkarma becerisi olan tek canlı insandır. Konuşmanın üretilmesinde, vokal foldlar kaynak, vokal yolu da filtre olarak görev alır. Kaynak-Filtre Modeli'ne göre konuşma seslerinin spektrum zarfı, iki bileşenin sonucu olarak düşünülebilir:

Konuşma sesi = kaynak spektrumu x filtre özelliği (Rossing, 2007: 3).

Sesin frekansı ile ilgili algısal karşılığı perde (pitch) ve şiddeti ile ilgili algısal karşılığı da gürlüktür (loudness). Fonasyon ise dışarıya verilen hava akımının ses kıvrımlarını titreştirmesi sonucu oluşan fiziksel ve fizyolojik ses üretimi olayıdır (Aronson ve Bless, 2009: 8).

Ses akciğerler, solunum yolu, larenks, farenks, burun, sinüsler ve ağız içi yapıların işbirliği ile üretilir. Bu yapı içerisinde ses kaynağının bulunduğu ve asıl titreşimin ortaya çıktığı bölge ise larenkstir. Larenks esas olarak yaşamı sağlayan oksijen için bir hava yolu ve yabancı maddelerin içeri alınmasından akciğerleri koruyan bir kapaktır. Bu temel görevin önceliğini doğrulayan bir şekilde, konuşma ve dilden sorumlu beyin ve kas yapılarından filogenetik olarak daha eskidir (Aronson ve Bless, 2009: 1). Larenks temel olarak 3 bölümden oluşur. Üstte dil kökü ile komşu olan supraglotis, ortada vokal foldları içeren glottis ve altta da krikoid kıkırdağın alt sınırına kadar devam eden subglottis bulunmaktadır. Subglotik ses yolu, vokal foldların altında kalan ve enerjinin glotise taşınmasını sağlayan bölgedir. Solunum işlevindeki rolü hayatidir. Supraglotik ses yolu vokal foldların üzerinde yer alan ve hava içeren bölgelerdir (burun, paranasal sinüsler ve nasofarenks gibi). Bu bölgenin ses üretimindeki rolü rezonans işlevidir. Oral kavite, orofarenks, laringofarinks, nazal boşluklar ve nazofarenks glotisten geçen hava ile ortaya çıkan titreşime karşılık farklı frekanslarda titreterek, farklı fonemlerin ve seslerin ortaya çıkmasını sağlarlar. Bu işlev hiponazal ve hipernazal konuşmada olduğu gibi belirli patolojilerin varlığında daha net anlaşılır. Bu kısımda ses üretimine en önemli katkıyı yapan kısım vokal foldları içeren glottistir (Probst, Grevers ve Iro, 2005).

Ses üretimi esnasında akciğerden gelen hava, vokal foldları titreştirerek insan sesindeki temel frekansı (fundamental frequency) oluşturur. Ardından vokal yoldaki rezonans bölgeleri farklı fonemleri ve sesin rezonans içeriğini ortaya çıkarırlar. Vokal yolu dilin, dudakların ve yumuşak damağın hareketleri ile biçimlendirilebilir ve ünlü fonemler gibi daha farklı konuşma seslerinin üretilebilmesini sağlar (Rossing, 2007: 4).

Vokal foldların hareketi; vokal foldların biyomekanik özellikleri, subglottik bölgeden gelen hava basıncının büyüklüğü ve sürecin nöral kontrolü bağlamında ortaya çıkmaktadır (Kumar, Bhat ve Mukhi, 2011). Hollien (2014) vokal foldların frekans belirleyici özelliklerinin altında (1) larengeal boyutun, (2) vokal foldların uzunluğunun, (3) vokal foldların kalınlığının, (4) subglottik basınç miktarının ve (5) vokal foldların kütlesinin etkili olduğunu belirtmiştir.

2.2.1. Normal ve anormal ses

Ses ile ilgili bozuklukların anlaşılabilmesi için ise temel olarak normal sesin ne olduğu anlaşılmalıdır. Çocuklar ve yetişkinler için de farklı tanımlar yapılmış olduğu göz ardı edilmemekle birlikte, Aronson ve Bless (2009: 2) Brown, Curtis ve diğerlerinin (1965) yaptığı tanımları şu şekilde aktarmışlardır:

- Kalite kulağa hoş gelmeli, belirli bir müzikal kalitesi olmalı; yerli yersiz kırılmalar, ses pertürbasyonları ve atonalite olmamalıdır.
- Sesin perdesi konuşmacının yaşına ve cinsiyetine uygun olmalıdır.
- Gürlük iletişim olayına uygun olmalı ve gereken duruma göre gürlüğü değiştirilebilmelidir.
- Uygun esneklik; perde ve gürlük değişimleri anlamsal farklılıkları ve kişisel duyguları gösteren vurgu, anlam ve incelikleri belirtmekte uygun olmalı.
- Yeterli sürdürülebilirlik; ses, kişinin sürdürülen bir ses ihtiyacı olduğunda sosyal ve işitsel ihtiyaçlarını karşılamalıdır.

Diğer açıdan anormal sesin ne olduğu ile ilgili zaman içerisinde farklı tanımlar yapılmıştır. ASHA (1993), ses bozukluğunu “vokal kalite, perde, gürlük, rezonans ve/veya sürdürülebilirliğin/sürenin bireyin cinsiyeti ve/veya yaşı ile uyumsuz bir şekilde anormal üretimi ve/veya yokluğu ile karakterize olan bozukluk” olarak tanımlamıştır.

Aronson ve Bless (2009: 3) ise, anormal ses için (1) anormal perde, (2) anormal gürlük ve (3) anormal esneklik şartlarını belirtmişlerdir. Bu bozuklukların tek başına görülme olasılıkları düşük olup, farklı kombinasyonlar halinde ortaya çıkma ihtimali daha yüksektir.

2.3. Akustik Analiz

Akustik; fizik, mühendislik, psikoloji, konuşma, odyoloji, müzik, mimari gibi birçok farklı alanının ilgisini çekmektedir. Akustik kendisi ile ilgilenen bilim ve sanat dallarına göre mimari akustik, müzikal akustik, elektro akustik, su altı akustiği gibi farklı isimler almıştır. Bizim burada ele alacağımız “akustik” kavramı ise medikal akustik ve psikoakustik alanlarının kesişiminde yer almaktadır.

2.3.1. İnsan sesinin akustik analizi

İnsan sesinin akustik analizinin birçok farklı uygulama alanı bulunmaktadır. Teknolojik uygulamalar bağlamında insan sesinin saklanması, kodlanması, aktarılması ve sentezlenmesi anlamında artan bir ilgi bulunmaktadır. Telekomünikasyon uygulamaları bu hususta en dikkat çekici alandır. Temel bilimsel uygulamalar bağlamında ise mikrofon sinyalleri ile konuşma üretiminin ve algısının ayrıntılı çalışmaları uzun yıllardır devam etmektedir. Bizim alanımız yani sağlık bilimleri açısından ise insan sesinin, kişinin genel iyilik hali ve genel sağlığı hakkında sağladığı bilgilerin değeri öne çıkmaktadır. Sesimiz hem duygularımız ile ilgili hem de ses üretiminde rol alan bölgelerdeki sorunlarla ilgili önemli bilgiler sağlamaktadır (Titze, 1995)

İnsan sesinin akustik analizinin sağlık ile ilgili klinik uygulamasında dört genel başlık bulunmaktadır: (1) tarama, (2) tanısal destek, (3) farklı tedavi yaklaşımlarının etkililiğini karşılaştırmalı olarak değerlendirmek ve (4) tedavi süreci boyunca yaşanan ilerlemeyi değerlendirmek (Laver, Hiller ve Beck, 1992). Genel bir kategori olarak larengeal patolojilerin varlığını erkenden tanımlayabilmek için farklı tarama yöntemleri geliştirilmeye çalışılmış ve bazıları başarıya ulaşmış olsalar da; genel olarak uygulanabilirlikleri ve başarıları literatürde eleştirilmiştir (Hadjitodorov ve Mitev, 2002; Hirano ve diğerleri, 1988). Tanısal destek kapsamında yapılan analizlerde ise hedef farklı patolojik koşulların altında yatan nedenleri ortaya koyabilmektir. Ancak burada da normal-anormal ses

ayırımından daha fazlasına ihtiyaç olduğu için zorluklar yaşanmaktadır. İnsan sesinin akustik analizinin en faydalı olduğu nokta farklı tedavilerin karşılaştırılması ve tedavi sürecinin faydasının değerlendirilebilmesidir (Hillenbrand, 2011).

2.4. Analiz Yöntemleri ve Parametreleri

Literatürde rastlanılan akustik analiz yöntemleri genel olarak iki başlık altında ele alınabilir. Bunlardan birincisi klinisyenin bireysel yorumunun dahil olduğu algısal değerlendirmeleri kapsayan sübjektif ve nitel değerlendirme yöntemleri, ikincisi de analiz donanımları ve bilgisayar yazılımları kullanılarak gerçekleştirilen objektif ve nicel değerlendirme yöntemleridir.

2.4.1. Sübjektif yöntemler

Sübjektif yöntemler daha genel bilgiler sunmaktadır. Genel ses kalitesi başlığı altında ses bozukluğunun şiddeti, disfoninin şiddeti, genel anormalliği ve genel şiddeti gibi alt değerlendirmeler ele alınmaktadır. Sesteki bozulmanın kişinin algısına dayalı bir yorumunu içermektedir. Genel ses kalitesinin aksine, pürüzlülük (roughness) ve nefeslilik (breathiness) gibi belli başlı özelliklerin yorumu da yapılmaktadır. Son zamanlarda yapılan çalışmalarda bu tarz algısal değerlendirmelerin zorlukları ortaya koyulmuştur. Dinleyicinin kendi ses bozukluğu standartlarından etkilendiği, belirli boyutlara yönelik hassasiyetin etkisinin görüldüğü, dinlemeye bağlı olarak yorulma, dikkat verememe gibi bireysel etkilerin de süreci olumsuz yönde etkilediği belirtilmektedir (Maryn, Roy, De Bodt, Van Cauwenberge ve Corthals, 2009).

2.4.2. Objektif yöntemler

Bu araştırma bağlamında ve literatürdeki rolü açısından objektif değerlendirme yöntemleri daha büyük önem arz etmektedirler. Teknolojinin ilerlemesi ile analog kayıt sistemleri yerine ucuz ve pratik dijital sistemlerin ve otomatik analiz yazılımlarının yaygınlaşması ve akustik ölçümlerin girişimsel olmayan yapıları akustik analiz yöntemlerini oldukça kolaylaştırmıştır. Bu kolaylık ile birlikte araştırmacılar vokal kalitesinin değerlendirilmesi veya disfoninin şiddetinin belirlenmesi amacıyla akustik-fonetik ölçümleri tercih etmeye başlamışlardır.

Objektif yöntemlerde sesin, ses kayıt etmek amacıyla düzenlenmiş bir ortamda ve uygun donanım ile kayıt edilmesi gerekmektedir. Bu nedenle sırasıyla mikrofon, kayıt ortamı, preamfiler ve analog-dijital çeviriciler ve kullanılacak analiz yazılımları önemlidir.

Analiz edilecek olan sinyaller genellikle hava iletimi ile sinyalleri toplayan bir mikrofon aracılığı ile kayıt edilir. Bunun asıl avantajı, kulağa ulaşan ses ile kayıt edilen sinyalin benzer olmasıdır. Dezavantajı ise sadece larengeal işlevi değil, vokal yolun rezonans karakteristiğini de yansıtır olmasıdır. Çok yaygın olmamakla birlikte doğrudan boğaz bölgesine temas ederek ses kaydı yapabilen mikrofonlar da kullanılabilir (Hillenbrand, 2011). Kayıt edilen ortam, analiz edilecek parametreler veya kayıt edilen gruba yönelik olarak özel seçilmiş mikrofonların akustik analiz uygulamalarında kullanılması genel olarak tavsiye edilmektedir (Hunter, Spielman, Starr ve Popolo, 2007; Titze, 1995).

Tüm ses kayıt uygulamalarında istenmeyen seslerin ve ses yansımalarının engellenebildiği odalar tercih edilmektedir. Yankısız (anechoic) odalar teknik olarak uygun olsalar da, algısal ve fiziksel olarak katılımcılara huzursuzluk verebilmektedirler. Bu nedenle ses yalıtımı yapılmış ve akustik olarak düzenlenmiş odalar kullanılmaktadır (Hunter ve diğerleri 2007; Titze, 1995).

Uygun mikrofon ve uygun kayıt ortamının ardından üçüncü diğer önemli nokta da mikrofon ile elde edilen sinyallerin dijital ortama aktarılmasını sağlayan preamfiler ve dijital-analog çeviricilerdir. Sinyalin kalitesinin bozulmadan analiz ortamına aktarılması büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle kullanılacak donanımın teknik özellikleri detaylı bir şekilde araştırılması ve uygun seçimin yapılması tavsiye edilmektedir (Olszewski, Shen ve Jiang, 2011; Titze, 1995)

Akustik sinyal uygun bir şekilde analiz edilecek ortama aktarıldıktan sonra, analiz edilecek parametrelerin seçimine sıra gelmektedir. Literatürde bugüne kadar birçok fazla parametre incelenmiştir. Buder (2000) yaptığı kapsamlı analizde genel ses kalitesinin belirlenmesinde kullanılan en az 60 akustik parametre olduğunu belirtmiş ve bu parametreleri 15 gruba ayırmıştır. Bu parametrelerin içerisinde temel frekans, temel frekans pertürbasyonları, ses şiddeti değerleri, ses şiddeti pertürbasyonları, spektral ölçümler ve uzun dönem spektral özellikler gibi birçok farklı başlık bulunmaktadır.

Larenkste meydana gelen patolojilerin neticesinde akustik analiz parametrelerinde meydana gelebilecek değişimler Hadjitodorov ve Mitev (2002) tarafından şu şekilde sıralanmıştır:

- Sesin temel frekansında (perde, F0) ve sesin şiddetinde sikluslar arasında anlamlı derecede farklılık ortaya çıkması (frekans ve şiddet pertürbasyonları);
- Ciddi derecede yüksek bir ek gürültünün ortaya çıkması;
- Sesin temel frekansında ve şiddetinde azalmalar;
- Sinyal spektrumunda ilk harmoniğın baskın olması;
- Yüksek frekans harmoniklerin (1 kHz'nin üstü) azalması veya yok olması;
- Subharmonik bileşenlerin ortaya çıkması;
- Perde periyodunun oluşturulmasında kesintiler görölmesi.

Bu değişimlerin hepsinin bir arada görölmebileceğı, tek tek göröllebilecekleri veya farklı kombinasyonları ortaya çıkabileceğı göz önüne alınmalıdır.

Belirtilen bu parametrelerden literatürde en yaygın kullanılanları temel frekans, sesin şiddeti, frekans ve ses şiddet pertürbasyonları (sırasıyla jitter ve shimmer), şiddet ve frekansın dinamik aralığı ve gürültü-harmonik oranı değerlendirmeleridir.

Temel frekans: Ortaya çıkan sesin temel frekansı; vokal foldların kütlesi, esnekliğı, geçirgenliğı ve uzunluğı tarafından etkilenir. Aynı zamanda dolaylı olarak subglottal basınç ve vokal yolunun akustik yükü yani konfigürasyonu tarafından da etkilenir. Sesin hatalı kullanımı, nodüller, larengeal web, asimetrik yapılar veya erkek larenksinin uygun boyuta ulaşamaması gibi durumlarda temel frekans yükselebilir. Vokal foldların kütlesinde artışa yol açan ülser veya tümör gibi yapılar ve vokal foldların elastikliğini veya geçirgenliğini azaltan sinir paralizleri ise temel frekansın düşmesine yol açabilir (Davis, 1979). Temel frekansın 1 yaşa kadar olan çocuklar için 400 ile 500 Hz arasında olduğı, oyun çocukluğı döneminde 300 Hz civarına düştüğü, ergenlik döneminden öncesinde ise 250 Hz civarına düştüğü yapılan çalışmalarda görölmektedir. Ergenlik döneminde ise cinsiyetler arasındaki değişlikler devreye girmektedir. Ergenlik sonrası yetişkinlik döneminde normal değerler erkeklerde 120-140 Hz arasında, kadınlarda ise 197-227 Hz arasında gözlenmektedir (Aronson ve Bless, 2009: 19).

Temel frekans ile ilgili bir diğ er  onemli parametre de frekansın dinamik aralığı, yani kişinin üretebildiği en d ş uk ve en yüksek frekans arasındaki farktır. Bu alanda yapılmış en kapsamlı çalışmalardan birisinde 534 kişi değerlendirilmiştir. Erkeklerde aralık 78-689 Hz ve kadınlarda ise 139-1108 Hz arasında elde edilmiştir (Hollien, Dew ve Philips, 1971). De Leeuw ve Mahieu (2004) sesin dinamik aralığında zamanla görülen değişikliklerin yaşam kalitesi üzerinde  onemli etkileri olduğunu göstermişlerdir.

Formantlar: Formantlar spektral dağılım içerisindeki tepecikler olarak ele alınır. Acoustical Society of America (2004) formantı, ses spektrumundaki göreceli veya mutlak maksimum frekans aralıklarındaki en yüksek frekans noktaları olarak tanımlamıştır. Formantlar hem kaynak hem de filtrenin özellikleri doğrultusunda ortaya çıkarlar ve özellikle supraglotik bölgede üretilen rezonans bölgeleri şeklinde akustik analizlerin bir parçası olmuşlardır. Spektroda d ş uk frekanstan yüksek frekansa doğru $F_1, F_2, F_3, \dots, F_n$ şeklinde isimlendirilirler (Titze ve diğerleri, 2015).

Formant analizleri hem ses bozukluklarının değerlendirilmesinde, hem de foniatrik çalışmalarda sıklıkla kullanılmaktadır. Türkçe için ünlü fonemlerin formant analizi amacıyla gerçekleştirilen iki ayrı çalışmada F_1 için erkeklerde 286 ile 642 Hz arasında; kadınlarda ise 422 ile 839 Hz arasında değerler elde edilmiştir. F_2 için ise erkeklerde 908 ile 2177 Hz arasında; kadınlarda ise 983 ile 2078 Hz arasında değerler elde edilmiştir (Malkoç, 2009; Türk, şayli,  zsor ve Arslan, 2004). Gelfer ve Bennett (2013) ise konuşmacının cinsiyetinin tahmin edilmesinde formantların özellikle izole fonem ve hecelerde  onemli bir rolünün olduğu göstermişlerdir.

Maryn, Roy, De Bodt, Van Cauwenberge ve Corthals (2009)  zellikle ilk    formant değerlerinin ve bu formantlar arasındaki oranların, sesin dinleyici tarafından algılanan bozukluğu ile  onemli oranda korelasyon gösterdiğini belirtmişlerdir.

Ses şiddeti: Üretilen sesin şiddetinin değerlendirilmesi, frekans değerlendirmelerin göre daha kısıtlıdır. Her ne kadar azalmış ses şiddetinin lareneal patolojiler ile olan bağlantısı biliniyor olsa da, şiddetin ölçülmesi ve vokal eforun değişimi ile ortaya çıkan farklılıkların kontrol edilmesinde bazı zorluklar ortaya çıkabilmektedir (Hillenbrand, 2011). Ses şiddetinin tek başına değerlendirilmesinden öte, azalmış veya artmış temel frekans ile ele alınması gerektiği de literatürde  onerilmektedir (Davis, 1979).

Sesin şiddetinin yükselmesinin altındaki dinamik subglottal yani akciğer basıncındaki değişikliklerdir. Fant (1982) akciğerlerden glottal bölgeye yapılan basıncın iki katına çıkması durumunda, sesin şiddetinde 9,5 dB civarında bir artış olacağını belirtmiştir.

Şiddetin dinamik aralığında gözlenen değişimlerin de larengeal patolojiler ile olan bağlantısı gösterilmiştir. Bu hususta farklı değerler olmakla birlikte genç yetişkinlerde ses perdesinin orta frekans bölgesinde 50 dB civarında bir dinamik aralığın olması gerektiği gösterilmiştir (Hillenbrand, 2011).

Frekans ve şiddet düzensizlikleri (jitter ve shimmer): Frekans düzensizliği, sesin temel frekansında kısa dönemde (sikluslar arasında) meydana gelen dalgalanmayı ve değişimi işaret eder. Şiddet düzensizliği ise sesin şiddetinde kısa dönemde (sikluslar arasında) meydana gelen dalgalanma ve değişimi işaret eder. Her iki tip düzensizlik ile de ilgili olarak kısa dönemin ne kadar kısa bir dönem olması gerektiği veya hangi derecede dalgalanmanın anormal kabul edileceği sıklıkla tartışılmıştır (Titze, 1995). Larengeal bozuklukların tanısında sadece kısa dönem ölçümlerin kullanılması gerektiği literatürde önerilmektedir. Düzensizlikler hem normal hem de patolojik seslerde meydana gelebilmektedir. Daha yavaş frekans ve şiddet değişimleri (15-20 Hz frekansında) şiddet ve frekans tremorları olarak adlandırılırlar ve larenkse bağlı bozukluklarda değil daha çok fiziksel olarak aşırı gerginlik gibi durumlar meydana gelirler (Hadjitodorov ve Mitev, 2002). Frekans düzensizlikleri milisaniye veya yüzde cinsinden; şiddet düzensizlikleri ise dB ve yüzde cinsinden ifade edilebilirler.

Gürültü-harmonik oranı: Bu oran dB cinsinden ifade edilir ve 1500-4500 Hz arasındaki harmonik olmayan enerjinin, 70-4500 Hz aralığındaki harmonik spektral enerjiye olan oranı olarak ele alınır (Verdonck-de Leeuw ve Mahieu, 2004). Farklı kaynaklarda gürültü-harmonik oranı veya sinyal-gürültü oranı şeklinde adlandırılmaktadır. Farklı kullanım ve farklı oranlar tercih eden araştırmalar nedeniyle karşılaştırma yapılmasında zorluklar yaşanabilmektedir. Ancak genel olarak bu değerlendirme ile vokal foldların çalışma biçimleri araştırılmaktadır. Özellikle de vokal foldların kapanma durumları ile ilgili bilgi sağlayabilmektedir (Oller, 2008: 9)

Burada bahsedilen tüm analizler zaman temelli (time domain) analizlerdir. Ancak çalışmamıza konu olan spektral değerlendirmeler ise frekans temelli (frequency domain) analizlerdir.

2.4.3. Uzun dönem spektral analiz

Sesin niteliğini “nicel” olarak ortaya koyabilmesi ve cinsiyet, yaş, profesyonel ses kullanımı veya ses bozuklukları ile ilgili farklılıkları işaret edebilmesi nedeniyle, sesin/konuşmanın uzun dönem spektral özelliklerinin (KUDSÖ) değerlendirilmesi birçok farklı akustik analiz yöntemi içerisinde sıklıkla tercih edilen bir yöntem olmuştur (da Silva, Master, Andreoni, Pontes ve Ramos, 2011; Dehqan, Ansari ve Bakhtiar, 2010; Johnson ve Kempster, 2011; Master ve diğerleri 2008; Moradi ve diğerleri, 2014). Ayrıca ses bozukluklarının tedavi ve takipleri noktasında da değerlendirilmiş (Kitzing, 1986; Lofqvist, 1986; Master ve diğerleri 2006); otomatik konuşmacı tanıma (Kinnunen, Hautamäki ve Fränti, 2006; Ramírez, Segura, Benítez, de la Torre ve Rubio, 2004) veya işitme cihazlarının ayarlanması (Byrne ve diğerleri 1994; Cox ve Moore, 1988; Humes, Dirks, Bell, Ahlstrom ve Kincaid, 1986) gibi teknolojik uygulamalarda da yol gösterici olmuştur.

Sesin içerisinde bulunan birden çok spektral özelliğin bir ortalaması olarak görebileğimiz KUDSÖ, hem glottal kaynağı hem de ses yolunun filtre özelliğini yansıtır. Kısa süreli ölçümlerin daha küçük değişikliklerden etkilenebiliyor olmasının aksine; daha uzun süreli ve daha geniş bir değerlendirme yaptığı için seste meydana gelen anlık veya kısa süreli değişimlerden etkilenmez (White, 2001).

Konuşmanın enerji dağılımının grafiği ile ilgili çalışmalar 1920’li yıllara kadar uzanmaktadır. Konu ile ilgili yapılan ilk çalışmalarda İngilizce dili için farklı seslerin kullanım miktarına göre bir dağılımın grafiği yapılarak dilin güç spektrumu oluşturulmaya çalışılmıştır. Ardından analog kayıt cihazlarının kullanıma girmesi ile birlikte farklı hece veya seslerin/fonemlerin kayıtları parça parça alınmış ve bunlardan elde edilen enerji dağılımının bir ortalaması değerlendirilmiştir (Pittam ve Millar, 1988). Süreğen bir konuşmadan elde edilen değerlendirmelerin ilk olarak sunulması ise Sivian (1929) tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu dönemlerde yapılan tüm çalışmalar telekomünikasyon sistemlerinin ihtiyaçları doğrultusunda yapıldıkları normal sesler üzerinde

gerçekleştirilmiştir. Seste meydana gelen bozulmaların değerlendirilmesi amacıyla KUDSÖ kullanımı 2.Dünya Savaşı dönemine rast gelmektedir. Bu amaçla yapılan ilk çalışmalarda yüksek irtifanın ve gaz ve oksijen maskelerinin ses üzerindeki etkileri KUDSÖ değerlendirmeleri ile araştırılmıştır (Stevens, Egan ve Miller, 1947). 1970’li yıllara kadar metodolojik açıdan farklılıklar sürmekle birlikte, bu yıllardan sonra teknolojinin de gelişimi ile çalışmalarda genel bir benzerlik yakalanabilmiştir (Pittam ve Millar, 1988)

Teknik olarak KUDSÖ, bağımsız konuşma seslerinin her birinin sese olan katılımlarının bir ortalamasını elde ederek konuşmanın genel bir temsilini ortaya çıkarmak olarak ele alınabilir (Pittam ve Millar, 1988). Hızlı Fourier Dönüşümü ile analiz edilen ses sinyalinden farklı zaman birimlerinde (örneğin her 200 milisaniyede bir yani saniye de 5 spektra, 1 dakikada 300 örnek) bir spektra elde edilir. Burada spektra ile kast edilen sesin zaman, şiddet (Desibel) ve frekans (Hertz) bilgisi şeklindedir. Ardından elde edilen bu spektraların ortalaması tek bir grafik olarak sergilenir. Bu grafikte yatay düzlemde frekans bilgisi ve dikey düzlemde de şiddet bilgisi yer almaktadır. Böylelikle analiz edilen sinyaldeki frekans ve şiddet dağılımı görülebilir (Kinnunen ve diğerleri 2006; Leino, 2009; Master ve diğerleri 2006).

KUDSÖ değerlendirmelerinde frekans bant ölçümleri dışında gerçekleştirilen bir diğer analiz de Alfa (α) değerinin hesaplanmasıdır. Alfa değeri spektral “biçim” ile ilgili bilgi sağlar ve genel olarak 1000 Hz’nin altındaki enerji miktarı ile 1000 Hz’nin üzerindeki enerji miktarını oranlar. Sundberg ve Nordenberg (2006) tarafından da belirtildiği gibi Alfa değeri hesaplaması için kullanılan formül şu şekildedir:

$$\alpha = l_{YF} / l_{AF}$$

Bu formülde l_{YF} yüksek frekans (>1000 Hz) bölgesini ve l_{AF} ise düşük frekans bölgesini (≤ 1000 Hz) bölgesini ifade etmektedir. Bu nedenle Alfa değeri dB cinsinden ifade edilir ve yüksek frekans içerik arttıkça elde edilen değer de artar (Hillenbrand, 2011). Ancak literatürde birçok çalışmada yüksek frekans bölgesinin dB ortalaması düşük frekans bölgenin dB ortalamasından çıkartılmış ve negatif bir değer elde edilmiştir. Spektral eğimin ve Alfa değerinin sesin subjektif algısı (tiz, nefesli, kısık, kalın veya donuk gibi) üzerindeki etkisini araştıran çalışmalara literatürde rastlanmaktadır. Bu çalışmalarda üst

sınır olarak 5-6 kHz bandının tercih edildiği görülmektedir (Sundberg ve Nordenberg, 2006).

2.4.4. Uzun dönem spektra üzerinde etkisi olan değişkenler

Yaş: Yaş ile birlikte fonasyon organında meydana gelen anatomik ve işlevsel değişimler ile ilgili birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalar neticesinde vokal foldların yapısal olarak bozulması, intrinsik larengeal kas sisteminin atrofisi, kadınlarda daha sık görülmekle birlikte ödem oluşumu gibi glottik özelliklerde bazı değişiklikler meydana geldiği görülmüştür. Bu tarz glottik değişimler vokal foldların titreşim örüntülerinde bozulmaya yol açabilmektedir. Ayrıca algısal değerlendirmeler de daha düşük ses perdesi, artmış bir sertlik, ses kesilmeleri, tremorlar, artmış nefeslilik ve azalmış ses şiddeti gibi bulgular da bildirilmektedir. Azalmış ses şiddeti veya artmış nefeslilik gibi bulguların solunum ve larenks kaslarında zayıflama neticesinde azalmış akciğer basıncı ve glottal hava kaçakları nedeniyle olduğu yorumu da yapılmaktadır (Bloch ve Behrman, 2001; Hagen, Lyons ve Nuss, 1996; Pontes, Brasolotto ve Behlau, 2005; De Leeuw ve Mahieu, 2004).

Yaş ile birlikte KUDSÖ değerlerinde meydana gelen değişikliklerin incelendiği çalışmada ileri yaşlı kadınların daha genç kadınlara göre 160 Hz civarında, 320 Hz’de ve 6080-6720 Hz aralığında şiddet artışı ve 3040 ve 3200 Hz’de de şiddet azalması gösterdikleri bulunmuştur. Bu bulgular sesteki nefeslilik ile bağlantılı düşünülmüştür (Linville ve Rens, 2001).

Benzer bir çalışmada rezonans karakteristiğinin değerlendirilmesi için KUDSÖ kullanılmıştır. Bu çalışmada da yaşlı kadınların ilk üç formantlarının merkez frekanslarının daha düşük değerler aldığı (pesleştiği-sesin kalınlaştığı) gösterilmiştir. Bu bulgunun da larenksin boyunda yaşla birlikte daha aşağı düştüğü ve rezonans bölgesinin uzadığı şeklindeki anatomik bilgi ile uyumlu olduğu belirtilmiştir (Xue ve Hao, 2003).

Çocuklarda şarkı söyleme sesi ile yapılan KUDSÖ değerlendirmesinde ise yaşla birlikte sesin şiddetinde artış olduğu ve birçok farklı frekansta anlamlı derecede şiddet değişimleri olduğu gösterilmiştir (Sergeant ve Welch, 2008).

Cinsiyet: Cinsiyete bağılı olarak değişen ses parametreleri hem súbjektif hem de objektif değerlendirmeler ile yürütülmüştür. Murry ve Singh (1980) kişilerin algısal yorumları ile akustik parametreleri karşılaştırmış ve algısal yorumların temelinde sesin perdesi, vurgular, nazalite gibi cinsiyete bağılı farklılıklar olduğunu belirtmişlerdir. Daha önce de belirtildiği gibi kadınların temel frekansı (ve seslerinin perdesi) erkeklerin temel frekansına göre daha yüksektir ve bu nedenle daha tiz bir duyuma yol açarlar. Bazı çalışmalarda bu fark 0,45 katı, 1,7 katı ve hatta 1 oktav fazlası gibi oranlar elde edilmiştir ve bu durumun nedeni genel olarak erkek vokal foldlarının daha uzun olmasına bağlanmıştır (Mendoza ve diğerleri 1996).

KUDSÖ açasından cinsiyeti değerlendiren çalışmalara da literatürde rastlanmaktadır. Tarnoczy ve Fant (1964) Macarca, İsveççe ve Almanca konuşan bireyleri cinsiyetleri açasından değerlendirmişlerdir. Bu çalışma neticesinde 700 Hz – 1500 Hz aralığında erkeklerin lehine, 1000-2000 Hz aralığında da kadınların lehine bir şiddet artışı gözlemlenmiş ve anlamlı farklılıklar bulunmuşlardır.

İşpanyolca konuşan 55 birey ile yapılan çalışmada ise analiz edilen tüm frekanslarda (160-8000 Hz arasındaki 50 frekansta) anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Kadınların 800, 960, 2880, 3040, 4160, 4320, 4480, 4640, 4800 ve 4960 Hz’de spektral genlikleri daha yüksek bulunmuştur. Ayrıca 960, 1440, 1920, 3040, 3200, 3360 ve 8000 Hz’nin de cinsiyetleri ayırt etme becerileri %100 olarak elde edilmiştir (Mendoza ve diğerleri 1996)

Profesyonel Ses: Spektral dağılım açasından fark yaratan etkenlerden bir diğeri de profesyonel ses kullanımıdır. Bartholomew (1934) tarafından ilk olarak değerlendirilen profesyonel ses kullanıcılarında (özellikle müzisyenler ve tiyatro oyuncular) 3 kHz bölgesinde artmış spektral genlik ile ortaya çıkan şarkıcı formantı KUDSÖ açasından da değerlendirilmiş ve doğrulanmıştır. Değerlendirme ile bu bölgenin ise 3, 4 ve 5. formantların gruplaması ile öne çıktığı ifade edilmiştir (Sundberg, 1995). Cleveland, Sundberg ve Stone (2001) bu değerlendirmeyi country müzisyenleri için KUDSÖ ile tekrar etmiş ancak bu grupta anlamlı bir farklılık bulamamışlardır. Bunun nedeni olarak ise klasik müzik eğitiminin etkisi, iki grubun performans farklılıkları gibi nedenleri işaret etmişlerdir.

Bir başka çalışmada ise şarkıcıların ses sınıflarının KUDSÖ ile değerlendirilmesi yapılmış. Çalışma neticesinde KUDSÖ analizleri ile seslerin sınıflanabileceği ancak bu hususta

metodolojik ayrıntılara dikkat edilmesi gerektiği belirtilmiştir (Johnson ve Kempster, 2011).

Ses Bozuklukları: Ses bozuklukları ile ilgili birçok çalışma temel frekans, frekans ve şiddet düzensizlikleri ve gürültü-sinyal oranı gibi kısa dönem değerlendirmeler ile yürütülmektedirler. Bu açıdan KUDSÖ değerlendirmelerinin kullanımı kısıtlı kalmıştır. KUDSÖ'nün larengeal bozuklukları tanılamada yetersiz olduğu belirtilmiştir. KUDSÖ'nün sesin kalitesi ile ilgili sağladığı nicel bilgiler patolojileri ayırt etmede ihtiyaç duyulan parametreleri sağlamamakta ve farklı patolojilerde benzer ses kalitelerinin ortaya çıktığı belirtilmektedir (Master ve diğerleri 2006).

Algısal değerlendirmeler ile düşük şiddetli ve nefesli olduğu belirtilen seslerin KUDSÖ değerlendirmeleri neticesinde 400-4000 Hz arasında az miktarda bir enerji artışı gözlenmiştir. Ayrıca temel frekansın, birinci formanta göre şiddet seviyesi de daha yüksek bulunmuştur (Sundberg, 1987). Bir başka araştırmada da nefeslilik ile 5 kHz ve üzerindeki frekanslarda artmış spektral enerjinin ilişkisi olduğu gösterilmiştir (Hartman ve Cramon, 1984). Hiperfonksiyonel disfoni, yüksek sesli konuşma ve gergin konuşmalarda ise spektral zarf daha keskin bir şekilde düşmekte, 2-4 kHz bölgesinde spektral enerji birikmesi gözlenmekte ve birinci formantın temel frekansa göre daha yüksek olduğu görülmektedir (Master ve diğerleri 2006).

Ses bozuklukları ile ilgili KUDSÖ değerlendirmelerinde Alfa değeri kullanılmaktadır. Kitzing (1986) yaptığı çalışmada daha vurgulu, nefesli veya yumuşak sesler arasında Alfa değeri açısından farklılıklar olduğunu göstermiştir. Kitzing ve Akerlund (1993) ses terapisi alan 174 kişi ile yaptığı çalışmada terapi-öncesi sonrası gruplarda Alfa değerinde anlamlı farklılıklar olduğunu bildirmişlerdir. Daha yakın bir zamanda Sundberg ve Nordenberg (2006) tarafından gerçekleştirilen çalışmada ise ses seviyesi yükseldikçe Alfa değerinin de arttığı belirtilmiştir. Bu nedenle daha yüksek seste konuşmanın özellikle 1000 Hz üzerindeki frekans bölgesinin seviyesinin arttığı ifade edilmektedir.

Konuşulan Dil: Konuşulan dil ile ilgili KUDSÖ değerlendirmeleri açısından en kapsamlı çalışma Byrne ve diğerleri (1994) tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada 13 dil (İngilizce, İsveççe, Danca, Almanca, Fransızca, Japonca, İspanyolca, Çince, Rusça, Galce, Singalaca, Vietnamca, Arapça) ve 3 farklı bölgesel ağız (İngilizce) için KUDSÖ değerleri,

dinamik aralıklar ve şiddet ile ilgili farklı değerlendirmeler elde edilmiştir. Bu değerlendirme neticesinde spektral dağılımlarda genel olarak istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar elde edilmiştir. Cinsiyetler arasındaki farklılıklar da tüm diller için tutarlı bir şekilde elde edilmiştir. Ancak bu çalışma neticesinde her ne kadar istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olsa da, işitme cihazları ile ilgili ayarlama işlemleri açısından tüm diller için aynı KUDSÖ değerlerinin kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

2.5. İşitme Kaybının Ses Üzerindeki Etkileri

Kısaca bahsetmek gerekirse işitme kayıpları derecelerine göre 6 gruba ayrılırlar: 16-25 dB çok hafif derecede, 26-40 dB hafif derecede, 41-55 dB orta derecede, 56-70 dB orta-ileri derecede, 71-90 ileri derecede ve 91 dB ve üzeri ise çok ileri derecede işitme kaybı olarak adlandırılır (Clark, 1981). İşitme kayıpları bir diğer açıdan da üçe ayrılırlar: sesin dış kulak yolu ve orta kulak aracılığı ile iç kulağa iletilmesi noktasında sorunların olduğu durumlarda iletim tipi işitme kaybı, iç kulak veya işitme siniri ile ilgili sorunların olduğu durumlarda sensörinöral tip işitme kaybı ve hem iletim hem de sensörinöral bileşenin olduğu durumlarda da mixed tip işitme kaybı adıyla anılırlar. Farklı derece, tip ve konfigürasyona sahip işitme kayıplarının farklı ses ve konuşma bozukluklarına yol açma ihtimalleri yüksektir (Stach, 1998: 119).

Ses üretimindeki en önemli etkenlerden birisi de konuşma esnasında kişinin kendisini duyabilmesidir. Kendini duyabilmek, gerekli motor kontrolün yapılabilmesini sağlar (Lejska, 2004). İşitsel geri besleme hem anlık olarak hem de uzun vadede ses kontrolü üzerinde etkilidir. Anlık işitsel geri besleme temel frekans, ses şiddeti ve kalitesi gibi etkenleri kontrol etmeyi sağlar. Aynı zamanda konuşma ile ilgili solunum, fonasyon ve artikülasyon temelinde de işitsel geri beslemenin etkileri olduğu belirtilmiştir (Siegel ve Pick, 1974).

Literatürde genel olarak işitme kayıplı bireylerin bazı ses parametreleri açısından farklı olduklarına dair fikir birliği bulunmaktadır (Dehqan ve Scherer, 2011). Doğuştan çok ileri derecede işitme kaybı olan bireylerin normal işiten bireylere göre daha yüksek temel frekans değerlerine sahip oldukları belirtilmektedir (Angelocci, Kopp ve Holbrook, 1964). Hem ergenlik çağından önce hem de sonra işitme kaybı gelişen çocukların da temel frekans değerlerinde yükselme görülmüştür (Gilbert ve Campbell, 1980). Normal işiten

bireylerde doğal olarak sesin perdesinde görülen dinamik dalgalanmaların çok ileri derecede işitme kaybı olan bireylerde olmadığı ve bu nedenle seslerinin kulağa monoton geldiği belirtilmektedir (Nickerson, 1975). İşitme kayıplı gruplarda anormal ses kalitesi ve larengeal kontrol, seste kesilmeler ve düzensizlikler, ses şiddetinde düzensizlikler, frekans ve şiddet düzensizliklerinde (jitter ve shimmer) yükselmiş değerler literatürde bildirilmiştir. Bu durumun altında yatan nedenin işitsel geri beslemedeki sorunlara bağlı olarak vokal foldların ve subglottal basıncın kontrol edilmesindeki yetersizlikler olduğu önerilmektedir. (Stosic ve Simunjak, 2007; Giusti, Padovani ve Behlau., 2001; Monsen, Engebretson ve Vemula, 1979).

2.6. Koklear İmplant'ın Ses Üzerindeki Etkileri

Koklear implant, cerrahi müdahale ile iç kulağa yerleştirilen ve kokleanın doğrudan elektriksel olarak uyarılması ile işlev gören işitmeye yardımcı bir implanttır. İleri ve çok ileri derecede işitme kaybı olan ve özellikle geleneksel işitme cihazlarından fayda göremeyen bireylerde kullanılırlar (Stach, 1998: 606).

Koklear implant kullanan bireylerin, implant öncesinde ileri-çok ileri derecede işitme kayıplarının olması daha önce de bahsedildiği gibi sesleri ile ilgili bazı parametrelerde farklılıklar sergilemelerine yol açar. İmplant sonrasında meydana gelen değişiklikler de literatürde birçok kez değerlendirilmiş ve farklı bulgular elde edilmiştir.

Çocuklara yönelik değerlendirmeler: Koklear implant kullanılan ve kullanılmayan koşulda, çocuklarda yapılan çalışmada implant koşulunda temel frekansın düştüğü ve ses üretiminin uzadığı bulunmuştur. Formantların üretilmesi ile ilgili ise karışık bulgular elde edilmiştir (Poissant, Peters ve Robb, 2006). Bir diğer çalışmada ise 15 prelingual ve 6 postlingual işitme kayıplı ve koklear implant kullanan çocuk değerlendirilmiştir. Bu çalışmada temel frekans implant koşuluna göre değişmemiştir. İmplant kullanımı uzun dönem frekans kontrolünü etkilememiş ancak uzun dönem şiddet kontrolünde olumlu kazanımlar elde edilmesini sağlamıştır. F1/F2 oranları ise sabit kalmıştır (Campisi ve diğerleri 2005). Perrin ve diğerleri (1999) yaptığı araştırmada koklear implant kullanan çocuklar ile yaş açısından eşleştirilmiş normal işiten çocuklar karşılaştırılmıştır. Burada da ses şiddetindeki değişkenlikler, formantların bulundukları frekanslar ve konuşma sürelerinde (implant grubu aynı pasajı daha uzun sürede okumuştur) farklılıklar gözlenmiştir. 31

çocuğun katıldığı ve implant öncesi ve sonrasındaki 6, 12 ve 24.aylarda kontrollerin yürütüldüğü daha kapsamlı bir çalışmada, çocuklarda aynı zamanda implantı 4 yaş öncesinde ve sonrasında kullanmaya başlayanlar olarak iki gruba ayrılmışlardır. Bu çalışmada da implant sonrasında temel frekans değişmemiştir. Ancak jitter ve shimmer değerlendirmelerinde henüz 6.ayda anlamlı ilerlemeler gözlenmiştir. 24.ayda ise gürültü-harmonik oranında iyileşmeler ortaya çıkmıştır. 4 yaş öncesi grup ise 4 yaş sonrası gruba göre jitter, shimmer ve gürültü-harmonik oranları açısından daha iyi performans sergilemişlerdir.

Yetişkinlere yönelik değerlendirmeler: Yetişkinlere yönelik değerlendirmelerde de farklı bulgular elde edilmiştir. 10 yetişkin koklear implant kullanıcısı ile yapılan çalışmada tüm katılımcıların implant sonrası 6.ayda temel frekans değerlerinde iyileşmeler meydana gelmiştir (Leder ve Spitzer, 1990). Benzer bir çalışmada yine temel frekans için anlamlı farklılıklar elde edilmekle birlikte (Rabin, Taitelbaum, Tobin ve Hildesheimer, 1999), Boltezar ve diğerleri (2006) yaptıkları çalışmada postlingual işitme kayıplı koklear implant kullanıcılarının jitter, shimmer, uzun dönem temel frekans ve şiddet kontrolü değişkenlerinde implant sonrası herhangi bir anlamlı değişiklik gözlememişlerdir. Bu konuda yapılmış en kapsamlı çalışmalardan birisinde 40 postlingual işitme kayıplı implant kullanıcısının analizleri implant öncesi ve sonrası olmak (6 ve 9 ay) üç kere yapılmıştır. Kontrol grubu olarak da 12 postlingual işitme kaybı olan ancak koklear implant kullanmayan birey değerlendirilmiştir. Analizler neticesinde deney grubundaki erkek katılımcılarda implant sonrası temel frekansta düşüş ve her iki cinsiyette de temel frekans değişkenliğinde azalma gözlenmiştir. Deney ve kontrol gruplarının karşılaştırılmasında ise erkek katılımcılardaki temel frekans değişkenliği dışında anlamlı farklılık elde edilememiştir (Ubrig ve diğerleri 2011).

3. YÖNTEM VE ARAÇLAR

3.1. Çalışma Yeri

Bu çalışma; Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı, Odyoloji Bilim Dalı, Prof. Dr. Necmettin Akyıldız İşitme, Konuşma, Ses ve Denge Bozuklukları Tanı, Tedavi ve Rehabilitasyon Merkezinde gerçekleştirildi.

3.2. Çalışma İzni ve Etik Komisyon Onayı

Bu çalışma Gazi Üniversitesi Hastanesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü KBB Hastalıkları Anabilim Dalı, Odyoloji ve Konuşma Ses Bozuklukları Programı Yüksek Lisans tezi olarak yapıldı. Gazi Üniversitesi Etik Komisyonu tarafından 02. 06. 2015 tarihinde 66540 evrak sayısı ile (Ek-1) çalışma izni alındı. Çalışmaya katılan tüm bireylerden Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu (Ek-2) imzalatılarak onay formu alındı.

3.3. Katılımcılar

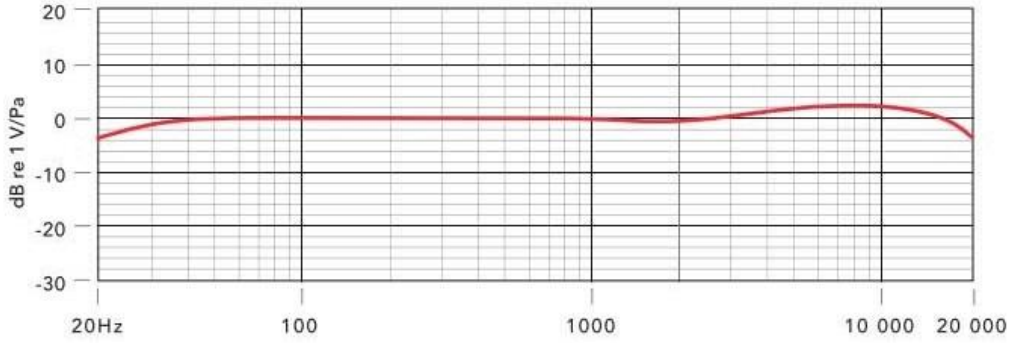
Araştırmamızın temel olarak yetişkin, normal ses ve konuşma özelliklerine sahip ve anadili Türkçe olan bireyler üzerinde gerçekleştirilmesi planlandı. Normal işiten ve koklear implant kullanan grupların katılımcılarının belirlenmesinde bu temel parametreler doğrultusunda çalışmaya dahil olma özellikleri belirlendi. Ayrıca ses özelliklerinin olgunlaşması açısından katılımcıların 20 yaşın üzerinde olmaları ve presbifoni olasılığını ortadan kaldırmak amacıyla da 60 yaşın altında olmaları gözetildi.

Normal konuşan ve işiten bireylerde KUDSÖ değerlendirmesi amacıyla 30 katılımcının (15 kadın, 15 erkek) sesleri kayıt ve analiz edildi. Bu katılımcıların (1) 20-60 yaş aralığında olmaları, (2) okuma-yazma bilmeleri, (3) işitme ile ilgili herhangi bir sorunlarının olmaması, (4) herhangi bir ses veya konuşma bozukluğuna sahip olmamaları (5) son iki hafta içerisinde herhangi bir üst solunum yolları enfeksiyonu geçirmemiş olmaları ve (6) anadillerinin Türkçe olması gözetildi. Katılımcılardan hiçbirisi ses kullanımı konusunda profesyonel bir eğitim almamışlardır. Kesin bir kural olmamakla birlikte katılımcıların hiç sigara kullanmayan bireyler olmaları gözetildi. Katılımcıların beyanına göre sadece iki kişi sigara kullanmaktadır.

Koklear implant kullanıcısı grup ise 18 katılımcıdan (12 erkek, 6 kadın) oluşmaktadır. Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi İşitme, Konuşma, Ses ve Denge Bozuklukları Merkez tarafından takip edilen ve çalışmaya katılma şartlarını sağlayan bireyler, klinikteki rutin takipleri düzeni doğrultusunda bu çalışmaya dahil edildi. Bu katılımcıların (1) 20-60 yaş aralığında olmaları, (2) okuma bilmeleri, (3) işitme kayıplarının post lingual dönemde yani 4 yaşından sonra gerçekleşmiş olması, (4) en az 3 aydır koklear implant kullanıyor olmaları, (5) koklear implant açılışından sonra en az bir implant kontrol randevusuna gelmiş olmaları, (6) herhangi bir ses veya konuşma bozukluğuna sahip olmamaları (7) son iki hafta içerisinde herhangi bir üst solunum yolları enfeksiyonu geçirmemiş olmaları ve (8) anadillerinin Türkçe olması gözetildi. Dil edinimi ile ilgili temel sorunların etkisinin ortadan kaldırılması amacıyla bu grupta işitme kaybının dil edinim döneminden sonra olması gözetildi. Böylelikle dil ve konuşma bozukluklarının çalışmamızdaki olası bozucu etkisinin ortadan kaldırılması ve sadece işitme kaybının ve koklear implantın temel ses parametreleri üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi amaçlandı. Ayrıca ameliyat sonrası sadece ilk implant açılışı yapılan ve sonrasında gerekli kontrol randevusuna gelmeyen kullanıcılar çalışmaya dahil edilmedi. Yine bozucu etkinin ortadan kaldırılması amacıyla ses kayıt uygulamaları esnasında -eğer varsa- karşı kulaktaki geleneksel işitme cihazının çıkarılması istenildi.

3.4. Ses Kayıt Uygulaması

Ses kayıt uygulamasında literatürde tavsiye edilen yöntem ve araçlar kullanıldı (da Silva ve diğerleri 2011; Hillenbrand, 2011; Hirano ve diğerleri 1988; Sundberg, Ternström ve Gramming, 1987). Konuşma metni olarak çalışmamızda değerlendirilen grubun eğitim seviyesi ile uyumlu olarak Ömer Seyfettin'in Diyet eserinin giriş kısmından bir pasaj kullanıldı (Ek-3). Kayıtlar akustik olarak düzenlenmiş 2.5x3x2.5 metre bir odada gerçekleştirildi. Odanın arka plan gürültüsü 14 dB SPL olarak ölçüldü. Kayıt biçimi olarak 16 bit nicemleme ve 44100 Hz örnekleme ile herhangi bir sıkıştırma içermeyen bir biçim olan Waveform Audio File Format (Wav) kullanıldı. Kayıtlarda kullanılacak donanımın gerekli frekans yanıtlarına ve analog-dijital çeviricilere sahip olmaları gözetildi. Bu amaçla Focusrite Scarlett 2i2 ses kartı ve hemen hemen düz (flat) bir frekans yanıtına sahip olan Rode M5 omnidirectional (çok yönlü) kondansatör mikrofon kullanıldı (Grafik 1). Mikrofon katılımcıların ağızlarından 15 santimetre uzaklıkta ve 45 derece eğimde pozisyonlandırılmıştır.



Şekil 3.1. Rode M5 Frekans Yanıtı

3.5. Akustik Analiz

Lofqvist ve Mandersson (1987) konuşma sesi içermeyen boşlukların KUDSÖ değerlendirmeleri üzerinde bozucu etkisi olacağını belirtmişlerdir. Literatürdeki diğer çalışmalarda da bu hedefin gözetildiği bilinmektedir (Moradi ve diğerleri 2014; Ng, Liu, Zhao ve Lam, 2009). Çalışmamızda Audacity 2.1.1 ses kayıt ve işleme yazılımının “truncate silence-sessizliği budama” komutu ile -35 dB FS (full spectrum) altına düşen tüm bölgeler, zaman düzleminde 50 milisaniye boyutuna düşürüldü. Böylelikle boşlukların, hızlı fourier dönüşümü ile analiz edilen ses üzerinde yaratabileceği bozucu etkiler ortadan kaldırıldı.

İkinci adım olarak boşluklardan arındırılan ses örneklerinin (örnek süresi ortalama 3 dakika 12 saniye) ortalarında yer alan 40 saniyelik konuşma örnekleri Praat v.5.4.08 (Boersma ve Weenink, 2001) yazılımı ile çıkarılarak ayrı dosyalar olarak kayıt edildi. Analizlerin devamında bu 40 saniyelik örnekler kullanıldı. Bu müdahalenin sebebi konuşma örneklerinin başında ve sonunda uyum sağlama ve yorgunluk ile ortaya çıkabilecek nefes, mikrofon mesafesi ve vücut pozisyonu gibi etkenlerin etkisinin ortadan kaldırılabilmesidir. Ayrıca Kitzing (1986) ve Lofqvist (1986) 20-40 saniye süreye sahip ses örneklerinin, kayıt edilen içeriğin spektrumun genelinde yaratabileceği farklılıkları ortadan kaldırmaya yeterli olacaklarını belirtmişlerdir.

Boşluklardan arındırılmış ve 40 saniyeye düşürülmüş konuşma örneklerine yönelik son müdahale ise normalizasyon işlemidir. Uzun dönem spektral enerji dağılımı ile ilgili

çalışmalarda, konuşmacılar arasında karşılaştırılma yapılabilmesi için ses örneklerinin belirli bir değere göre normalize edilmesi gerektiği belirtilmektedir (Master ve diğerleri 2006). Normalizasyonun parametreleri ile ilgili literatürde farklı yorum ve uygulamalara rastlanabilir. Farklı çalışmalarda spektrumun tepe noktası 0 dB (Cleveland ve diğerleri 2001; da Silva ve diğerleri 2011; Moradi ve diğerleri 2014), 70 dB (Byrne ve diğerleri 1994), elde edilen en yüksek karekök ortalama değeri veya elde edilen en yüksek dB SPL değerine eşitlenerek, diğer farklı frekans şiddetlerinin de bu yeni değere göre yeni değerler aldığı görülebilmektedir. Bu açıdan literatürde tavsiye edilen tek bir yöntem bulunmamaktadır. Bu nedenle bizim çalışmamızda değerlendirmeye katılan tüm ses örneklerinde elde edilen en yüksek dB SPL değeri hesaplandı (72,4 dB SPL) ve her bir spektrumdaki tepe noktası 72 dB'ye eşitlenerek diğer frekans şiddetleri de bu tepe noktasına göre yeni değerler aldı. Bu yeni tepe değer ile konuşmacılar arasında farklı şiddetlerdeki seslerin bileşenlerinin (frekansların) birbirleri ile karşılaştırılabilmesi mümkün olmaktadır.

Tüm düzenlemeleri tamamlanan seslerin akustik niteliklerinin değerlendirilmesinde Praat v.5.4.08 yazılımı kullanıldı. Praat www.praat.org adresinden indirilerek, ücretsiz olarak kullanılabilen bir akustik analiz yazılımıdır. Yazılım ilk olarak 1992 yılında Paul Boersma ve David Weenink tarafından geliştirilmiş ve günümüze kadar çeşitli değişiklikler yapılarak varlığını devam ettirmiştir (Boersma ve Weenink, 2001). Praat ile spektral analiz seçeneklerinden “long term average spectrum” komutu ile istenilen bant genişliğinde ölçümler alınabilmektedir. Bizim çalışmamızda her bir ses kaydından 68 farklı ölçüm alındı. Ölçümlerimiz 62,5-8000 Hz bant aralığında 125 Hz bant genişliği (N=65) ve 50 milisaniye pencere genişliği ile gerçekleştirildi. Praat otomatik olarak ilk frekansın (bant genişliği 125 olduğu için 125 Hz) yarısı değerinde bir ölçüm daha almaktadır; bu nedenle ölçümlerimiz 62,5 Hz'den başlamaktadır. Literatürde bu açıdan birçoğ farklı bant genişliği ve aralığı tercih edilmiştir. Bu çalışmada 125 Hz'nin sečilmesindeki temel neden hem spektrum görünümünün ayrıntılı bir şekilde ortaya konabilmesi, hem de odyolojik değerlendirmelerde sıklıkla kullanılan frekansların da kapsanabilmesidir. 65 farklı frekans ölçümü yapılması literatürdeki birçoğ çalışma ile denk veya daha üzerinde bir ayrıntı elde edilmesini sağlamıştır. Her bir frekans bandına düşen ortalama şiddet seviyeleri dB SPL cinsinden elde edildi ve ilgili tablolar oluşturuldu.

Frekans bant ölçümleri dışında çalışmamızda 3 ayrı parametre daha değerlendirildi. Bunlar: (1) temel frekans (konuşma örneğinden alındığı için bundan sonra konuşmanın temel-sıfıncı frekansı yani KF0 kısaltması kullanılacaktır); (2) her bir örnek için konuşma boyunca elde edilen KF0'ın standart sapması (SS) ve (3) konuşma seslerinin şiddet açısından yoğun bulunduğu 1 kHz altındaki ortalama ses şiddeti ile 1-5 kHz arasındaki bölgenin ortalama ses şiddeti arasındaki farkın değerlendirildiği Alfa değeri.

3.6. Odyolojik Yorumlar

Çalışmamızda elde edilen frekanslara özgü dB SPL değerleri ve bu değerlerin dBA ağırlıklanmış değerleri ve standart sapma aralıkları odyogram üzerine yansıtılmıştır. dBA filtreleme ve hesaplama amacıyla Desing Response of Weighting Networks for Acoustical Measurement ANSI S1.42 (2001) standardına uygun bir şekilde geliştirilmiş olan ve <http://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/69-octave> adresinden indirilebilen Matlab kodu kullanılmıştır. Matlab ile ses kayıtları filtrelenmiş ve dBA ağırlıklı şiddet değerleri elde edilmiştir. Elde edilen bu değerler frekans ve şiddet değerleri ile odyogram üzerinde gösterilmiştir. Böylelikle günlük konuşmanın nasıl bir gürlük ile algılanabiliyor olacağı hakkında işitme eşikleri ile bağlantısı dahilinde odyolojik bir yorum yapılabilmesi hedeflenmiştir.

3.7. İstatistiksel Değerlendirme

Elde edilen verilerin istatistiksel olarak incelenmesinde Çalışmadan elde edilen verilerin değerlendirilmesi ve tabloların oluşturulması amacıyla SPSS (SPSS Inc, Chicago IL, USA) sürüm 20 kullanıldı. İlk adımda öncelikle verilerin parametrik dağılım gösterip göstermedikleri kontrol edildi. Bu amaçla Shapiro ve Wilk (1965) tarafından geliştirilen ve bu çalışmadaki örneklem boyutu ve ölçüm sayısı için uygun olan Shapiro-Wilk Sınaması gerçekleştirildi. Sınama her bir frekans bandındaki şiddet değerleri için ayrı ayrı yerine getirildi. Parametrik grupların varyanslarının homojenliği ise Levene testi ile gerçekleştirildi (Levene, 1960). Buradan elde edilen değerler neticesinde Bağımsız Örneklem T-Testi ile grupların ortalamaları arasındaki farklılıklar incelendi. Parametrik olmayan grupların ortalamalarının karşılaştırılmasında ise Mann-Whitney U Test kullanıldı. Bütün istatistiksel analizlerde anlamlılık düzeyi olarak $p < 0,05$ değeri kabul edildi.

4. BULGULAR

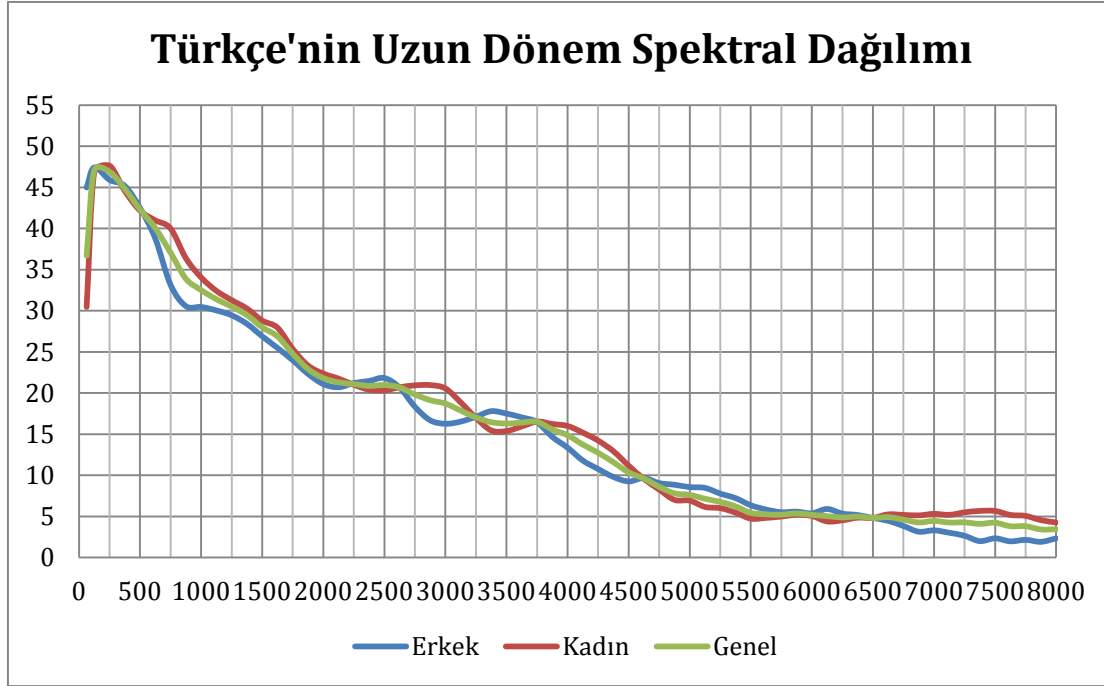
Çalışmamızdan elde edilen bulgular 3 başlık altında değerlendirilmiştir. Normal bireylerden elde edilen değerler kadın (N=15), erkek (N=15) ve toplam (N=30) olarak ele alınmış ve cinsiyete göre karşılaştırılmıştır. Ardından koklear implant kullanan grup kadın (N=6), erkek (N=12) ve toplam (N=18) olarak ele alınmış ve cinsiyete göre karşılaştırılmıştır. Son olarak da koklear implant kullanan grup ile yaş ve cinsiyet açısından eşleştirilmiş olan normal işiten grubun değerleri karşılaştırılmıştır. Bu analizlere ait çizelge ve grafikler başlıklar altında değerlendirilmiştir. Söz konusu analizlerin dışında bir başlık olarak; normal işiten bireylerden elde edilen değerlerin odyolojik değerlendirmelere de ışık tutabilmesi amacıyla saf ses odyometrik değerlendirmelerde kullanılan frekanslara ait değerler dB SPL cinsinden dB A değerlerine çevrilmiş olarak odyogram üzerinde görselleştirilmiştir.

4.1. Normal İşiten Bireyler

Çizelge 4.1. Normal işiten bireylerin demografik özellikleri

Yaş	Cinsiyet	Eğitim
37	E	Yüksek Lisans
50	E	Lise
30	E	Lisans
36	E	Yüksek Lisans
30	E	Lise
30	E	Lise
35	E	Ortaokul
25	E	Ortaokul
27	E	Lisans
42	E	Doktora
30	E	Lise
26	E	Lisans
26	E	Ön Lisans
27	E	Ön Lisans
27	E	Yüksek Lisans
31	K	Lisans
30	K	Lisans
27	K	Lisans
26	K	Lisans
30	K	Lisans
32	K	Lisans
25	K	Lisans
35	K	Yüksek Lisans
34	K	Yüksek Lisans
38	K	Ortaokul
25	K	Lisans
25	K	Lisans
30	K	Lisans
26	K	Lise
27	K	Lisans

Normal işiten bireylerden elde edilen spektral dağılım Grafik 4.1’de görülebilmektedir.



Şekil 4.1. Türkçe'nin uzun dönem spektral dağılımı

Görselliğin uygun bir şekilde yansıtılabilmesi için yatay düzlemde 500 Hz frekans aralığında; dikey düzlemde ise 5 dB SPL aralığında bir çözünürlük tercih edilmiştir. Ana frekans çizgilerinin arasında kalan çizgiler ise 250 Hz aralıklı dağılımı göstermektedir. Enerji dağılımının büyük bir çoğunluğu 125 – 1250 Hz aralığında elde edilmiştir. 1250 Hz sonrasında ise 30 dB değerinin altına düşülmektedir.

Çizelge 4.2. Ölçülen frekans bantlarından elde edilen dB SPL değerleri, standart sapmaları ve istatistiksel değerleri

Frekan s	Erkek		Kadın		T	p
Hz	Ortalama (dB SPL)	Standart Sapma (dB SPL)	Ortalama (dB SPL)	Standart Sapma (dB SPL)		
63	45,00	4,02	30,46	4,44	***	,000*
125	47,43	2,27	46,84	2,54	,558	,581
250	45,92	2,09	47,65	3,07	-1,998	,055
375	45,18	2,78	44,58	2,16	,894	,378
500	42,49	2,44	42,18	1,72	***	,468
625	38,77	1,56	41,00	2,02	-2,841	,008*
750	33,14	2,07	40,00	2,19	-8,614	,000*
875	30,57	1,72	36,40	3,14	-6,094	,000*
1000	30,47	2,23	34,06	3,65	-2,891	,008*
1125	30,05	2,44	32,43	3,91	-1,719	,098
1250	29,45	2,30	31,29	2,98	-1,310	,200
1375	28,41	2,54	30,27	3,49	-1,263	,216
1500	26,90	2,84	28,81	3,15	***	,056
1625	25,48	2,90	27,95	3,32	-2,127	,042*
1750	23,99	2,74	25,36	3,50	-1,218	,233
1875	22,33	2,42	23,35	3,44	-1,271	,213
2000	21,09	2,63	22,37	3,28	-1,618	,116
2125	20,70	2,60	21,76	3,28	-1,257	,218
2250	21,21	2,87	21,01	3,67	,176	,862
2375	21,47	3,11	20,41	2,95	1,201	,239
2500	21,83	2,93	20,33	2,90	1,602	,120
2625	20,66	2,93	20,70	3,12	-,314	,755
2750	18,34	3,49	20,93	3,34	-2,629	,013*
2875	16,69	3,77	20,97	3,59	-3,785	,001*
3000	16,27	4,56	20,56	3,78	-3,119	,004*
3125	16,53	5,00	18,86	3,83	-1,528	,137
3250	17,12	5,32	16,98	3,77	,129	,898
3375	17,80	5,14	15,46	3,38	1,698	,100
3500	17,50	4,67	15,38	3,38	1,734	,093
3625	17,04	4,05	15,94	3,36	1,026	,313
3750	16,46	3,34	16,53	3,85	,198	,844
3875	14,67	3,54	16,24	3,83	-,876	,388
4000	13,36	3,23	15,99	3,96	-1,772	,087
4125	11,79	3,06	15,18	4,38	-2,607	,015*
4250	10,77	3,38	14,22	4,43	-2,660	,012*
4375	9,80	3,90	12,93	4,37	-2,403	,023*
4500	9,26	4,15	11,17	3,66	-1,692	,101
4625	9,67	3,76	9,55	3,57	-,238	,814

Çizelge 4.2. (devam) Ölçülen frekans bantlarından elde edilen dB SPL değerleri, standart sapmaları ve istatistiksel değerleri

Frekans	Erkek		Kadın		T	p
Hz	Ortalama (dB SPL)	Standart Sapma (dB SPL)	Ortalama (dB SPL)	Standart Sapma (dB SPL)		
4750	9,05	4,05	8,26	3,39	,681	,501
4875	8,85	3,56	7,01	2,89	1,422	,165
5000	8,56	3,26	6,92	2,87	1,224	,230
5125	8,47	3,38	6,15	2,53	1,970	,059
5250	7,78	3,09	6,00	2,28	1,503	,145
5375	7,22	2,77	5,47	2,68	1,502	,144
5500	6,36	2,12	4,73	2,89	1,546	,133
5625	5,84	2,10	4,82	2,96	,905	,373
5750	5,51	2,48	4,98	3,22	,448	,657
5875	5,58	2,09	5,20	3,25	,184	,855
6000	5,38	1,40	5,05	3,42	,223	,826
6125	5,90	1,81	4,39	3,35	1,456	,156
6250	5,34	2,13	4,53	3,43	,881	,385
6375	5,17	2,97	4,85	3,61	,537	,595
6500	4,81	2,98	4,81	3,97	,328	,745
6625	4,46	3,24	5,25	4,23	-,337	,739
6750	3,84	3,46	5,18	4,18	-,818	,420
6875	3,14	3,10	5,12	4,02	-1,481	,150
7000	3,31	3,23	5,31	3,71	-1,416	,167
7125	3,01	3,29	5,19	3,35	-1,603	,119
7250	2,65	3,39	5,50	3,57	-2,092	,045*
7375	2,00	3,13	5,67	3,82	-2,644	,013*
7500	2,33	3,31	5,66	3,52	-2,527	,017*
7625	1,97	3,36	5,18	3,42	-2,209	,035*
7750	2,15	3,23	5,06	2,81	-2,301	,029*
7875	1,91	3,43	4,55	2,86	-2,161	,039*
8000	2,34	3,79	4,26	2,73	-1,575	,126

* $p < 0,05$

*** Parametrik olmayan dağılım sergileyen Mann-Whitney U değerlendirmesi olduğu için t puanı yoktur.

Çizelge 4.2’de ise elde edilen frekans ölçümlerinin cinsiyete göre istatistiksel olarak anlamlı farklılıklarının değerleri görülebilir ($p < 0,05$). Tek yıldız ile işaretli değerler $p < 0,05$ oldukları için gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu söylenebilir. 62,5 Hz için erkeklerin dB değeri daha yüksek elde edilmişken; 625, 750, 875, 1000, 1625, 2750, 2875, 3000, 4125, 4250, 4375, 7250, 7375, 7500, 7625, 7750 ve 7875 Hz için kadınların dB değeri istatistiksel olarak daha yüksek elde edilmiştir.

Çizelge 4.3. Diğer parametrelerin cinsiyete göre ortalama değerleri

Parametre	Erkek		Kadın		t	p
	Ortalama (dB SPL)	Standart Sapma (dB SPL)	Ortalama (dB SPL)	Standart Sapma (dB SPL)		
KF0	133,72	24,22	222,48	12,84	***	,000*
KF0 SD	26,95	6,34	39,96	8,77	-4,882	,000*
Alfa	-22,47	2,39	-21,37	2,72	-1,395	,173

* $p < 0,05$

*** Parametrik olmayan dağılım sergileyen Mann-Whitney U değerlendirmesi olduğu için t puanı yoktur.

Çizelge 4.3 incelendiği zaman görüleceği üzere cinsiyetler arasında KF0 ve KF SD değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar görülmektedir ($p < 0,05$). Alfa değeri için ise istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık elde edilememiştir ($p < 0,05$).

4.2. Koklear İmplant Kullanan Bireyler

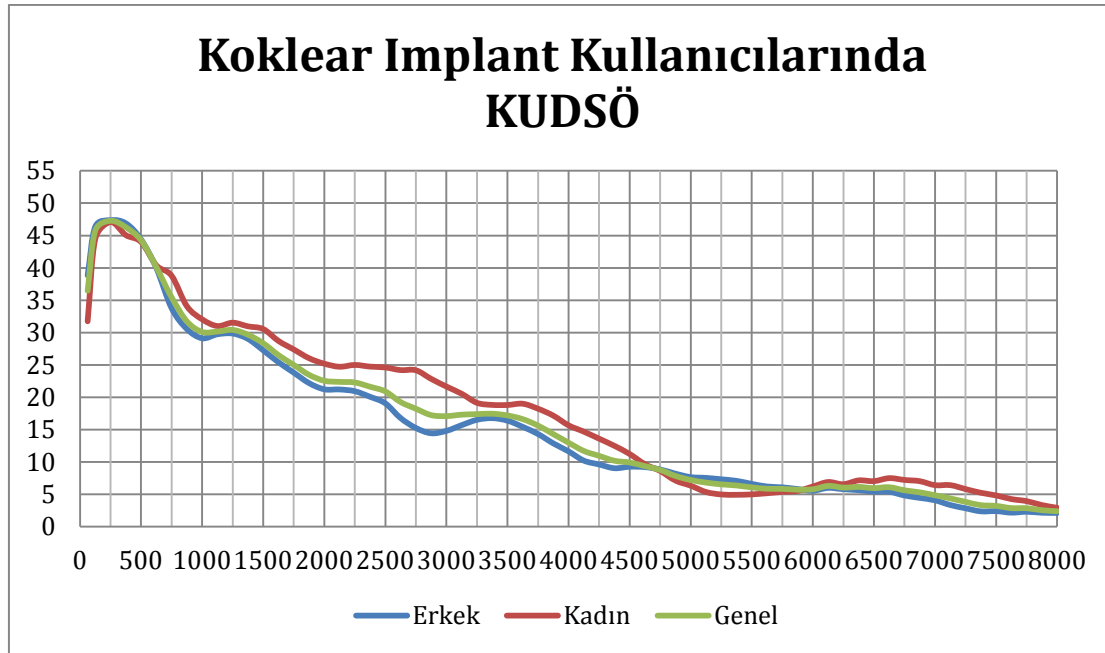
Çizelge 4.4. Koklear implant kullanan bireylerin demografik bilgileri (İKY: İşitme Kaybı Yaşı; İKS: İşitme Kaybı Süresi; KİKS: Koklear İmplant Kullanım Süresi; KİM: Koklear İmplant Markası; KKİCK: Karşı Kulakta İşitme Cihazı Kullanımı).

Yaş	Cinsiyet	Eğitim	İKY (Yıl)	İKS (Yıl)	KİKS (Ay)	KİM	KKİCK
27	K	Lise	7	20	14	Nucleus	Evet
25	E	Lise	13	12	12	Medel	Evet
50	K	Lisans	9	41	26	AB	Hayır
48	E	Lise	40	8	39	Medel	Evet
20	K	Lise	8	12	19	Medel	Hayır
50	E	Ortaokul	40	10	14	Medel	Hayır
54	E	Lisans	9	45	16	Nucleus	Hayır
53	E	Lise	36	17	77	Nucleus	Evet
40	E	Ortaokul	20	20	15	Nucleus	Hayır
50	E	Lise	28	22	26	Nucleus	Hayır
37	E	Ortaokul	27	10	13	Nucleus	Evet
21	K	Lise	9	12	98	Medel	Evet
60	E	Ortaokul	25	35	52	Nucleus	Hayır

Çizelge 4.4. (devam) Koklear implant kullanan bireylerin demografik bilgileri (İKY: İşitme Kaybı Yaşı; İKS: İşitme Kaybı Süresi; KİKS: Koklear İmplant Kullanım Süresi; KİM: Koklear İmplant Markası; KKİCK: Karşı Kulakta İşitme Cihazı Kullanımı).

Yaş	Cinsiyet	Eğitim	İKY (Yıl)	İKS (Yıl)	KİKS (Ay)	KİM	KKİCK
60	E	Üniversite	49	11	27	Nucleus	Hayır
22	E	Lise	7	15	13	Nucleus	Hayır
36	K	Üniversite	18	18	25	Medel	Hayır
30	K	Lise	21	9	40	Nucleus	Evet
27	E	Lise	12	15	17	Nucleus	Hayır
Ortalama			21,00	18,44	30,17		

Koklear implant kullanan bireylerden elde edilen spektral dağılım Şekil 4.4’de görülebilmektedir.



Şekil 4.2. Koklear implant kullanan bireylerde Türkçe’nin uzun dönem spektral dağılımı

Burada da normal işiten grup ile benzer şekilde enerji dağılımının büyük bir çoğunluğu 125 – 1250 Hz aralığında elde edilmiştir. 1250 Hz sonrasında ise 30 dB değerinin altına düşülmektedir.

Çizelge 4.5. Ölçülen frekans bantlarından elde edilen dB SPL değerleri

Frekans (Hz)	Erkek		Kadın		t	P
	Ortalama dB SPL	Standart Sapma (dB SPL)	Ortalama (dB SPL)	Standart Sapma (dB SPL)		
63	38,04	4,91	33,98	8,46	8,064	,000*
125	46,12	2,95	45,13	2,10	2,245	,041*
250	47,13	3,07	47,52	3,25	,621	,545
375	46,58	2,61	45,81	1,47	1,954	,071
500	44,29	2,11	44,23	2,00	,447	,662
625	39,99	3,08	40,3	2,43	-,430	,674
750	34,23	3,37	37,34	1,99	-3,457	,004*
875	31,17	3,28	32,61	2,92	-2,534	,024*
1000	29,5	3,16	31,03	3,14	-2,096	,055
1125	29,95	2,88	30,48	2,93	-1,300	,215
1250	29,87	3,35	31,24	2,24	-1,190	,254
1375	29,09	3,47	30,57	2,22	-1,475	,162
1500	27,75	3,90	29,29	3,54	-1,898	,078
1625	26,03	4,74	27,26	3,93	-1,616	,128
1750	24,46	5,33	25,84	4,42	-1,322	,207
1875	22,87	4,92	24,41	5,53	-1,378	,190
2000	21,89	4,37	23,58	5,99	-1,285	,220
2125	21,89	4,55	23,12	6,78	-,987	,414
2250	21,38	4,35	23,7	6,53	-1,282	,292
2375	20,52	3,72	23,35	6,15	-1,866	,146
2500	19,61	4,23	22,92	5,57	-2,731	,046*
2625	17,37	5,21	22,19	4,52	-4,050	,001*
2750	15,7	4,63	22,18	3,74	-5,964	,000*
2875	14,87	4,14	20,94	4,06	-5,326	,000*
3000	15,25	3,62	19,97	3,85	-4,150	,001*
3125	16,2	3,80	19,04	5,31	-2,263	,040*
3250	17,18	4,34	17,71	5,67	-1,119	,282
3375	17,41	4,54	17,52	5,98	-,790	,443
3500	16,88	4,95	17,67	5,99	-,801	,436
3625	15,68	5,73	18,08	4,82	-1,143	,272
3750	14,5	6,02	17,36	3,71	-1,294	,217
3875	13,17	5,68	16,06	3,52	-1,648	,122
4000	12,01	5,23	14,48	4,45	-1,685	,114
4125	10,52	4,70	13,52	5,47	-2,011	,064
4250	9,8	4,20	12,72	4,71	-2,425	,029*
4375	9,05	4,09	11,96	4,25	-2,490	,026*
4500	9,11	3,63	11,17	3,33	-1,800	,177
4625	8,89	3,84	10,07	3,23	-,519	,612
4750	8,46	4,11	9,23	3,01	-,186	,855

Çizelge 4.5. (devam) Ölçülen frekans bantlarından elde edilen dB SPL değerleri

Frekans (Hz)	Erkek		Kadın		t	p
	Ortalama dB SPL	Standart Sapma (dB SPL)	Ortalama (dB SPL)	Standart Sapma (dB SPL)		
4875	7,82	4,33	7,84	2,87	,304	,765
5000	7,3	4,40	7,06	2,52	,556	,587
5125	7,21	4,19	6,17	2,50	1,035	,318
5250	6,98	3,58	5,83	2,51	1,245	,233
5375	6,67	3,11	5,85	2,72	1,234	,237
5500	6,21	2,72	5,83	3,14	,878	,395
5625	5,95	2,41	5,71	3,67	,656	,586
5750	5,96	1,74	5,65	4,34	,295	,817
5875	5,85	1,86	5,5	5,16	,187	,885
6000	5,7	2,40	5,88	5,53	-,209	,868
6125	6,24	2,64	6,37	5,29	***	,958
6250	6,01	2,68	6,07	5,60	-,236	,817
6375	5,85	2,92	6,59	5,12	-,514	,616
6500	5,67	3,00	6,39	5,27	-,490	,632
6625	5,67	3,39	6,75	5,21	-,642	,531
6750	5,03	3,57	6,53	5,55	-,685	,504
6875	4,65	3,47	6,32	5,09	-,822	,425
7000	4,27	2,97	5,76	5,06	-,804	,435
7125	3,55	2,47	5,64	3,99	-1,561	,141
7250	3,05	2,04	5,03	3,81	-1,790	,095
7375	2,6	1,85	4,44	3,65	-1,758	,101
7500	2,63	1,96	4,1	3,46	-1,448	,170
7625	2,39	2,40	3,59	3,35	-1,039	,316
7750	2,57	2,60	3,27	3,42	-,737	,473
7875	2,4	2,48	2,75	3,44	-,408	,690
8000	2,32	2,36	2,46	3,11	-,077	,939

* $p < 0,05$

*** Parametrik olmayan dağılım sergileyen Mann-Whitney U değerlendirmesi olduğu için t puanı yoktur.

Çizelge 4.5’de ise elde edilen frekans ölçümlerinin cinsiyete göre istatistiksel olarak anlamlı farklılıklarının değerleri görülebilir ($p < 0,05$). Tek yıldız ile işaretli değerler $p < 0,05$ oldukları için gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu söylenebilir. 62,5 ve 125 Hz için erkeklerin dB değeri istatistiksel olarak daha yüksek elde edilmişken; 750, 875, 2500, 2625, 2750, 2875, 3000, 3125, 4250 ve 4375Hz için kadınların dB değeri istatistiksel olarak daha yüksek elde edilmiştir.

Çizelge 4.6. Diğer parametrelerin cinsiyete göre ortalama değerleri

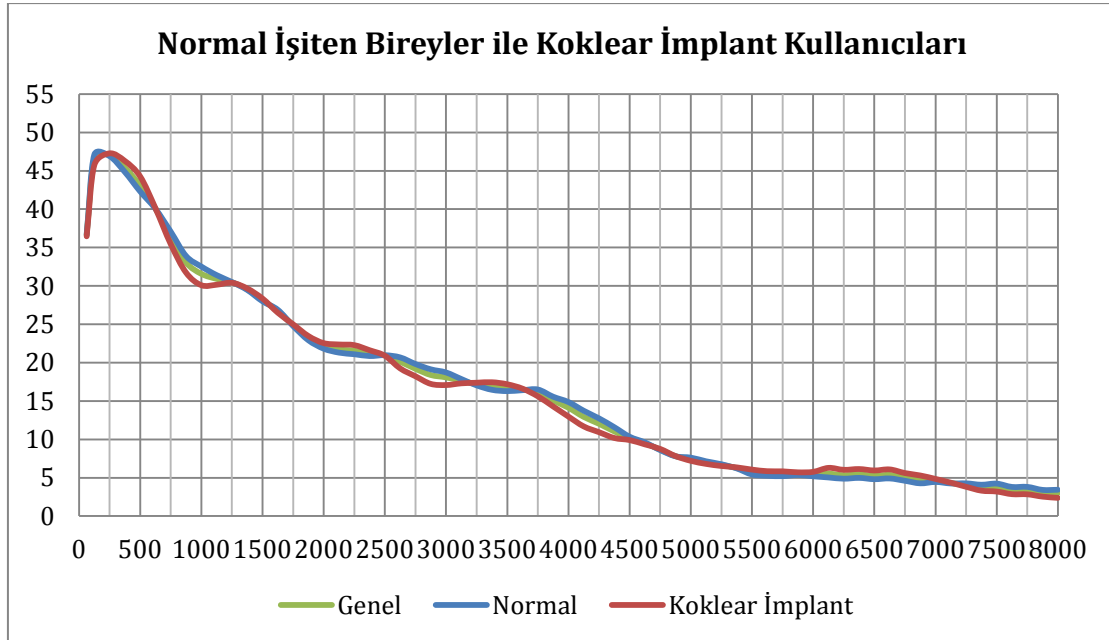
Parametre	Erkek		Kadın		t	p
	Ortalama (dB SPL)	Standart Sapma (dB SPL)	Ortalama (dB SPL)	Standart Sapma (dB SPL)		
KF0	167,95	30,49	231,78	23,73	-4,931	,000*
KF0 SD	30,96	8,05	36,12	9,39	-1,100	,290
Alfa	-22,98	3,51	-20,66	3,52	-2,660	,019*

* $p < 0,05$

Çizelge 4.6 incelendiği zaman görüleceği üzere cinsiyetler arasında KF0 ve Alfa değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar görülmektedir ($p < 0,05$). KF0 SD için ise istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık elde edilememiştir. Her üç ölçüm için de kadınlardan elde edilen değerler, erkeklere göre daha yüksektir.

4.3. Normal İşiten ve Koklear İmplant Kullanan Bireyler

Normal işiten ve koklear implant kullanan bireylerden elde edilen spektral dağılım Şekil 4.3’de görülebilmektedir.



Şekil 4.3. Koklear implant kullanan bireylerde Türkçe’nin uzun dönem spektral dağılımı

Şekil 4.3’de görüldüğü üzere enerji dağılımının büyük bir çoğunluğu 125 – 1250 Hz aralığında elde edilmiştir. 1250 Hz sonrasında ise 30 dB değerinin altına düşülmektedir.

Çizelge 4.7. Ölçülen frekans bantlarından elde edilen dB SPL değerleri

Normal İşiten			Koklear İmplant			
Frekans (Hz)	Ortalama dB SPL	Standart Sapma (dB SPL)	Ortalama (dB SPL)	Standart Sapma (dB SPL)	t	p
63	36,69	8,36	36,46	7,15	-1,625	,113
125	47,09	2,45	45,73	2,84	-1,984	,055
250	46,91	2,83	47,28	3,13	,236	,815
375	44,84	2,46	46,28	2,45	1,512	,140
500	42,31	2,06	44,27	2,08	2,807	,008*
625	40,04	2,14	40,11	2,89	,749	,459
750	37,06	4,01	35,44	3,81	-,082	,935
875	33,90	3,90	31,73	3,58	-,538	,594
1000	32,52	3,59	30,09	3,44	-1,418	,165
1125	31,41	3,56	30,16	2,96	-,735	,467
1250	30,51	2,86	30,41	3,13	,093	,927
1375	29,48	3,25	29,67	3,24	,447	,658
1500	27,99	3,16	28,35	4,09	,575	,569
1625	26,89	3,37	26,51	4,75	,211	,834
1750	24,77	3,27	25,00	5,32	,340	,736
1875	22,92	3,08	23,47	5,44	,412	,684
2000	21,82	3,08	22,55	5,31	,781	,442
2125	21,31	3,05	22,37	5,65	,736	,469
2250	21,10	3,35	22,28	5,52	***	,888
2375	20,86	3,06	21,62	5,17	,397	,695
2500	20,97	3,01	20,90	5,39	-,257	,799
2625	20,68	3,04	19,25	6,10	-,941	,356
2750	19,82	3,64	18,22	6,05	-,725	,474
2875	19,13	4,23	17,23	5,71	-,651	,519
3000	18,72	4,65	17,08	4,91	-,389	,699
3125	17,86	4,52	17,30	4,92	,004	,997
3250	17,04	4,50	17,39	4,98	,204	,840
3375	16,46	4,38	17,45	5,16	,247	,807
3500	16,29	4,12	17,18	5,44	,306	,761
3625	16,41	3,71	16,61	5,70	,016	,988
3750	16,50	3,64	15,61	5,67	-,557	,582
3875	15,56	3,79	14,30	5,45	-,701	,489
4000	14,87	3,89	12,97	5,33	-,919	,366
4125	13,73	4,22	11,69	5,40	-,834	,411
4250	12,74	4,36	10,94	4,76	-,581	,565
4375	11,59	4,45	10,18	4,45	***	,767
4500	10,35	3,99	9,91	3,65	***	,673
4625	9,60	3,66	9,35	3,66	-,061	,952
4750	8,60	3,71	8,76	3,78	***	,839
4875	7,80	3,32	7,83	3,93	-,438	,664

Çizelge 4.7. (devam) Ölçülen frekans bantlarından elde edilen dB SPL değerleri

Normal İşiten			Koklear İmplant			
Frekans (Hz)	Ortalama dB SPL	Standart Sapma (dB SPL)	Ortalama (dB SPL)	Standart Sapma (dB SPL)	t	p
5000	7,63	3,15	7,21	3,92	-,826	,414
5125	7,15	3,14	6,80	3,85	-1,092	,282
5250	6,76	2,80	6,53	3,44	-,858	,397
5375	6,22	2,85	6,36	3,15	-,746	,461
5500	5,43	2,71	6,06	2,97	-,147	,884
5625	5,26	2,67	5,85	2,93	-,176	,861
5750	5,21	2,94	5,84	2,90	,039	,969
5875	5,36	2,82	5,71	3,34	-,296	,769
6000	5,19	2,75	5,77	3,76	***	,563
6125	5,04	2,90	6,29	3,76	***	,719
6250	4,88	2,97	6,04	3,92	,407	,686
6375	4,98	3,35	6,14	3,87	,545	,590
6500	4,81	3,58	5,95	3,98	,553	,584
6625	4,91	3,85	6,09	4,21	,696	,491
6750	4,61	3,95	5,61	4,48	,618	,541
6875	4,27	3,78	5,30	4,26	,723	,475
7000	4,45	3,65	4,85	3,95	,354	,726
7125	4,26	3,49	4,36	3,39	,182	,857
7250	4,27	3,77	3,82	3,09	-,113	,911
7375	4,09	3,98	3,32	2,92	-,266	,792
7500	4,23	3,80	3,20	2,80	-,500	,620
7625	3,80	3,75	2,86	2,93	-,482	,633
7750	3,81	3,33	2,84	3,00	-,534	,597
7875	3,42	3,38	2,54	2,89	-,361	,721
8000	3,44	3,36	2,38	2,66	-,726	,473

* $p < 0,05$

*** Parametrik olmayan dağılım sergileyen Mann-Whitney U değerlendirmesi olduğu için t puanı yoktur.

Çizelge 4.7’de ise elde edilen frekans ölçümlerinin işitme koşuluna göre istatistiksel olarak anlamlı farklılıklarının değerleri görülebilir ($p < 0,05$). Tek yıldız ile işaretli değerler $p < 0,05$ oldukları için gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunan değerlerdir. Burada frekansların hemen hemen tamamında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gözlenmemekle birlikte sadece 500 Hz’de gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık elde edilmiştir ($p < 0,05$).

Çizelge 4.8. Diğer parametrelerin cinsiyete göre ortalama değerleri

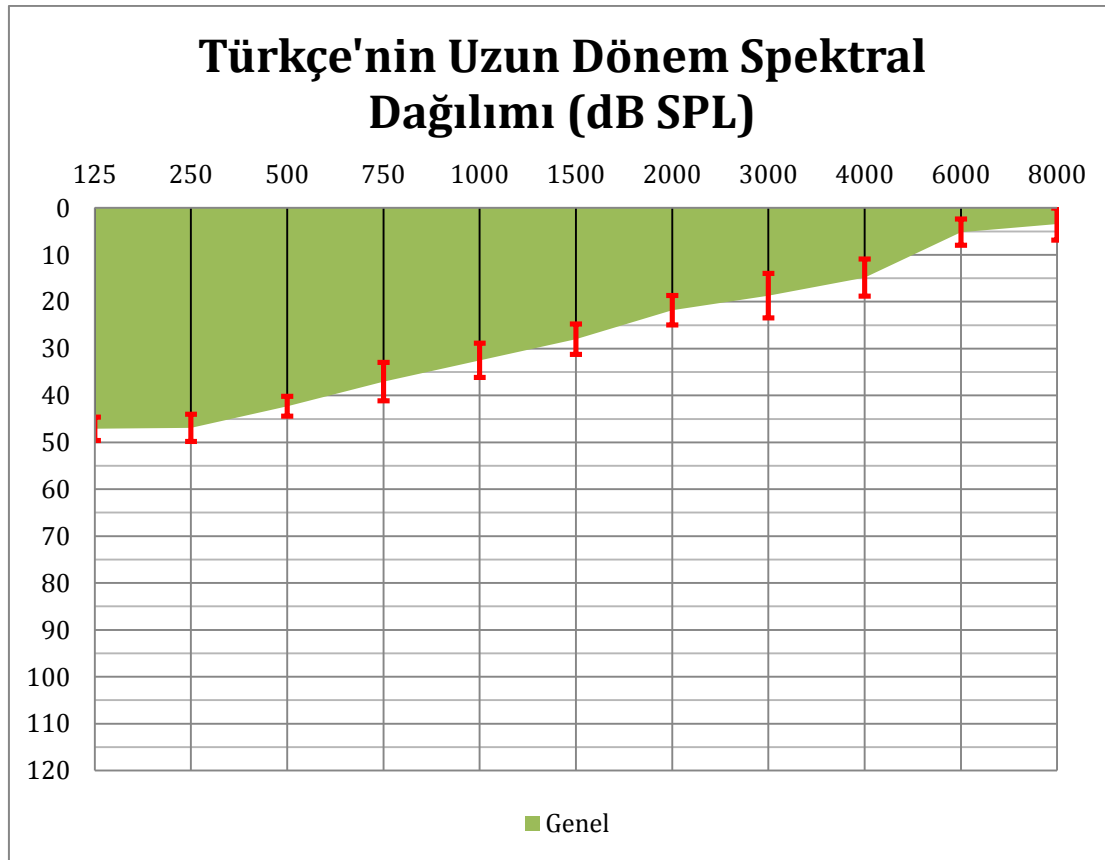
Parametre	Normal İşiten		Koklear İmplant		t	p
	Ortalama (dB SPL)	Standart Sapma (dB SPL)	Ortalama (dB SPL)	Standart Sapma (dB SPL)		
KF0	184,44	47,70	192,77	47,55	1,812	,079
KF0 SD	34,38	10,13	32,97	9,05	,682	,500
Alfa	-21,84	2,64	-22,08	3,98	,115	,909

* $p < 0,05$

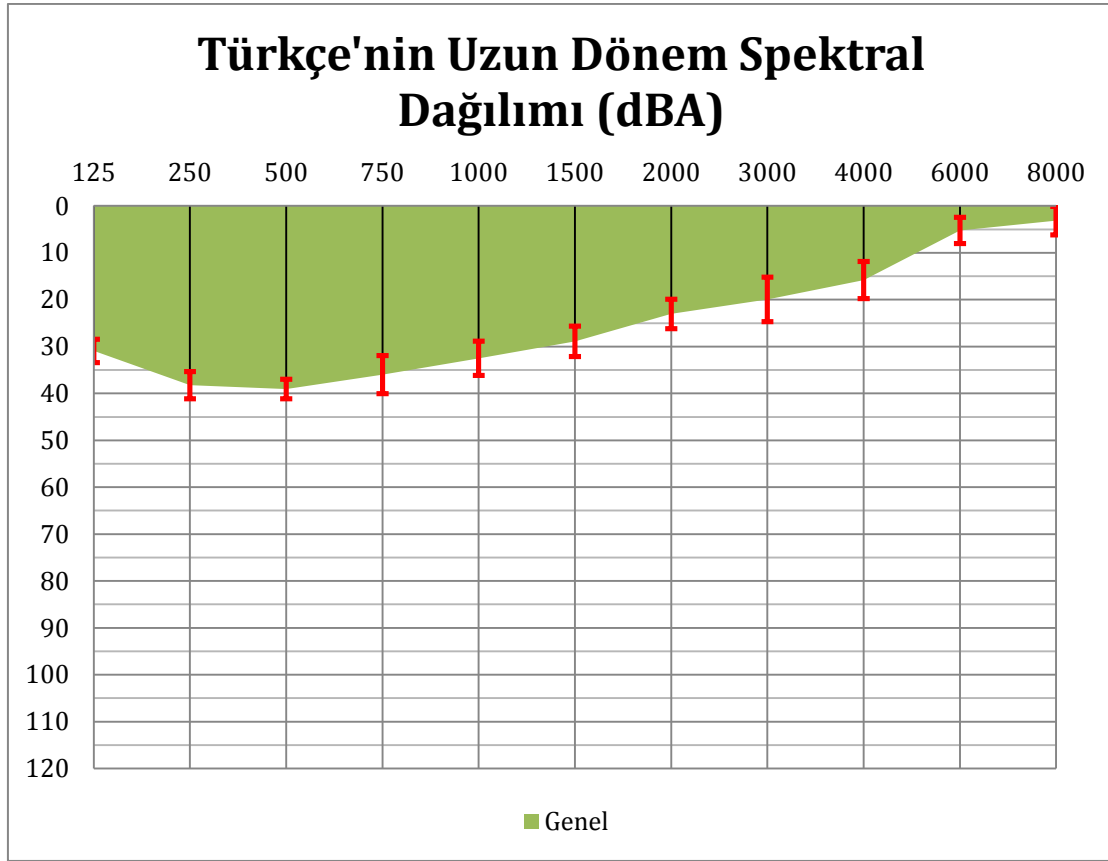
Çizelge 4.8 incelendiği zaman görüleceği üzere işitme koşulları arasında KF0, KF SD ve Alfa değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar görülmemektedir ($p < 0,05$).

4.4. Odyolojik Grafikler

Çalışmamızdan elde edilen şiddet ve frekans değerleri ile odyolojik değerlendirmelere yönelik bir yorumlama yapabilmek ve normal konuşmanın bir odyogram üzerinde hangi bölgeleri kapsayabileceğini tahmin edebilmek için Grafik 4.4 ve Grafik 4.5 hazırlanmıştır.



Şekil 4.4. KUDSÖ değerlendirmelerinde elde edilen değerlerin dB SPL cinsinden odyogram üzerindeki karşılıkları. Kırmızı bölgeler standart sapma aralıkları.



Şekil 4.5. KUDSÖ değerlendirmelerinde elde edilen değerlerin dBA cinsinden odyogram üzerindeki karşılıkları. Kırmızı bölgeler standart sapma aralıkları.

5. TARTIŞMA

Bu çalışmanın hedefi Türkçe dilinin geniş bir zaman örnekleminde elde edilen frekans ve şiddet özelliklerini ortaya koymak, bu değerlerin cinsiyete göre değişimini değerlendirmek ve post lingual dönemde işitme kaybı ortaya çıkan ve koklear implant kullanan bireylerin normal işiten bireyler ile karşılaştırılabilmesini sağlamaktır. Bu hedef doğrultusunda yapılan analizler ile ilgili olarak aşağıdaki başlıklar değerlendirmeye alınmıştır.

5.1. Normal İşiten Bireylerden Elde Edilen Değerler

Normal işiten bireylerde görülen frekans-şiddet dağılımı literatürdeki çalışmalar ile benzer bir görünüm sergilemektedir (Byrne ve diğerleri 1994; Leino, 2009; Master ve diğerleri 2008; Moradi ve diğerleri 2014; Ng ve diğerleri 2009). Ancak çalışmaların birçoğunda frekans aralığı, normalizasyon değeri, kayıt ekipmanı, kayıt ortamı ve kayıt edilen malzeme farklı olduğu için doğrudan dB değerleri değil, frekanslar arasındaki dB oranları açısından karşılaştırma yapmak daha doğru gözükmektedir.

Byrne ve diğerleri (1994) 12 dil ayrı için elde ettikleri KUDSÖ değerlerini incelemişler ve karşılaştırmışlardır. Bu çalışmada da bizim çalışmamız ile benzer şekilde 70 dB için normalizasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada en yüksek dB değerleri 125-630 Hz aralığında gözlenmektedir (57,7 - 60,5 dB SPL). Bizim çalışmamızda da 125-625 Hz aralığında en yüksek dB değerleri elde edilmiştir (45,55 - 40,07 dB SPL). Master ve diğerleri (2006) ise frekansların değerlerini ayrı ayrı vermemekle birlikte, normal konuşma sesinde en yüksek dB değerine sahip frekansın 282,5 Hz olduğunu belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda da tepe değer 250 Hz'de 47,06 dB olarak görülmektedir. Bu çalışmada da yine spektral dağılımın yoğunlaştığı bölge 120-1000 Hz aralığı olmuştur. Farklı ses kalitelerine sahip bireyleri karşılaştırdığı çalışmasında Leino (2009) tüm ses kalitesi örneklerinde bizim çalışmamız ile oldukça benzer bir spektrogram eğrisi elde etmiştir. Başta da belirttiğimiz gibi her ne kadar doğrudan KUDSÖ çalışmalarında doğrudan karşılaştırma yapmak güç olsa da; Byrne ve diğerleri (1994) belirttiği gibi diller arasında bazı frekanslarda anlamlı farklılıklar olmakla birlikte, genel olarak bakıldığında dilimizin de diğer diller ile benzer bir spektral dağılıma sahip olduğu söylenebilir.

Bizim çalışmamızda literatür ile farklılık gösteren en önemli bulgulardan bir tanesi Alfa değerleridir. Erkekler için -22,47, kadınlar için -21,37 ve genel ortalama olarak da -21,84 değeri elde edilmiştir. Diğer çalışmalar değerlendirildiğinde farklı değerler gözlenmektedir. Sundberg ve Nordenberg (2006) İsveççe konuşan katılımcıları kulaklıklar ile farklı gürültü seviyelerine maruz bırakarak onlardan aynı okuma malzemesini okumalarını istemişler ve spektral dağılımı incelemişlerdir. Bu çalışmada konuşmacılar daha yüksek sesle konuştukça Alfa değeri azalmakta ve spektral dağılım daha düz bir görünüme sahip olmaktadır (63,7 ve 88,0 dB SPL arasında -15,8 ve -1,0 arasında değişen Alfa değerleri). Bu çalışmada Alfa oranı için $1000 < \text{Alfa} \leq 6000$ Hz aralığı kullanılmıştır. Master ve diğerleri (2008) çalışmalarında Portekizce konuşan profesyonel aktörler ile ses eğitimi almamış bireyleri karşılaştırmış ve oyuncu olmayanlarda farklı konuşma seviyelerinde -13 ile -8 dB arasında Alfa değerleri elde etmişlerdir. Bu grupta ortalama dB SPL değerleri ise 85,5 ile 93,0 arasında değişmektedir. Bu çalışmada Alfa değeri ise 50 Hz – 1 kHz ile 1-5 kHz aralığının oranı şeklinde hesaplanmıştır. Diğer iki çalışma incelendiği zaman bu çalışma ile önemli bir fark gözlenmektedir. Sundberg ve Nordenberg (2006) 60-100 Hz aralığında -12 dB'e varan ve 2000-6000 Hz arasında +5 dB'e varan bir eğime sahip olan Shure SM58 mikrofon ile kayıtlarını gerçekleştirmişlerdir. Bu eğim doğal olarak 1kHz kesim frekansında ciddi dB değişikliklerini de beraberinde getirecektir. Ayrıca bu tarz çalışmalarda sıklıkla kullanılan Shure SM58 hem uygun olmayan bir frekans yanıtına sahiptir hem de dinamik bir mikrofon olduğu için proksimite/yakınlık sorununa sahiptir. Yani konuşmacıların mikrofondan uzaklaşması yanında düşük frekansların seviyesinin de düşmesini getirmektedir. Master ve diğerlerinin (2008) çalışmasında da benzer şekilde çalışmaya uygunluğu değerlendirilmemiş bir mikrofon kullanılmıştır. Bu açıdan çalışmamızın daha isabetli bir değerlendirme sunduğu düşünülmektedir.

5.2. Normal İşiten ve Koklear İmplant Kullanan Bireylerin Karşılaştırılması

Çalışmamızın ikinci hedefi ise post lingual dönemde işitme kaybı yaşayan ve koklear implant kullanmaya başlayan bireylerin, KUDSÖ değerlendirmeleri açısından normal işiten bireyler ile herhangi bir farklılık sergileyip sergilemediklerini değerlendirmektir. Bu amaçla 18 koklear implant kullanan birey değerlendirmeye alınmıştır. Bu grubun yaş ortalaması 39,7'dir ve 12 erkek, 6 kadından oluşmaktadır. Ülkemizde kullanılan üç büyük implant markasının kullanıcıları da bu grupta bulunmaktadır. Bu grup ile karşılaştırılan normal işiten grup da 12 erkek ve 6 kadından oluşmaktadır ve yaş ortalamaları 33,6'dır.

Koklear implant kullanan grubun ortalama işitme kaybı süresi 18,77 yıl (9-45 yıl aralığında), ortalama işitme kaybı başlangıç yaşları 21,3 yıl (7-49 yaş aralığında) ve ortalama koklear implant kullanım süresi de 30,11 ay (12-98 ay aralığında) şeklindedir. İşitme kayıplarının nedenleri farklılık göstermektedir (kafa travması, oto toksik etki, idiyopatik gibi). Daha önce koklear implant kullanan ve post lingual dönemde işitme kaybı yaşayan bireyler ile yapılan çalışmalarda koklear implant sonrasında sesin entonasyonu ve şiddetinin kontrolünde iyileşmeler ve F0 değerinde düşüş (Monini, Banci, Barbara, Argiro ve Filipo, 1997); implant kullanmaya başladıktan 12 ay sonra birinci ve ikinci formant bölge aralıklarında genişlemeler ve normal değerlere yaklaşımlar (Langereis, Bosman, van Olphen ve Smoorenburg, 1997); koklear implant kullanmayan çok ileri derecede işitme kayıplı bireylerle karşılaştırıldığında birçok ses parametresinde normal değerlere yaklaşma (Ubrig ve diğerleri 2011) gibi bulgular elde edilmiştir. Yani literatürde post lingual dönemdeki koklear implant kullanıcılarının, koklear implant kullanmaya başladıktan sonra akustik ses parametrelerinde norm değerlere bir dönüş gözlenmektedir. Bizim çalışmamızda da benzer bir şekilde hem frekans bantlarında hem diğer ek parametrelerde iki grup arasında anlamlı farklılıklar elde edilememiştir. Ancak bu noktada göz önüne alınması gereken en önemli nokta çalışmamızda koklear implant öncesi ses parametrelerini kontrol edebileceğimiz bir grubumuzun olmamasıdır. Çalışmamızda değerlendirilen bireylerin koklear implant öncesi dönemdeki ses kayıtları veya akustik analiz değerlendirmeleri elimizde bulunmadığı için bulgularımızın genellenebilirliği bu açıdan düşüktür.

Gruplar arasındaki benzerliği bozan tek frekans ise 500 Hz olmuştur. Bu durumun nedeni olarak gruplar arasındaki yaş farkı değerlendirmeye alınabilir. Linville ve Rens (2001) yaş ile KUDSÖ değerlerini karşılaştırmış ve spektrada 442-582 Hz arasındaki birinci tepenin frekansının yaş ile birlikte anlamlı derecede düştüğünü göstermiş ve bunun olası nedeni olarak da supraglottik yolun uzamasını göstermiştir. Bizim çalışmamızda da sadece 500 Hz için anlamlı bir fark elde edilmiş ve koklear implant kullanan grubun (yaş ortalaması daha yüksek olan grubun) bu frekanstaki dB değerinin daha yüksek olduğu (fark 1,96 dB) görülmüştür. Ancak bizim çalışmamızdaki 6,1 yıllık yaş farkının bu denli bir değişime yol açıp açamayacağı tartışmaya açık bir husustur. Bu fark dışındaki bulgular ele alındığında; koklear implant kullanıcılarının konuşma seslerinin akustik özelliklerinin, normal işiten bireyler ile herhangi bir farkı olmadığı görülmüştür.

5.3. Cinsiyet Etkisi

Çalışmamızda normal işiten ve koklear implant kullanan grupların cinsiyete göre değişimleri de değerlendirilmiştir. Literatür temel alınarak yapılacak değerlendirmelerin sağlıklı bir şekilde yürütülebilmesi için esas olarak normal işiten bireylerde gözlenen değişikliklere odaklanılmıştır.

Çalışmamızda sadece 62,5 Hz’de erkeklerin dB değerleri istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek elde edilmiştir. Kadınlarda ise 625-1000 Hz aralığı, 1625 Hz, 2750-3000 Hz aralığı, 4125-4375 Hz aralığı ve 7250-7875 Hz aralığı daha yüksek elde edilmiştir. Literatürde cinsiyetin KUDSÖ üzerindeki etkisi birçok kez gösterilmiştir. Mendoza ve diğerleri (1996) İspanyolca konuşan bireylerde 800, 960, 2880, 3040, 4160, 4320, 4480, 4640, 4800 ve 4960 Hz frekanslarında kadınlarda istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek değerler elde ederken; Byrne ve diğerleri (1994) 12 farklı dilde 160 Hz altında erkeklerde, 6000 Hz üstünde ise kadınlarda istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek değerler elde etmişlerdir.

Çalışmamızda anlamlı bulunmayan ve literatür ile genel olarak uyumlu olmayan tek bulgu daha önce de farklılık gösterdiği belirtilen cinsiyetlere göre Alfa değerinin değişimidir. Koklear implant grubunda cinsiyete göre Alfa değeri açısından istatistiksel olarak farklılık vardır ve erkeklerin Alfa değeri daha düşüktür. Normal işiten grupta da istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmasa da Alfa değeri erkeklerde ortalama olarak daha düşük elde edilmiştir. Yani erkeklerin yüksek frekans bölgesindeki (>1000 Hz) enerji, kadınlara göre daha düşüktür. Çalışmamızda genel olarak Alfa değeri ile ilgili elde edilen farklılıkların temelinde yatabilecek etkenlerden bir diğeri de katılımcıların genel konuşma sesi seviyeleridir. Vokal foldların kapanma fazları esnasındaki hava akımı yüksek frekans seslerin genliğini belirleyen bir etkidir; yani vokal foldlar fonasyon esnasında daha yavaş veya yetersiz derecede kapanırlarsa üst formant bölgesinin spektral seviyelerinde düşüşler gözlenebilir. Bu nedenle de konuşma sesinin gürlüğü ile yüksek frekans bölgesi daha ciddi şekilde etkilenebilir (da Silva ve diğerleri 2011). Çalışmamızda konuşmacıların kayıt esnasındaki konuşma sesi seviyeleri ile ilgili tek yönlendirme “doğal bir şekilde okumanız” şeklinde olmuştur. Ses seviyelerine yönelik bir ölçüm veya kalibrasyon yapılmaması Alfa değeri ile ilgili farklılıkların bir başka nedeni de olabilir.

KF0 değerinin kadınlarda biyolojik etkenler nedeniyle daha yüksek olduğu literatürde genel olarak kabul edilmiş bir durumdur. Gelfer ve Mikos (2005) belirttiği gibi çalışmalarda erkekler için konuşma temel frekansı 100-146 Hz aralığında; kadınlarda için ise 188-221 Hz aralığında görölmektedir (Master ve diğlerleri 2006; Mendoza ve diğlerleri 1996; Sergeant ve Welch, 2009; Takefuta, Jancosek ve Brunt, 1972). Bizim çalışmamızda da literatür ile uyumlu olarak erkeklerde KF0 134 Hz, kadınlarda 222 Hz şeklinde elde edilmiştir. Beklendiği gibi kadınlarda KF0 daha yüksektir. Bunun temel nedeni olarak erkeklerde vokal foldların daha uzun ve kalın olması ve vokal yolunun daha uzun olması gibi fizyolojik etkenler gösterilmektedir (Kahane, 1978).

KF0 ile ele alınması gereken bir diğler nokta da temel frekansın değışkenliğidir. Bu ölçüm için temel frekansın standart sapması değlerlendirilmektedir. Literatürdeki çalışmalarda söz konusu değışkenliğin kadınlarda daha yüksek olduğu ve bu değışkenlik nedeniyle erkek sesinin daha “monoton”, kadın sesinin ise daha “melodik” olduğu ve dinleyiciler tarafından sese göre cinsiyeti ayırt etmede etkili olabildiği belirtilmektedir. (Olsen, 1981; Puts, Apicella ve Cardenas, 2012; Takefuta ve diğlerleri 1972). Her ne kadar bu farklılığın fizyolojik etkenler neticesinde ortaya çıktığını savunan görüşler olsa da; hangi sesin “erkeksi” ve hangi sesin “kadınsı” olduğu ile ilgili yorumlar neticesinde ortaya çıkan psikososyal etkenlerin de rolü olduğu savunulmaktadır (Henton, 1995).

5.4. Odyolojik Yorumlar

Çalışmamızın temel hedefi olmamakla birlikte, gelecekteki çalışmalara kaynak olması açısından dBA ağırlıklama ile değlerlendirilmiş odyogram yorumu da çalışmamızda sunulmuştur. Grafiğimizde 125-1000 Hz arasında en yüksek değlerlerin elde edildiği ve 1500 Hz sonrasında ciddi bir düşüşün olduğu görölmektedir. Odyogram üzerinde görülen bu değlerler yorumlanırken işitme eşikleri ile ters bir ilişkileri olacağı göz önüne alınmalıdır. Yani düşük frekans seslerin enerjilerinin daha yüksek olması, düz bir odyogram eğrisine sahip işitme kayıplı bir bireyin bu bölgedeki işitme kaybından daha az etkileneceği ve konuşmanın düşük frekans içeriğini daha kolay duyabileceği anlamına gelebilir. Konuşmanın algılanabilmesi için 200 ve 5000 Hz arasındaki enerjinin duyulabilir olmasının önemine literatürde değinilmiştir (Marshall ve Bacon, 1981). Çalışmamızda da görüldüğü gibi özellikle 1500 Hz sonrasındaki frekansların ortalama enerjisi düşüş gösterebilmekte ve işitme cihazı ayarı gibi süreçler de zorlayıcı bir etken olabilmektedir.

Ancak bu bulgulardan yola çıkarak dilimizin anlaşılabilirliğini etkileyen frekanslara yönelik bir yorum yapmak sağlıklı olmayacaktır. Çünkü akustik analizlerde kullanılan Hızlı Fourier Dönüşümü gibi yöntemler sadece frekans bantlarının ortalama enerjisini sunar; hangi frekans bandının konuşma içerisinde hangi sıklıkla kullanıldığını değil. Bu nedenle ilerleyen süreçte fonem düzeyinde gerçekleştirilen kısa dönem akustik analizlerin gerçekleştirilmesi ve uzun dönem akustik analizler ile bir arada değerlendirilmesi önerilmektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

- 1) Bu çalışma ile diğer birçok dil için gerçekleştirilen uzun dönem spektral analizler Türkçe dili için ilk defa gerçekleştirilmiştir. Böylelikle dilimizin frekans ve şiddet özellikleri ve günlük hayatta nasıl bir duyuma sahip olduğu ortaya koyulmuştur.
- 2) Ortaya koyulan özellikler 68 farklı değişken ile ele alınmış ve bu özelliklere yönelik olarak cinsiyetlere bağlı farklılıklar analiz edilmiştir. Yapılan bu analizler ile hem literatür ile uyumlu bulgular elde edilmiş; hem de dilimize özgü farklılıklar değerlendirilmiştir.
- 3) Çalışmamız ile şimdiye kadar yabancı literatürde de değerlendirilmemiş olan koklear implant kullanıcılarının seslerinin uzun dönem spektral özellikleri ortaya koyulmuştur. Elde edilen bulguların, normal işiten bireyler ile benzer görülmüş olması ile koklear implant kullanımının insan sesi üzerindeki olumlu ve düzeltici etkileri objektif olarak ortaya koyulmuştur.
- 4) Türkçe'den elde edilen bu özellikler odyolojik değerlendirmeler açısından da ele alınmış ve modern bir odyogram üzerindeki olası şiddet-frekans eğrisi ortaya konulmuştur. Böylelikle “normal işitme” kavramının sınırları ve dilimizin sağlıklı bir şekilde anlaşılabilmesi için gerekli olan odyometrik düzen ile ilgili bilgiler elde edilmiştir.
- 5) Akustik analizlere yönelik çalışmalarda en çok dikkat edilmesi gereken noktalardan birisi olan kayıt mikrofonu frekans yanıtına dikkat çekilmiştir. Uzun dönem spektral dağılımın değerlendirilmesinde mikrofonun frekans yanıtının spektrumda düz veya düze yakın bir eğriye sahip olması gerektiği gösterilmiştir.
- 6) İlerleyen süreçte KUDSÖ değerlendirmelerinin farklı ses, konuşma ve işitme sorunları yaşayan hasta grupları ve farklı ses kullanım alanları olan normal işiten bireyler ile de gerçekleştirilmesi; dilimize özel değerlendirmelerde ise fonem düzeyinde analizlerin gerçekleştirilmesi önerilmiştir.

KAYNAKLAR

- Angelocci, A. A., Kopp, G. A. and Holbrook, A. (1964). The Vowel formants of deaf and normal hearing eleven to fourteen year old boys. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, (29), 156-160.
- Aronson, A. E., Bless, D. M. (2009). *Clinical Voice Disorders*: Thieme. 1, 2, 3, 8, 19.
- American Speech-Language-Hearing Association. (1993). Definitions of communication disorders and variations.
- Bartholomew, W. T. (1934). A Physical Definition of “Good Voice-Quality” in the Male Voice. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 5(3), 224-224.
- Baudonck, N., D'Haeseleer, E., Dhooge, I. and Van Lierde, K. (2011). Objective vocal quality in children using cochlear implants: a multiparameter approach. *Journal of Voice*, 25(6), 683-691.
- Baxter, P. J., Aw, T. C., Cockcroft, A., Durrington, P. and Harrington, J. M. (2010). Sound, Noise and the Ear, Ramsden, R.T. Saeed, S.R. Hunter's Diseases of Occupations, Tenth Edition, CRC Press. 460-461.
- Berg, R. E., Stork, D. G. (1995). *The Physics of Sound*: Prentice Hall. 155.
- Bloch, I., Behrman, A. (2001). Quantitative analysis of videostroboscopic images in presbylarynges. *The Laryngoscope*, 111(11), 2022-2027.
- Boersma, P., Weenink, D. (2001). Praat, a system for doing phonetics by computer. *Glott International*, 5(9-10), 341-345.
- Bolfan-Stosic, N., Simunjak, B. (2007). Effects of hearing loss on the voice in children. *Journal of Otolaryngology*, 36(2), 120-123.
- Buder, E. H. (2000). *Acoustic analysis of voice quality: A tabulation of algorithms 1902–1990. Voice Quality Measurement*. Michigan: Singular Publishing Group, 119-244.
- Byrne, D., Dillon, H., Tran, K., Arlinger, S., Wilbraham, K., Cox, R. and Lui, C. (1994). An international comparison of long-term average speech spectra. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 96(4), 2108-2120.
- Campisi, P., Low, A., Papsin, B., Mount, R., Cohen-Kerem, R. and Harrison, R. (2005). Acoustic analysis of the voice in pediatric cochlear implant recipients: a longitudinal study. *Laryngoscope*, 115(6), 1046-1050.
- Clark, J. G. (1981). Uses and abuses of hearing loss classification. *American Speech-Language-Hearing Association Journal*, 23(7), 493-500.
- Cleveland, T. F., Sundberg, J. and Stone, R. E. (2001). Long-Term-Average Spectrum Characteristics of Country Singers During Speaking and Singing. *Journal of Voice*, 15(1), 54-60.

- Coelho, A. C., Brasolotto, A. G. and Bevilacqua, M. C. (2012). Systematic analysis of the benefits of cochlear implants on voice production. *Jornal da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia*, 24(4), 395-402.
- Cox, R. M., Moore, J. N. (1988). Composite speech spectrum for hearing aid gain prescriptions. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 31(1), 102-107.
- Crocker, M. J. (1998). Chapter 64 Determining Human Response to Noise. *Handbook of Acoustics*: Wiley, 779.
- Çalışkan, M. ve Belgin, E. (Editörler). (2004). *Bölüm III Gürültü Ölçümü ve Değerlendirilmesi, Çalışma Yaşamında Gürültü ve İşitmenin Korunması*. Ankara: TTB Yayınları, 26.
- da Silva, P. T., Master, S., Andreoni, S., Pontes, P. and Ramos, L. R. (2011). Acoustic and long-term average spectrum measures to detect vocal aging in women. *Journal of Voice*, 25(4), 411-419.
- Davis, S. B. (1979). Acoustic characteristics of normal and pathological voices. *Speech and language: advances in basic research and practice*, (1), 271-335.
- Dehqan, A., Ansari, H. and Bakhtiar, M. (2010). Objective voice analysis of Iranian speakers with normal voices. *Journal of Voice*, 24(2), 161-167.
- Dehqan, A., Scherer, R. C. (2011). Objective voice analysis of boys with profound hearing loss. *Journal of Voice*, 25(2), 61-65.
- Evans, M. K., Deliyski, D. D. (2007). Acoustic voice analysis of prelingually deaf adults before and after cochlear implantation. *Journal of Voice*, 21(6), 669-682.
- Fant, G. (1982). Preliminaries to analysis of the human voice source. *STL-QPSR*, (4), 1-28.
- Fastl, H., Zwicker, E. (2007). *Psychoacoustics: Facts and Models*: Springer, 1, 203.
- Fletcher, H., Munson, W. A. (1933). Loudness, Its Definition, Measurement and Calculation. *Bell System Technical Journal*, 12(4), 377-430.
- Gelfer, M. P., Mikos, V. A. (2005). The relative contributions of speaking fundamental frequency and formant frequencies to gender identification based on isolated vowels. *Journal of Voice*, 19(4), 544-554.
- Gelfer, M. P., & Bennett, Q. E. (2013). Speaking fundamental frequency and vowel formant frequencies: effects on perception of gender. *Journal of Voice*, 27(5), 556-566.
- Gilbert, H., Campbell, M. (1980). Speaking fundamental frequency in three groups of hearing-impaired individuals. *Journal of Communication Disorders*, 13(3), 195-205.
- Giusti, M., Padovani, M., Behlau, M. and L., G. (2001). The Voice of Hearing Impaired Children. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology* (67), 29-35.

- Hadjitodorov, S., Mitev, P. (2002). A computer system for acoustic analysis of pathological voices and laryngeal diseases screening. *Medical Engineering & Physics*, 24(6), 419-429.
- Hagen, P., Lyons, G. D. and Nuss, D. W. (1996). Dysphonia in the elderly: diagnosis and management of age-related voice changes. *Southern Medical Journal*, 89(2), 204-207.
- Hartman, E., Cramon, D. (1984). Acoustic measurement of voice quality in central dysphonia. *Journal of Communication Disorders*, 17(6), 425-440.
- Henton, C. (1995). Pitch dynamism in female and male speech. *Language & Communication*, 15(1), 43-61.
- Hillenbrand, J. M. (2011). Acoustic Analysis of Voice: A Tutorial. *SIG 5 Perspectives on Speech Science and Orofacial Disorders*, 21(2), 31-43.
- Hirano, M., Hibi, S., Yoshida, T., Hirade, Y., Kasuya, H. and Kikuchi, Y. (1988). Acoustic analysis of pathological voice: some results of clinical application. *Acta Otolaryngologica*, 105(5-6), 432-438.
- Hocevar-Boltezar, I., Radsel, Z., Vatovec, J., Geczy, B., Cernelc, S., Gros, A. and Zargi, M. (2006). Change of phonation control after cochlear implantation. *Otology & Neurotology*, 27(4), 499-503.
- Hollien, H. (2014). Vocal Fold Dynamics for Frequency Change. *Journal of Voice*, 28(4), 395-405.
- Hollien, H., Dew, D. and Philips, P. (1971). Phonational frequency ranges of adults. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 14(4), 755-760.
- Humes, L. E., Dirks, D. D., Bell, T. S., Ahlstrom, C. and Kincaid, G. E. (1986). Application of the Articulation Index and the Speech Transmission Index to the recognition of speech by normal-hearing and hearing-impaired listeners. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 29(4), 447-462.
- Hunter, E. J., Spielman, J., Starr, A., & Popolo, P. (2007). Acoustic Voice Recording, "I am seeking recommendations for voice recording hardware". *Perspective on Voice and Voice Disorders*, 17(2), 7-14.
- Johnson, A. M., Kempster, G. B. (2011). Classification of the classical male singing voice using long-term average spectrum. *Journal of Voice*, 25(5), 538-543.
- Kahane, J. C. (1978). A morphological study of the human prepubertal and pubertal larynx. *American Journal of Anatomy*, 151(1), 11-19.
- Kinnunen, T., Hautamäki, V. and Fränti, P. (2006). *On the use of long-term average spectrum in automatic speaker recognition*. Paper presented at the 5th Internat. Symposium on Chinese Spoken Language Processing (ISCSLP'06), Singapore.
- Kishon-Rabin, L., Taitelbaum, R., Tobin, Y. and Hildesheimer, M. (1999). The effect of partially restored hearing on speech production of postlingually deafened adults

- with multichannel cochlear implants. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 106(5), 2843-2857.
- Kitzing, P. (1986). LTAS criteria pertinent to the measurement of voice quality. *Journal of Phonetics*, (14), 477-482.
- Kitzing, P., Akerlund, L. (1993). Long-time average spectrograms of dysphonic voices before and after therapy. *Folia Phoniatrica*, 45(2), 53-61.
- Kumar, B. R., Bhat, J. S. and Mukhi, P. (2011). Vowel Harmonic Amplitude Differences in Persons With Vocal Nodules. *Journal of Voice*, 25(5), 559-561.
- Langereis, M. C., Bosman, A. J., van Olphen, A. F. and Smoorenburg, G. F. (1997). Changes in vowel quality in post-lingually deafened cochlear implant users. *International Journal of Audiology*, 36(5), 279-297.
- Laver, J., Hiller, S. and Beck, J. M. (1992). Acoustic waveform perturbations and voice disorders. *Journal of Voice*, 6(2), 115-126.
- Leder, S. B., Spitzer, J. B. (1990). Longitudinal effects of single-channel cochlear implantation on voice quality. *The Laryngoscope*, 100(4), 395-398.
- Leino, T. (2009). Long-term average spectrum in screening of voice quality in speech: untrained male university students. *Journal of Voice*, 23(6), 671-676.
- Lejska, M. R. (2004). Voice field measurements—a new method of examination: the influence of hearing on the human voice. *Journal of Voice*, 18(2), 209-215.
- Levene, H. (1960). *Robust tests for equality of variances. Contributions to probability and statistics: Essays in honor of Harold Hotelling*. New York: Stanford University Press, 278-292.
- Linville, S. E., Rens, J. (2001). Vocal Tract Resonance Analysis of Aging Voice Using Long-Term Average Spectra. *Journal of Voice*, 15(3), 323-330.
- Lofqvist, A. (1986). The long-time-average spectrum as a tool in voice research. *Journal of Phonetics*, 14(3-4), 471-475.
- Lofqvist, A., Mandersson, B. (1987). Long-time average spectrum of speech and voice analysis. *Folia Phoniatrica*, 39(5), 221-229.
- Malkoç, E. (2009). Türkçe ünlü formant frekans değerleri ve bu değerlere dayalı ünlü dörtgeni. *Dil Dergisi*, 146, 71-85.
- Marshall, L., Bacon, S. P. (1981). Prediction of speech discrimination scores from audiometric data. *Ear and Hearing*, 2(4), 148-155.
- Maryn, Y., Roy, N., De Bodt, M., Van Cauwenberge, P. and Corthals, P. (2009). Acoustic measurement of overall voice quality: A meta-analysis. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 126(5), 2619-2634.

- Master, S., Biase, N. d., Pedrosa, V. and Chiari, B. M. (2006). The long-term average spectrum in research and in the clinical practice of speech therapists. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica*, 18(1), 111-120.
- Master, S., De Biase, N., Chiari, B. M. and Laukkanen, A. M. (2008). Acoustic and perceptual analyses of Brazilian male actors' and nonactors' voices: long-term average spectrum and the "actor's formant". *Journal of Voice*, 22(2), 146-154.
- McCullough, J. A., Tu, C., and Lew, H. (1993). Speech-spectrum analysis of Mandarin: implications for hearing-aid fittings in a multi-ethnic society. *Journal of American Academy of Audiology*, 4(1), 50-52.
- Mendoza, E., Valencia, N., Muñoz, J., and Trujillo, H. (1996). Differences in voice quality between men and women: use of the long-term average spectrum (LTAS). *Journal of Voice*, 10(1), 59-66.
- Monini, S., Banci, G., Barbara, M., Argiro, M. T. and Filipo, R. (1997). Clarion cochlear implant: short-term effects on voice parameters. *Otology & Neurotology*, 18(6), 719-725.
- Monsen, R. B., Engebretson, A. M. and Vemula, N. R. (1979). Some effects of deafness on the generation of voice. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 66(6), 1680-1690.
- Moradi, N., Maroufi, N., Bijankhan, M., Nik, T. H., Salavati, M., Jalayer, T. and Soltani, M. (2014). Long-term average spectra of adult Iranian speakers' voice. *Journal of Voice*, 28(3), 305-310.
- Murry, T., Singh, S. (1980). Multidimensional analysis of male and female voices. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 68(5), 1294-1300.
- Ng, M. L., Liu, H., Zhao, Q. and Lam, P. K. (2009). Long-term average spectral characteristics of Cantonese alaryngeal speech. *Auris Nasus Larynx*, 36(5), 571-577.
- Nickerson, R. S. (1975). Characteristics of the Speech of Deaf Persons. *Volta Review*, 77(6), 342-362.
- Nordenberg, M., Sundberg, J. (2004). Effect on LTAS of vocal loudness variation. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 29(4), 183-191.
- Oller, L. L. (2008). Analysis of voice signals for the Harmonics-to-noise Crossover Frequency. *School of Computer Science and Communication. Department of Speech, Music and Hearing*: UPC, 9.
- Olsen, C. (1981). Sex differences in English intonation observed in female impersonation. *Toronto Papers of the Speech and Voice Society*, 2, 30-49.
- Olszewski, A. E., Shen, L. and Jiang, J. J. (2011). Objective methods of sample selection in acoustic analysis of voice. *Annals of Otology, Rhinology & Laryngology*, 120(3), 155-161.

- Pauk, S. (2006). *Use of Long-Term Average Spectrum for Automatic Speaker Recognition*. Master Thesis, Department of Computer Science, Joensuu, 34-36.
- Perrin, E., Berger-Vachon, C., Topouzkhanian, A., Truy, E. and Morgon, A. (1999). Evaluation of cochlear implanted children's voices. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 47(2), 181-186.
- Pittam, J., Millar, B. M. (1988). The Long Term Spectrum of Voice. *Australian International Conference on Speech Science and Technology*, Sydney.
- Poissant, S. F., Peters, K. A. and Robb, M. P. (2006). Acoustic and perceptual appraisal of speech production in pediatric cochlear implant users. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 70(7), 1195-1203.
- Pontes, P., Brasolotto, A. and Behlau, M. (2005). Glottic characteristics and voice complaint in the elderly. *Journal of Voice*, 19(1), 84-94.
- Probst, R., Grevers, G. and Iro, H. (2005). *Basic Otorhinolaryngology: A Step-by-step Learning Guide*. London: Thieme, 213
- Puts, D. A., Apicella, C. L. and Cardenas, R. A. (2012). Masculine voices signal men's threat potential in forager and industrial societies. *Proceedings of the Royal Society Biology Sciences*, 279(1728), 601-609.
- Ramírez, J., Segura, J. C., Benítez, C., de la Torre, Á. and Rubio, A. (2004). Efficient voice activity detection algorithms using long-term speech information. *Speech Communication*, 42(3-4), 271-287.
- Rossing, T. D. (2007). *Handbook of Acoustics*: Springer Science & Business Media Sound of Human Voice: Speech and Singing, 2, 3, 4.
- Sergeant, D., Welch, G. F. (2008). Age-related changes in long-term average spectra of children's voices. *Journal of Voice*, 22(6), 658-670.
- Sergeant, D. C., Welch, G. F. (2009). Gender differences in long-term average spectra of children's singing voices. *Journal of Voice*, 23(3), 319-336.
- Shapiro, S. S., Wilk, M. B. (1965). An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, 52(3-4), 591-611.
- Siegel, G. M., Pick Jr, H. L. (1974). Auditory feedback in the regulation of voice. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 56(5), 1618-1624.
- Sivian, L. (1929). Speech Power and Its Measurement. *Bell System Technical Journal*, 8(4), 646-661.
- Stach, B. A. (1998). *Clinical Audiology: An Introduction*. New York: Singular Publishing, 51, 119, 606.
- Stevens, S., Egan, J. and Miller, G. (1947). Methods of measuring speech spectra. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 19(5), 771-780.

- Sundberg, J. (1995). The singer's formant revisited. *Voice*, 4, 106-119.
- Sundberg, J. and Nordenberg, M. (2006). Effects of vocal loudness variation on spectrum balance as reflected by the alpha measure of long-term-average spectra of speech. *J Acoust Soc Am*, 120(1), 453-457.
- Sundberg, J., Ternström, P. W. and Gramming, P. (1987). Long-Term-Average spectrum analysis of phonatory effects of noise and filtered auditory feedback: *STL-QPSR*, 28(1), 57-80.
- Takefuta, Y., Jancosek, E. and Brunt, M. (1972). *A statistical analysis of melody curves in the intonation of American English*. Paper presented at the Proceedings of the 7th International Congress of Phonetic Sciences.
- Tarnoczy, T., Fant, G. (1964). Some remarks on the average speech spectrum. *Speech Transmission Laboratory. Quarterly Progress and Status Reports, Royal Institute of Technology*, 13-14.
- Titze, I. R. (1995). Workshop on acoustic voice analysis: Summary statement. National Center for Voice and Speech.
- Titze, I. R. (2015). Toward a consensus on symbolic notation of harmonics, resonances, and formants in vocalization. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 137(5), 3005-3007.
- Türk, O., Şayli, Ö., Özsoy, A.S., Arslan, L.M. (2004). Türkçede ünlülerin formant incelemesi. *18. Dilbilim Kurultayı*, Ankara.
- Ubrig, M. T., Goffi-Gomez, M. V., Weber, R., Menezes, M. H., Nemr, N. K., Tsuji, D. H. and Tsuji, R. K. (2011). Voice analysis of postlingually deaf adults pre- and postcochlear implantation. *Journal of Voice*, 25(6), 692-699.
- Verdonck-de Leeuw, I. M. and Mahieu, H. F. (2004). Vocal aging and the impact on daily life: a longitudinal study. *Journal of Voice*, 18(2), 193-202.
- White, P. (2001). Long-term average spectrum (LTAS) analysis of sex-and gender-related differences in children's voices. *Logopedics Phoniatrics Vocology*, 26(3), 97-101.
- Xue, S. A., Hao, G. J. (2003). Changes in the Human Vocal Tract Due to Aging and the Acoustic Correlates of Speech ProductionA Pilot Study. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 46(3), 689-701.
- Zeren, A. (1997). *Müzik fiziği*. İstanbul: Pan Yayıncılık. 119.

EKLER

Ek-1. Etik Komisyon Kararı

Evrak Tarih ve Sayısı: 02/06/2015-66540



T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
Etik Komisyonu



Sayı : 77082166-604.01.02-
Konu : Değerlendirme ve Onay

Sayın Yrd. Doç. Bülent GÜNDÜZ
Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı Odyoloji Konuşma ve Ses Bozuklukları Programı -
Öğretim Üyesi

Tez Danışmanı olduğunuz Üniversitemiz Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı Arş.Gör.Mustafa YÜKSEL'in tez çalışması olan "*Türkçe'nin Uzun Dönem Spektral Özelliklerinin Değerlendirilmesi ve Normal İşiten ve Postlingual Koklear İmplant Kullanıcısı Yetişkinlerin Spektral Özellikler Açısından Karşılaştırılması*" başlıklı araştırma öneriniz incelenmiş ve Üniversitemiz Etik Komisyon ilkelerine uygun olduğuna oybirliği ile karar verilmiştir.

Bilgilerinizi rica ederim.

e-imzalıdır
Prof. Dr. Aysu DUYAN ÇAMURDAN
Komisyon Başkanı

EK :
1 Liste

18
30

Ankara
Tel:0 (312) 202 69 58 Faks:0 (312) 202 46 73
Web Adresi :http://etikkurul.gazi.edu.tr/

Bu belge 5070 sayılı Elektronik İmza Kanununun 5. Maddesi gereğince güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Ek-2. Veri Kullanım İzin Formu

VERİ KULLANIM İZİN FORMU

Araştırma Projesinin Adı: Türkçe'nin Uzun Dönem Spektral Özelliklerinin Değerlendirilmesi Ve Normal İşiten Ve Postlingual Koklear İmplant Kullanıcısı Yetişkinlerin Türkçe'nin Spektral Özellikler Açısından Karşılaştırılması

Sorumlu Araştırmacının Adı: Doç. Dr. Bülent Gündüz

Diğer Araştırmacıların Adı: Arş. Gör. Mustafa Yüksel

"Türkçe'nin Uzun Dönem Spektral Özelliklerinin Değerlendirilmesi Ve Normal İşiten Ve Postlingual Koklear İmplant Kullanıcısı Yetişkinlerin Türkçe'nin Spektral Özellikler Açısından Karşılaştırılması" isimli bir çalışmada yer almak üzere davet edilmiş bulunmaktasınız. Bu çalışma, araştırma amaçlı olarak yapılmaktadır ve katılım gönüllülük esasına dayalıdır. Çalışmaya katılma konusunda karar vermeden önce araştırma hakkında sizi bilgilendirmek istiyoruz. Çalışma hakkında tam olarak bilgi sahibi olduktan sonra ve sorularınız cevaplandıktan sonra eğer katılmak isterseniz sizden bu formu imzalamanız istenecektir. Bu araştırma, Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalında, Doç. Dr. Bülent Gündüz sorumluluğu altındadır.

Çalışmanın amacı nedir; benden başka kaç kişi bu çalışmaya katılacak?

Bu çalışmaya sizin dışınızda 47 kişi daha katılacak.

Bu çalışmaya katılmamalı mıyım?

Bu çalışmada yer alıp almamak tamamen size bağlıdır. Şu anda bu formu imzalarsanız bile istediğiniz herhangi bir zamanda bir neden göstermeksizin çalışmayı bırakmakta özgürsünüz. Eğer katılmak istemez iseniz veya çalışmadan ayrılırsanız, doktorunuz tarafından sizin için en uygun tedavi planı uygulanacaktır. Aynı şekilde çalışmayı yürüten doktor çalışmaya devam etmeniz sizin için yararlı olmayacağına karar verebilir ve sizi çalışma dışı bırakabilir, bu durumda da sizin için en uygun tedavi seçilecektir.

Bu çalışmaya katılırsam beni ne bekliyor?

Bu çalışma kapsamında sesinizi kayıt edeceğim. Ses kayıt odası akustik olarak düzenlenmiş bir odadır. Burada size Ömer Seyfettin-Diyet isimli eserden 2 sayfalık bir kısım okutacak ve okurken sesinizi kayıt edeceğim. Bu sesler ile ilgili daha sonra bir takım analizler yapacak ve verileri sadece istatistiksel amaçlarla kullanacağım. Bunlar dışında sizi herhangi bir değerlendirme veya müdahale beklemiyor.

Çalışmanın riskleri ve rahatsızlıkları var mıdır?

Araştırmadan dolayı göreceğiniz olası bir zararda gerekli her türlü tıbbi girişim tarafımızdan yapılacaktır; bu konudaki tüm harcamalar da tarafımızdan karşılanacaktır.

Çalışmada yer almamanın yararları nelerdir?

Her dilin kendine özgü bir takım akustik özellikleri bulunmaktadır. Bizim çalışmamızda da Türkçe dili için bu özellikler değerlendirilecek ve bilimsel olarak sunulacaktır. Bu sayede dilimizin özellikleri ile ilgili bir çok farklı bilgi edinilecek, ses ve konuşma bozukluklarının değerlendirilmesinde de yeni adımlar atılacaktır.

Bu çalışmaya katılmamanın maliyeti nedir?

Çalışmaya katılmakla parasal yük altına girmeyeceksiniz ve size de herhangi bir ödeme yapılmayacaktır.

Kişisel bilgilerim nasıl kullanılacak?

Çalışma doktorunuz kişisel bilgilerinizi, araştırmayı ve istatistiksel analizleri yürütmek için kullanacaktır ancak kimlik bilgileriniz gizli tutulacaktır. Yalnızca gereği halinde, sizinle ilgili bilgileri etik kurullar ya da resmi makamlar inceleyebilir. Çalışmanın sonunda, kendi sonuçlarınızla ilgili bilgi istemeye hakkınız vardır. Çalışma sonuçları çalışma bitiminde tıbbi literatürde yayınlanabilecektir ancak kimliğiniz açıklanmayacaktır.

Ek-2. (devam) Veri Kullanım İzin Formu

Daha fazla bilgi için kime başvurabilirim?

Çalışma ile ilgili ek bilgiye gereksiniminiz olduğunuzda aşağıdaki kişi ile lütfen iletişime geçiniz.

ADI : Mustafa Yüksel

GÖREVİ : Araştırma Görevlisi

TELEFON : 536 680 1356

(Katılımcının/Hastanın Beyanı)

GÜTF K.B.B Anabilim dalında, Doç. Dr. Bülent Gündüz tarafından tıbbi bir araştırma yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı ve ilgili metni okudum. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya “katılımcı” olarak davet edildim.

Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Eğer katılmayı reddedersem, bu durumun tıbbi bakımına ve hekim ile olan ilişkiye herhangi bir zarar getirmeyeceğini de biliyorum. Projenin yürütülmesi sırasında herhangi bir neden göstermeden araştırmadan çekilebilirim. *(Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemim uygun olacağının bilincindeyim)*. Ayrıca tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi koşuluyla araştırmacı tarafından araştırma dışı da tutulabilirim.

Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana da bir ödeme yapılmayacaktır.

Araştırmadan elde edilen benimle ilgili kişisel bilgilerin gizliliğinin korunacağını biliyorum.

Araştırma uygulamasından kaynaklanan nedenlerle meydana gelebilecek herhangi bir sağlık sorununun ortaya çıkması halinde, her türlü tıbbi müdahalenin sağlanacağı konusunda gerekli güvence verildi. (Bu tıbbi müdahalelerle ilgili olarak da parasal bir yük altına girmeyeceğim).

Araştırma sırasında bir sağlık sorunu ile karşılaştığımda; herhangi bir saatte, Doç. Dr. Bülent Gündüz’ü, Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi KBB ABD’de bulabileceğimi ve 312 202 64 83 numaralı telefondan arayabileceğimi biliyorum.

Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Bu koşullarla söz konusu klinik araştırmaya kendi rızamla, hiç bir baskı ve zorlama olmaksızın, gönüllülük içerisinde katılmayı kabul ediyorum.

İmzalı bu form kâğıdının bir kopyası bana verilecektir.

Katılımcı

Adı, soyadı:

Adres:

Tel:

İmza:

Tarih:

Katılımcı ile görüşen hekim

Adı soyadı, unvanı:

Adres:

Tel:

İmza:

Tarih:

Ek-3. Diyet

Dar kapısından başka aydınlık girecek hiçbir yeri olmayan dükkânında tek başına, gece gündüz kıvılcımlar saçarak çalışan Koca Ali, tıpkı kafese konmuş terbiyeli bir aslanı andırıyordu. Uzun boylu, iri pençeli, kalın pazılı, geniş omuzlu bir pehlivandı. On yıldır bu karanlık in içinde ham demirden dövdüğü kılıç ve namluları tüm Anadolu'da, tüm Rumeli'de sınır boylarında büyük bir ün kazanmıştı. Hatta İstanbul'da bile yeniçeriler, satın alacakları kamaların, saldırmaların, yatağanların üstünde "Ali Usta'nın işi" damgasını arıyorlardı. O, çeliğe çifte su vermesini biliyordu. Uzun kılıçlar değil, yaptığı kısacık bıçaklar bile iki kat olur, kırılmazdı, "Çifte su vermek" sanatının, yalnız ona özgü bir sırrı vardı. Yanına çırak almaz, kimseyle çok konuşmaz, dükkânından dışarı çıkmaz, durmadan uğraşırdı. Bekârdı. Hısımlı, akrabası yoktu. Kentin yabancısıydı. Kılıçtan, demirden, çelikten, ateşten başka söz bilmez, pazarlığa girişmez, müşterileri ne verirse alırdı. Yalnız savaş zamanları ocağını söndürür, dükkânının kapısını kilitler, kaybolur, savaştan sonra ortaya çıkardı. Kentte onunla ilgili birçok hikâye söylenirdi. Kimi "cellat elinden kaçmış bir çelebi", kimi "sevgilisi öldüğü için dünyadan elini eteğini vakitsiz çekmiş garip" derdi. Siyah şahane gözlerinin mağrur bakışından, soylu davranışlarından, gururlu suskunluğundan, düzgün sözlerinden onun öyle sıradan bir adam olmadığı belliydi... Ama kimdi? Nereliydi? Nereden gelmişti? Bunları bilen yoktu. Halk onu seviyordu. Kentte böyle tanınmış bir ustanın bulunması herkes için ayrı bir övünç kaynağıydı.

Koca Ali en kalın, en katı demirleri mısır yaprağı gibi incelten, kâğıt gibi yumuşatan sanatını kimseden öğrenmemiş, kendi kendine bulmuştu. Daha on iki yaşındayken, sert bir beylerbeyi olan babasının başı vurulmuş, öksüz kalmıştı. Amcası çok zengindi. Gösterişe düşkün bir vezirdi. Onu yanına aldı. Okutmak istedi. Belki devlet katında yetiştirecek, büyük görevlere çıkaracaktı. Ama Ali'nin yaratılışında "başkasına gönül borcu olmak" gibi bir sızlanmaya yer yoktu. "Ben kimseye eyvallah etmeyeceğim," dedi. Bir gece amcasının konağından kaçtı. Başboş bir adsız gibi dağlar, tepeler, dereler aştı. Adını bilmediği ülkelerde dolaştı. Sonunda Erzurum'da yaşlı bir demircinin yanına girdi. Otuz yaşına kadar Anadolu'da uğramadığı kent kalmadı. Kimseye boyun eğmedi. Gönül borcu olmadı. Ekmeğini taştan çıkardı. Alnının teriyle kazandı, içinde "kutsal ateş"ten bir alev bulunan her yaratıcı gibi, para için değil, sanatı, sanatının zevki için çalışıyordu. "Çeliğe çifte su vermek" onun aşkıydı. Gönüllü olarak savaşımlara gittiği zamanlar yeniçerilerin, sipahilerin, sekbanların arasında, Ali Usta, işinin övgüsünü duydukça tadı dille anlatılmaz bir mutluluk

duyardı. Ölünceye kadar böyle hiç durmadan çalışırsa daha birkaç bin gaziye kırılmaz kılıçlar, kalkanlar parçalayan çelik yatağanlar, zırhlar, keskin ağır saldırımlar yapacaktı. Bunu düşündükçe gülümser, tatlı tatlı yüreği çarpar, ruhundan kopan bir atılımla örsünün üzerinde milyonlarca kıvılcım tutuştururdu.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : YÜKSEL, Mustafa
 Uyruğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 08.01.1985, Ankara
 Medeni hali : Bekâr
 Telefon : 0536 680 13 56
 Faks :
 E-posta : pskmustafayuksel@hotmail.com

Eğitim Derecesi	Okul/Program	Mezuniyet yılı
Yüksek Lisans	Gazi Üniversitesi Odyoloji, Konuşma ve Ses Bozuklukları	Devam Ediyor
Lisans	Hacettepe Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Psikoloji Bölümü	2008
Lise	Fethiye Kemal Mumcu Anadolu Lisesi	2003

İş Deneyimi, Yıl	Çalıştığı Yer	Görev
2008-2009	Bil-Tek Psikoteknik Değerlendirme Merkezi	Psikolog
2009-2010	S.G.K. 75. Yıl Dinlenme ve Bakımevi	Psikolog
2010-2012	MK2 Yapımcılık	Ses Mühendisi
2012-2013	Sağlık Bakanlığı Ruh Sağlığı Programları Daire Başkanlığı	Psikolog
2013-Devam Ediyor	Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi KBB ABD, Odyoloji BD	Araştırma Görevlisi

Yabancı Dil

İngilizce



GAZİ GELECEKTİR..

