

**T.C.
TURGUT ÖZAL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ODYOLOJİ VE KONUŞMA BOZUKLUKLARI ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK FREKANS İŞİTME KAYIPLARINDA İŞİTME CİHAZI
FREKANS KAYDIRMA ÖZELLİĞİNİN KONUŞMAYI AYIRT
ETMEYE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gökhan PALABIYIK

**TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Mehmet GÜNDÜZ**

ANKARA 2016

T.C.
TURGUT ÖZAL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ODYOLOJİ VE KONUŞMA BOZUKLUKLARI ANABİLİM DALI

YÜKSEK FREKANS İŞİTME KAYIPLARINDA İŞİTME CİHAZI
FREKANS KAYDIRMA ÖZELLİĞİNİN KONUŞMAYI AYIRT
ETMEYE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gökhan PALABIYIK

TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Mehmet GÜNDÜZ

ANKARA 2016

BİLİMSEL ETİK KURUL BİLDİRİM SAYFASI

Turgut Özal Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmamda,

* Tez içeriğindeki tüm belge ve bilgileri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,

* Yazılı, görsel ve işitsel bütün bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun bir şekilde sunduğumu,

* Başkalarının eserlerinden yaralandığım durumlarda, ilgili eserin bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,

* Atıfta bulunduğum tüm eserlerin kaynak olarak gösterdiğimi,

* Tezimde kullandığım tüm verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,

* Bu tezin herhangi bir bölümünü Turgut Özal Üniversitesinde ya da başka bir üniversitede bir tez çalışması olarak sunmadığımı beyan ederim.

10./05/2016

Gökhan PALABIYIK

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Mehmet GÜNDÜZ Turgut Özal Üniversitesi

JÜRİ ÜYELERİ KABUL ve ENSTİTÜ ONAY SAYFASI

Sağlık Bilimleri Enstitü Müdürlüğüne;

Gökhan PALABIYIK tarafından hazırlanan “ **Yüksek Frekans İşitme Kayıplarında İşitme Cihazı Frekans Kaydırma Özelliğinin Konuşmayı Ayırt Etmeye Etkisinin Araştırılması** ” başlıklı bu çalışma 10/05/2016 tarihin’de yapılan savunma sınavı sonucunda aşağıdaki jüri tarafından (oybirliği/oyçokluğu) ile başarılı bulunarak Turgut Özal Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Odyoloji Anabilim dalında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

İmza

Jüri Başkanı :Prof. Dr. Mehmet GÜNDÜZ Turgut Özal Üniversitesi




Tez Danışmanı: Prof. Dr. Mehmet GÜNDÜZ Turgut Özal Üniversitesi



Üye : Prof. Dr. Yıldırım Ahmet BAYAZIT Medipol Üniversitesi



Üye : Yrd.Doç.Dr. Mesut KAYA Turgut Özal Üniversitesi



ONAY:

Bu yüksek lisans tezi, yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve kabul edilmiştir.

...../...../20.... tarih ve Sayılı Sağlık Bilimleri Enstitü Yönetim Kurulu kararı ile onaylanmıştır.

(İMZA)

Doç. Dr. Hüsamettin ERDAMAR

Enstitü Müdürü

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

Sayfa No:

Bilimsel Etik Bildirim Sayfası	
Jüri Üyeleri Kabul ve Enstitü Onay Sayfası	
Önsöz	i
Türkçe Özet	ii
İngilizce Özet (Abstract).....	iii
Şekiller Dizini.....	iv
Tablolar Dizini.....	v
Kısaltmalar Dizini.....	vi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. İŞİTME ANATOMİSİ	3
2.1.1. Dış Kulak.....	4
2.1.2. Orta Kulak	4
2.1.3. İç Kulak.....	6
2.1.4. Santral İşitme Yolları	10
2.2. İŞİTME FİZYOLOJİSİ	11
2.2.1. Ses dalgası ve özellikleri.....	11
2.2.2. işitme	11
2.3.İŞİTME KAYIPLARI.....	17
2.3.1. İletim Tipi İşitme Kaybı (İTİK)	17
2.3.2 Sensörinöral İşitme Kaybı (SNİK)	17
2.3.3. Mikst tip İşitme Kaybı	17
2.3.4. Santral İşitme Kaybı.....	17
2.3.5. Fonksiyonel / Non-Organik İşitme Kaybı	17
2.4. İŞİTME KAYBI DERECELENDİRİLMESİ	18
2.5. İŞİTME TESTLERİ.....	18
2.5.1. Saf Ses Odyometri.....	18
2.5.2. Konuşma Testleri	20
2.5.2.1. Konuşmayı Anlama Eşiği Testi (KAE)	21
2.5.2.2. Konuşmayı Fark Etme Eşiği Testi (KFE).....	22
2.5.2.3. Konuşmayı Ayırtetme Testi (WDS&SD)	23

2.5.2.4. En Rahat Ses Seviyesi Testi (MCL)	26
2.5.2.5. Rahatsız Edici Ses seviyesi Testi (UCL)	26
2.5.2.6. Serbest Saha Testi	26
2.6. İŞİTME CİHAZLARI	27
2.6.1. Hava ve Kemik Yolu işitme Cihazları	27
2.6.2. implante edilebilen işitme cihazları	28
2.6.3. Sinyal işleme teknolojilerine göre işitme cihazları	29
2.6.3.1. Analog işitme cihazları	29
2.6.3.2. Programlanabilir işitme cihazları	29
2.6.3.3. Dijital işitme cihazları	29
2.6.4. İşitme Cihazı Frekans kaydırma Özelliği	31
2.7. İŞİTME CİHAZI UYGULAMALARI	35
2.7.1. Tek ve/veya Çift taraflı işitme cihazı uygulamaları	37
2.7.2. İşitme cihazı uyg. odyolojik değerlendirme	37
2.7.3. İşitme Cihazı Öncesi Dönem (Prefitting)	37
2.7.4. İşitme Cihazlı Dönemi (Fitting)	38
2.7.5. İşitme Cihazı Sonrası Dönem (Postfitting)	38
3. GEREÇ VE YÖNTEMLER	40
4. BULGULAR	45
5. TARTIŞMA	48
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	51
KAYNAKLAR	53

EKLER

EK 1. Klinik Araştırmalar Etik Kurul Kararı

EK 2. Gönüllü Katılım (Bilgilendirilmiş Onay) Formu

EK 3. Üç Heceli Kelime Listesi

EK 4. izofonik Tek Heceli Kelime Listesi

ÖZGEÇMİŞ

ÖNSÖZ

Odyoloji yüksek lisans öğrenimim boyunca ve bu tezin hazırlanmasında her türlü destek ve katkılarını gördüğüm Turgut Özal Üniversitesi Tıp Fakültesi KBB Anabilim Dalı Başkanı ve tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Mehmet GÜNDÜZ'e, Yrd. Doç.Dr. Mesut KAYA'ya, Yrd.Doç.Dr.Mustafa Yüksek'e, Uzm. Ody. Selim ÜNSAL'a,

Yüksek lisans eğitimimiz boyunca gösterdikleri samimi dostluk ve yardımlarından dolayı Duyumed A.Ş. Genel Müdürü Ahmet Çağatay Türe'ye, Uzm.Ody.Murat KAYA ve Uzm.Ody.Ayhan Admış'a

Sadece yüksek lisans öğrenimim boyunca değil tam 11 yıldır beni her noktada destekleyen, görüş ve düşüncelerini benimle paylaşan, yardımını ve emeğini hiçbir zaman esirgemeyen, Sevgili Eşim Hacer Palabıyık'a,

Öğrenimim boyunca okula giderken beni yolcu eden ve sımsıkı bana sarılan çabuk gel baba diyerek duasını eksik etmeyen 9 yaşındaki kızım Adile Nisa Palabıyık'a

Baba bana ne getirdin diye dönüşümü sabırsızlıkla bekleyen 4 yaşındaki Oğlum Muhammed Selim Palabıyık'a sonsuz teşekkür ediyorum.

Gökhan PALABIYIK

ÖZET

PALABIYIK, Gökhan. Yüksek Frekans İşitme Kayıplarında İşitme Cihazı Frekans Kaydırma Özelliğinin Konuşmayı Ayırt Etmeye Etkisinin Araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2016.

Sensörinöral işitme kayıpları işitme sistemindeki frekans seçiciliğini zarar vererek, konuşma spektrumundaki konuşmayı tanıma yeteneğine etki eder. Buna bağlı olarak işitme sistemimiz de sesli fonemlerin ayırt edilmesinde bozukluklara yol açmaktadır. Kelime listelerin de fonem ve frekans özelliklerinin belirlenmesi ile konuşmanın algılanmasında önem arz eden frekans değerlerinin belirlenmesi mümkün olacaktır. Bunun nedeni olarak, işitme cihazı teknolojisindeki gelişmeler ve koklear implant uygulamalarının giderek yaygınlaşmasıdır. Konuşma ayırt etmeye etki eden frekans değerleri belirlendikten sonra, işitme cihazları ve koklear implant performanslarının değerlendirmesinde, Türkçe için yeni test modellerinin geliştirilmesinin mümkün olabileceği düşünülmektedir. Yüksek frekans kelimeler de, alçak frekans kelimelere göre cevap daha hızlı verilmektedir. Bu etki “kelime frekansı etkisi” olarak bilinmektedir. Çalışmanın amacı, yüksek frekans işitme kayıplı kişilerin işitme cihazı frekans kaydırma yöntemlerinin konuşmayı ayırt etmeye ne düzeyde etki ettiğini belirlemektir.

Sonuç olarak; Konuşma, işitme sisteminde tanımı zor olan karmaşık bir uyarın şeklidir. Konuşmanın içeriğinin de farklı dinleme durumu, farklı konuşmacı, çevre ve bozulma etkisiyle değişim göstermektedir. Çalışmamızdaki sonuçlar konuşmayı ayırt etmenin hem spektral olarak hem de temporal ipuçlarına göre değerlendirilmesi gerekliliğini düşündürmektedir. İşitme kaybından dolayı spektral çözümlemenin bozulduğu veya zarar gördüğü durumlarda daha iyi konuşmayı ayırt etme için işitme cihazlarının alternatif frekans kaydırma özelliklerinin kullanılmasını olanak sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: İşitme cihazı, konuşmayı ayırt etme skoru, frekans kaydırma

ABSTRACT

PALABIYIK, Gökhan. Investigation of Frequency Transfer Feature's Effect On Speech Discrimination At High Frequency Hearing Losses, Master Thesis, Ankara, 2016.

Sensorineural hearing losses disrupt frequency selectivity on hearing system, affect the ability to recognize the difference at speech spectrum. Therefore, it causes disruptions on recognizing vowel phonemes. At phoneme and frequency features of word lists after making specification, it is possible to specify significant frequency values in the perception of speech.

The reason of this thought is technological improvements and the spread of cochlear implants. After frequency values are specified at speech discrimination, it is possible to develop new tests for Turkish on making cochlear implant performance evaluations. High frequency words are replied faster than low frequency words. This effect is known for “word frequency effect”. Aim of this study is to specify how hearing aid frequency shift feature affects the people's speech discrimination with high frequency hearing losses.

In conclusion; Speech is a kind of complex stimulus of which definition is difficult in hearing system. The content of the speech changes according to different listening situation, different speaker, environment and disruption effect. The results in our research tell us to evaluate speech discrimination cues both spectral and temporal. According to hearing losses, when spectral analysis is disrupted or losses, temporal cues for speech discrimination create requirements to use alternative frequency shift strategies.

Key Words: Hearing Aid, Word Discrimination Score, WDS, frequency shift

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No:

Şekil 1. Kulak yapıları	3
Şekil 2. Orta kulak yapısı.....	5
Şekil 3. İç kulak yapısı.....	6
Şekil 4. Kemik ve zar labirent	7
Şekil 5. Koklea	8
Şekil 6. Korti organı	8
Şekil 7. Santral işitme yolları	10
Şekil 8. İlerleyen dalga modeli.....	14
Şekil 9. İşitsel uyarılmış potansiyeller	15
Şekil 10. Aksiyon potansiyeli.....	15
Şekil 11. İnterakustik marka AC40 model Odyometre cihazı	19
Şekil 12. TDH 39 hava yolu başlığı	19
Şekil 13. Kemik yolu ekipmanı.....	20
Şekil 14. Normal-iletim-Koklear ve Retrokoklear Patolojilerde WDS	24
Şekil 15. İşitme Cihazları.....	28
Şekil 16. Koklear İmplant Cihazı	28
Şekil 17. Analog işitme cihazı çalışma prensibi	29
Şekil 18. Dijital işitme cihazı çalışma prensibi	30
Şekil 19. İşitme Cihazı Yüksek Frekanslarda Tipik Hoparlör kazanç Düşüşü	31
Şekil 20. /s/ Fonemi için Frekans Kaydırmalı İşitme Cihazı Çıkışı	32
Şekil 21a. Frekans Transferinde Kullanılan kaynak Bökge	33
Şekil 21b. Transfer Edilen Frekans bölgesi	33
Şekil 22. Spektrogram Frekans Kaydırma,Kapalı (sol), Açık (sağ).....	34
Şekil 23. Verifit Giriş Sinyalleri.....	34
Şekil 24. Lineer cihazları için fitting algoritmalar	39
Şekil 25. Non-lineer cihazlar için fitting algoritmalar.....	39
Şekil 26. Serbest saha hoparlör yerleşim planı	43

TABLULAR DİZİNİ**Sayfa No:**

Tablo 1.	İşitme Kaybı Sınıflandırılması.....	18
Tablo 2.	Konuşmayı Ayırtetme skor yorumlama	23
Tablo 3.	Lezyonun yerine göre konuşmayı ayırtetme bulguları.....	26
Tablo 4.	Demografik özelliklerin gruplara göre istatistiksel analizi.....	40
Tablo 5.	S.S.O. işitme kaybı derecelerine göre istatistiksel analizi	41
Tablo 6.	S.S.O. gruplara göre istatistiksel analizi.....	45
Tablo 7a.	SSO grup içerisinde ve gruplar arası istatistiksel analizi	45
Tablo 7b.	SRT grup içerisinde ve gruplar arası istatistiksel analizi.	46
Tablo 7c.	MCL grup içerisinde ve gruplar arası istatistiksel analizi.....	46
Tablo 7d.	UCL grup içerisinde ve gruplar arası istatistiksel analizi.....	46
Tablo 8.	Konuşmayı ayırtetme skorlarının istatistiksel analizi	47
Tablo 9.	İşitme skoru sınıflandırmasının grup içinde dağılımı	47

KISALTMALAR DİZİNİ

AC	:	Alternatif Akım
DC	:	Doğru Akım
cSSO	:	Cihazlı Saf Ses Ortalaması
cKAS	:	Cihazlı Konuşmayı Ayırtetme Skoru
dB	:	Desibel
DTH	:	Dış Tüylü Hücre
FK	:	Frekans Kaydırma
fkSSO	:	Frekans kaydırmalı Saf Ses Ortalaması
fkKAS	:	Frekans kaydırmalı Konuşmayı Ayırtetme Skorları
Hz	:	Hertz
İC	:	İşitme Cihazı
İSH	:	İç Saçlı Hücre
İTH	:	İç Tüylü Hücre
KAE	:	Konuşmayı Alma Eşiği
KAS	:	Konuşmayı Ayırtetme Skoru
kHz	:	Kilohertz
KM	:	Koklear Mikrofonikler
KBB	:	Kulak Burun Boğaz
MMS	:	Minimal Maskeleme Seviyesi
SD	:	Speech Discrimination
SS	:	Standart Sapma
SP	:	Sumasyon Potansiyeli
İTİK	:	İletim Tipi işitme Kaybı
SNİK	:	Sensorinöral İşitme Kaybı
DKK	:	Dış Kulak Kanalı
SNR	:	Sinyal Gürültü Oranı
WDS	:	Word Discrimination Score

1. GİRİŞ

İşitme sisteminin konuşma testleri ile değerlendirilmesi önemlidir. Sadece saf ses odyometrisi ile yapılacak incelemeler ile işitme sistemindeki bozuklukların değerlendirilmesi yeterli olmayacaktır [1]. Konuşma uyarını işitme hassasiyetinin belirlenmesinde bize önemli bilgiler vermektedir. Bu amaçla geliştirilen konuşma testleri [2];

1. İşitme kaybı ayırıcı tanısında
2. İşitme kaybının konuşmayı anlama ile konuşmayı ayırt etme fonksiyonunu nasıl etkilediğini saptamada
3. İşitme cihazına karar vermede ve uygulanmasında
4. Odyolojik Re/habilitasyonun ve hasta için ne düzeyde yararının olacağını belirlenmesinde kullanılmaktadır.

Konuşmayı duyma ile anlama birbirinden farklı iki kavramdır. Konuşma odyometrisinin bir bölümü olan Konuşmayı Anlama Eşiği (KAE) [3] , saf ses işitme hassasiyeti ile konuşma arasındaki ilişkiyi göstermesi ve saf ses işitme eşiklerinin doğruluğunun kontrol edilebilmesi açısından önemlidir.

Konuşmayı Ayırt Etme (WDS) Skorunun belirlenmesinde 50 tek heceli kelimeler gurubu kullanılır. Test genellikle listesinin yarısı 25 kelime ile yapılır ve fonetik dengeden oluşan kelimelerin doğru tekrar edilebilme yüzdesi olarak skorlar belirlenir. Teste bireyin en rahat duyduğu (MCL) ses seviyesinde başlanması uygun olacaktır [4, 5].

Sensörinöral Tip işitme kaybı işitme sisteminde ki frekans seçiciliğini bozar, konuşma spektrumundaki farkı tanıma yeteneğine etki eder. Bu duruma bağlı olarak sesli fonemlerin ayırt edilmesinde bozulmalara neden olur [6]. Kelime listelerinin fonem ve frekans özelliklerinin belirlenmesi konuşmanın anlaşılmasını da önemli olan frekansların belirlenmesini mümkün kılacaktır. Bu düşüncemizin nedeni, son

yıllardaki işitme cihazı teknolojisindeki gelişmeler ve koklear implant uygulamalarının giderek yaygınlaşmasıdır.

Konuşma ayırt etmeye etki eden frekans değerleri belirlendikten sonra, işitme cihazlarının ve koklear implant cihazlarının performans değerlendirmelerinin Türkçe yeni geliştirilecek testlerle mümkün olacağı düşünülmektedir.

Bireyin konuşmayı ayırt etme performansını değerlendirirken ele alınacak önemli bir kriter ise kullanılacak kelime listelerindeki frekans değerlerini belirlenmesidir [7]. Yapılan araştırmalar, konuşmanın anlaşılabilirliğinde 125 Hz–8000 Hz aralığındaki frekansların önemli olduğunu göstermektedir.

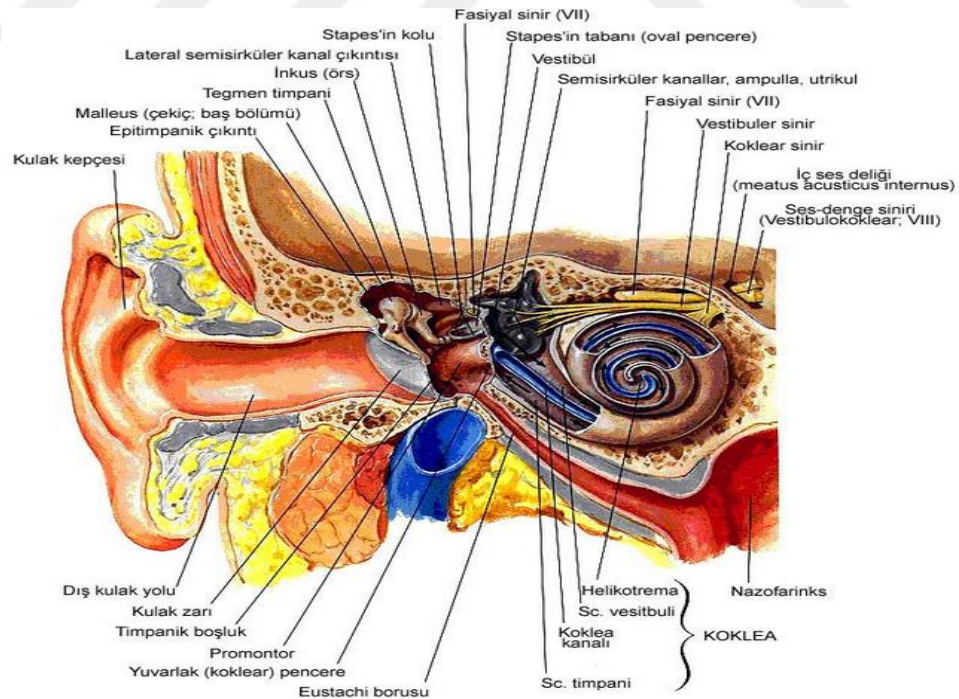
Konuşmayı ayırt etme skoru konuşmanın ritmik düzenine bağlı olarak özellikle alçak frekanslarda ki konuşma enerjisini (250-500 Hz) değerlendirmekte, yüksek frekanslarda ki (2000-4000 Hz) işitme bilgisini göstermekte eksikliklere yol açmaktadır [8]. Alçak frekans kelimelerine göre yüksek frekanstaki kelimelere işitme sistemimizin verdiği cevap daha hızlıdır. Bu etki “kelime frekansı etkisi” olarak bilinmektedir [9].

Araştırmada, Marmara Üniversitesi fonetik dengeli listelerinden yararlanılmıştır. Çalışmanın amacı son yıllarda geliştirilen işitme cihazı frekans kaydırma yöntemlerinin işitme eşiklerine ve konuşmayı ayırt etme skorlarına (WDS) etkisini değerlendirmektir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. İŞİTME ANATOMİSİ

İşitme ve denge organımız olan kulağımız, temporal kemik içerisinde dış kulak, orta kulak ve iç kulak olmak üzere üç ayrı bölümden oluşmaktadır. Anatomik olarak dıştan içe doğru sıralayacak olursak, sesleri toplamak, iletmek ve akustik enerjiyi mekanik ve daha sonra elektrokimyasal enerjiye çevirme işlevlerini yapmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Kulak Yapıları (www.koklea.tripod.com)

2.1.1. Dış Kulak:

Dış Kulak iki kısımdan oluşur; Bunlar, Aurikula (pinna) ve Dış kulak yolu'dur.

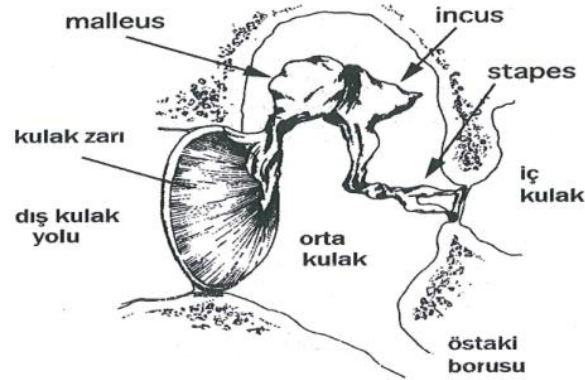
Başımızın her iki yanında bulunan aurikula, perikondrium ve deri ile örtülü ince bir elastik kartilajdan oluşur. Dış çevresine helix, iç bölümdeki kabarıklık ise antihelix olarak adlandırılır. Dış kulak yolunun hemen önünde tragus adı verilen çıkıntı yer alır. En altta ise aurikula lobulu bulunmaktadır [10, 11].

Kavum konkadan kulak zarına kadar olan bölüm dış kulak yolunu oluşturur. Erişkinlerde uzunluğu yaklaşık olarak 2,5 cm kadardır. Dış kısmı 1/3 kıkırdak, iç kısmı ise 2/3 kemik yapıdadır. Dış kulak yolu, cilt altında yağ ve kıl follikülleri ile serümen oluşumunda rol alan hücreler bulunur. Dış kulak yolunu örten cilt tabakası kulak zarı ile devam eder ve kulak zarımızın dış tabakasını oluşturur [12, 13].

2.1.2. Orta Kulak

Orta kulak; kulak zarı ve iç kulak arasında bulunan, östaki tüpü ile dış ortamla bağlantısı olan bölümdür. Vücudumuzun en küçük kemiklerini barındıran, küçük ama çok önemli boşluğudur. Orta kulağın ortalama olarak hacmi 0,5 cm³ tür.

Kulak zarı, dış kulak yolunun en sonunda yer alan ve orta kulak boşluğunu dış kulak yolundan ayıran bir perdedir. Vertikal uzunluğu yaklaşık 9-10 mm, Horizontal uzunluğu ise 8-9 mm dir. Ortalama kalınlığı ise 0,074 mm dir. Kulak zarının üstte kalan gevşek kısmına pars flaccida, altta kalan gergin kısma ise pars tensayı oluşturur. Pars tensa kulak zarının en büyük kısmını oluşturur. Gelen ses dalgası ile titreşen kısım burasıdır (Şekil 2) [10, 11, 14].



Şekil 2. Orta Kulak Yapısı (www.biyolojisesi.net)

Orta kulak boşluğun da iç duvar, ön duvar ve arka duvar yapıları mevcuttur. [10, 12]

- **İç (Medial) Duvar:** superoposterior yerleşimli olup, üzerinde stapes tabanının yerleştiği oval pencere (fenestra vestibuli), biraz aşağısında ise yuvarlak pencere (fenestra cochlea, fenestra rotunda) yer almaktadır. Bu iki pencere arasında ki çıkıntılı kısma promontoryum adı verilir. Oval pencerenin hemen üzerinde ise lateral semisirküler kanalın oluşturduğu kabarıklık bulunmaktadır [10, 12].

- **Ön (Anterior) Duvar:** Östaki tüpü bu kısmın en önemli açıklığıdır. Östaki tüpü orta kulak ile nazofarenks arasında uzanır ve orta kulağın havalanması, atmosferik basınç ile orta kulak basıncını dengeler. Yaklaşık 36 mm. uzunluğunda nazofarenkse açılan orta kulaktan öne, içe ve aşağıya doğru bir yol izler [10, 12].

- **Arka (Posterior) Duvar:** Stapesin boynuna yapışmak üzere stapedius kasının çıkış noktası olan piramidal eminens'te bulunur. Arka (posterior) duvarsa korda timpani izlenebilir ve fasiyal sinirin izlediği kabarıklıkta bu duvarda görülebilir [10, 12].

Orta kulak boşluğunun içerisinde hareketli malleus, inkus ve stapes kemikçikleri bulunur. Bu kemikçikler belirli sıra ve belli açılarla birbirlerine eklem yapmışlardır. Malleus,inkus ve stapes kemikleri orta kulak boşluğunda üst ve arka kısma yerleşmiş ve bu boşluğa bağlar ile tutunurlar [10]. Kemikçiklerin en büyük olanı malleus'tur. Malleus, baş, boyun ve 3 adet çıkıntıdan oluşur. Manibrium mallei ile kulak zarına yapışır. İnkus; gövde ve iki koldan oluşur. İnkus kemikçiğinin gövdesi malleus kemikçiği ile uzun kolu ise stapes kemikçiği ile eklem yapar. Vücudumuzdaki

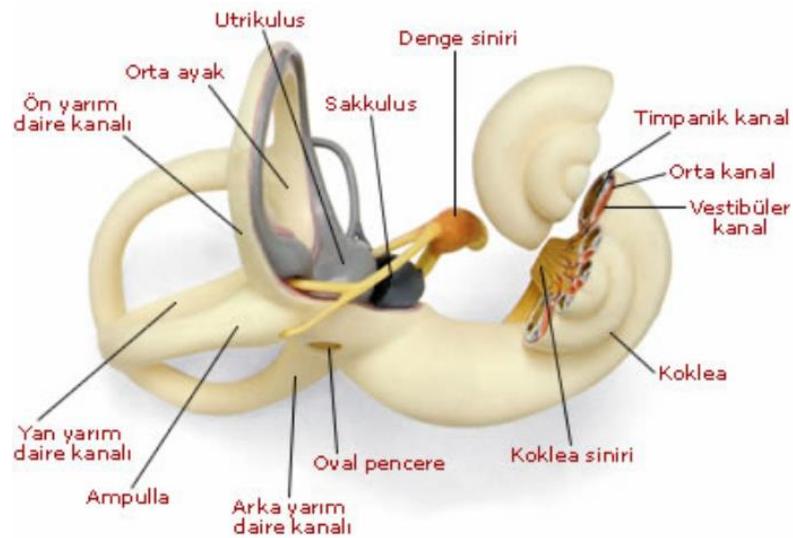
en küçük kemik olan stapes; baş, boyun, taban ve iki bacadan oluşur. Stapesin tabanı ligamentum annulare ile oval pencereye sıkıca yapışır. Tensör timpani ve stapes kası ise kemikçiklere yapışan kaslardır. Tensör timpani kasıldığı anda manibriumu içe ve arkaya çekerek kulak zarını tespit eder. Stapes kası yüksek şiddette seslerin iç kulağa girmesini engelleyerek koruyucu bir mekanizma görevi yapar. Stapes kasını fasiyal sinir innerve eder [11].

Östaki tüpü, orta kulağı dış atmosferik basınca eşitleyen, bu dengeyi sağlayan ve orta kulağı nazofarenkse bağlayan huni şeklinde bir yapıdır. Çocuklarda kısa ve daha düz bir yapıda gözlemlenmektedir. Östaki tüpünün açılıp kapanmasından üç kas sorumludur. [11].

2.1.3. İç Kulak

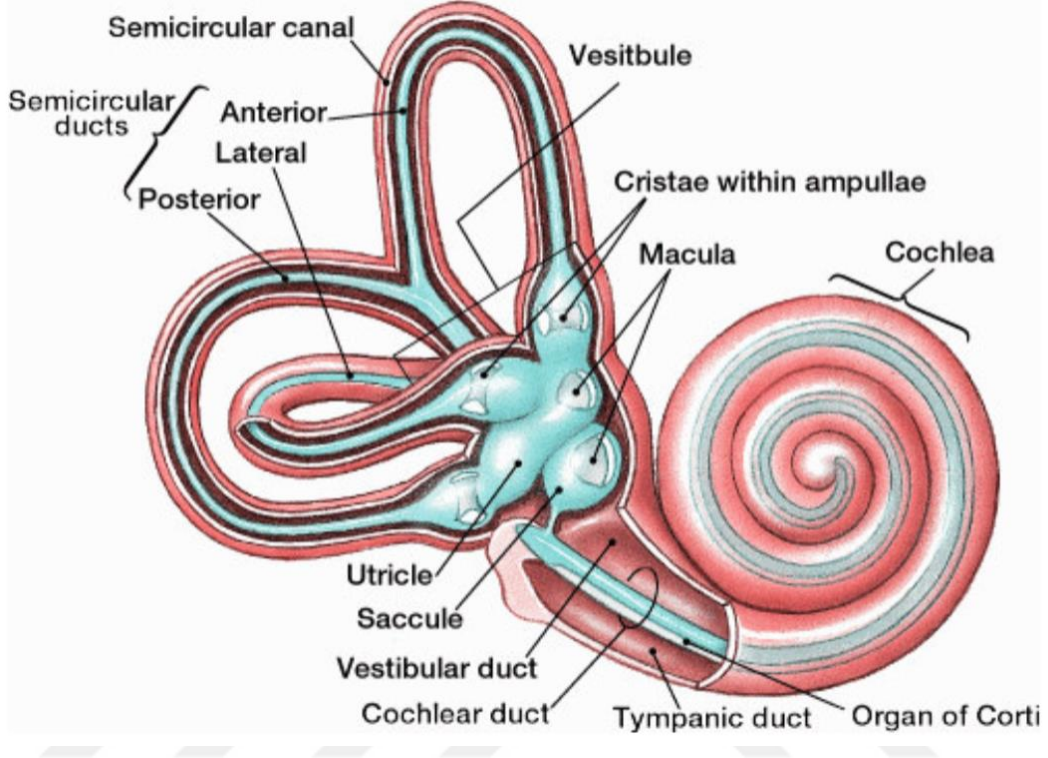
Temporal kemiğin petröz kısmına yerleşmiş işitme ve denge ile ilgili reseptörlerin bulunduğu kısma iç kulak denir [10, 15]. İşitmemizi ve dengemizi sağlayan organları iç kulağımız barındırır. Orta kulağa yuvarlak ve oval pencereler ile kafa içine ise koklear ve vestibüler kanallar (akuaduktuslar) yolu ile bağlanmıştır.

İki kısımdan oluşur. Bunlar kemik (osseöz) ve zar (membranöz) labirentlerdir (Şekil 3) [10, 12].



Şekil 3. İç Kulak Yapısı (www.darwinizminsonu.com)

Kemik (osseöz) labirent, otik kapsül isimli sert kompakt kemik dokusundan oluşur. Zar (membranöz) labirent ise bu yapının içinde yer almaktadır. Aralarında perilyenf sıvısı bulunur (Şekil 4) [13, 16].



Şekil 4. Kemik ve Zar Labirent (<http://www.istanbulsaglik.gov.tr>)

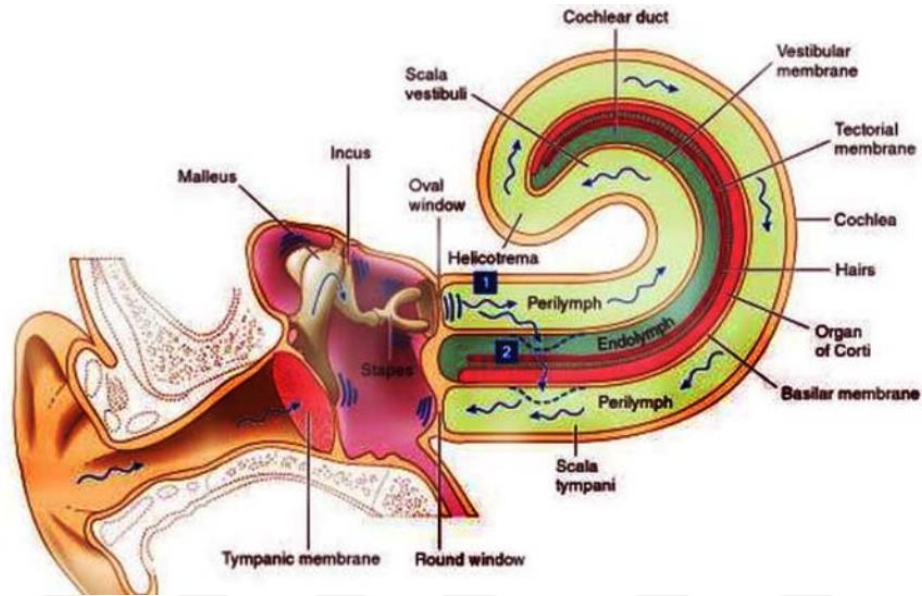
Kemik (osseöz) labirent kısımları aşağıdaki bölümlerden oluşur:

Vestibulum: Düzensiz ovoid bir kaviteden oluşur. Çapı yaklaşık olarak 4 mm dir. Dış yan duvarı yuvarlak ve oval pencere aracılığı ile timpanik pencereye komşu iken, ön duvar ise kokleaya komşudur. Üst ve arka duvarlar ise semisirküler kanallar ile birleşir. İç yan duvarı ön alt kısımda bulunan sakkulusun yerleştiği sferikal resess, arka üstte ise utrikul'un yerleştiği eliptikal resess bulunur [13, 17].

Semisirküler kemik kanallar: Uzayın üç ayrı düzlemine yerleşmiş şekilde olan süperior, posterior ve lateral olmak üzere üç ayrı semisirküler kanal mevcuttur. Vestibulum'a açılırlar ve her biri bir dairenin 2/3 ü kadardır[13, 17].

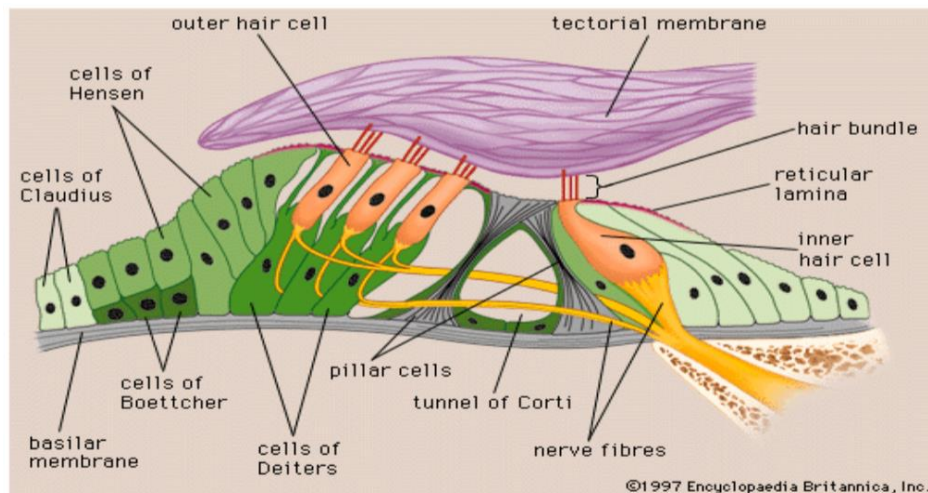
Koklea: Salyangoz şeklinde ve iç kulağın ön kısmında bulunan kemik bir tüptür. Modiolus, kanalis spiralis koklea ile lamina spiralis ossea'dan oluşmaktadır. Modiolus; kokleanın eksenini oluşturan yapıdır. İçerisindeki ince kanallardan koklear damarlar ve VIII. Kranial sinire ait lifler geçer. Kanalis Spiralis koklea; modiolusun çevresini

2,5 kez dolaşan kemik bir yapıdır. Vestibulun ön alt kısmı ile başlayan bu yol, zirve yada kupula isimli kapalı bir uç ile sonlanır. Lamina Spiral ossea ise modulustan uzanan kemik bir laminadır. Baziler membran isimli bir fibröz yapı ile devam eder. Kokleayı skala vestibuli ve skala timpani olarak ikiye ayırır. Bu iki skala kokleanın tepesinde helikotrema denilen delikte birleşir (Şekil 5) [13, 17].



Şekil 5. Koklea (www.medicinesia.com)

Baziller membran da ve perilenfteki mekanik titreşimler, sinir liflerini uyararak elektriksel akıma dönderirler. Korti organı, baziller membran üzerine oturmuş destek hücreleri ile spiral şeklinde dizilmiş çeşitli duyuşal hücrelerden ve bunların üzerinde bulunan tektoriyal membrandan oluşur (Şekil 6).



Şekil 6. Korti Organı (http://www.istanbulsaglik.gov.tr)

Aquaduktus vestibuli: Vestibulumun iç yan duvarı ile petröz kemiğin fossa subarkuata denilen kısmında sonlanır [13, 17, 18].

Aquaduktus koklea: Skala timpani ile petröz kemiğin alt yüzünde subaroknoidal boşluğa açılan kemik kanaldır [13, 17, 18]. Zar labirent, kemik labirentin içinde aynı şekli alan, kemik labirentin ancak 1/3'ünü dolduran bir bölümü oluşturur. Zar Labirent ise şu kısımlardan oluşur:

Utrikulus: Vestibulumun iç yan duvarında eliptikal reses'te bulunur. Makula utrikulu isimli bölümünde denge hücreleri bulunmaktadır. Buradan sonra n. Utrikularis başlar. Utrikulus'ta toplam 6 adet delik mevcuttur. Bunlardan beşi, duktus semisirkularise, biri ise duktus utrikulosakkularise açılır [11, 15].

Sakkulus: Vestibulumun iç yan duvarında sferikal reseste isimli bölümde bulunur. Sakkulusun iç yan duvarında denge hücrelerini bulunduğu makula sakkuli isimli bir bölüm vardır. Bu kısımdan sonra n. Sakkularis başlar. Sakkulusta biri duktus utrikulosakkularis'e ait, diğeri ise sakkulusu duktus koklearis'e bağlayan duktus reuniense isimli iki delik vardır [11, 15].

Duktus semisirkularis : Kemik yapıdaki semisirküler kanal içinde yer alırlar. Kalınlıkları kemik kanallarının 1/5 'i kadardır. Kalan 4/5'lik kısmı ise perilenf sıvısı ile doludur. Membranöz kanalların ampullalarında krista ampullaris isimli şişkin bölgelerde duyu epiteli bulunmaktadır. Buradan n. ampullaris'in anterior, posterior ve lateral kısımları başlar ve her üç n. ampullaris önce n. utrikularis ve n. sakkularis ile birleşerek n. vestibularis'i oluştururlar [11, 15].

Duktus endolenfatikus: Duktus utrikulosakkularis isimli borucuktan doğar. Aquaduktus vestibuli isimli kemik kanalda ilerler. Fossa subarkuata'da bulunan sakkus endolenfatikus isimli kabarıklıkta dura mater altında sonlanır [11, 15].

Duktus perilenfatikus : Aquaduktus koklea içerisinde yer alır. Subaraknoid boşluğu skala timpani ile birleştirir. Perilenf sıvısı ile doludur [11, 15].

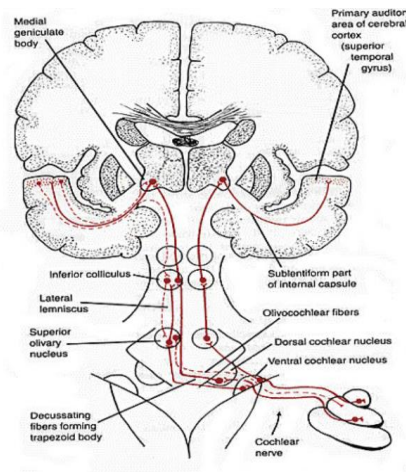
Duktus koklearis : Duktus koklearis iki ucu kapalı , üç yüzü olan bir boruya benzer. Tepe kısmında bulunan kör uca; çekim kupulara denmektedir. Taban bölümünde ki kör ucuna çekum vestibulare denir. Çekum vestibulareye yakın olan kısımdan çıkan

duktus reuniens aracılığı ile sakkuluse bağlanır. Koklear kesitlerde bu yapı üç duvarlı olarak görünür. Bunlar;

- **Membrane Vestibularis (Reisser Membran):** Duktus koklearisin üst duvarını oluşturur. Duktus koklearis Scala vestibüli ile scala media'yı ayırır.
- **Ligamentum Spirale koklea:** Duktus koklearisin dış duvarını meydana getirir. Krista basillaris, lamina bazillarisin yerleştiği bölümdeki çıkıntılı kenarı, hemen yukarıdaki oluk ise sulkus spiralis eksternusu, bu bölümü üstten sınırlayan çıkıntıya ise prominenta spiralis denir. Dış duvarın iç yüzünde damardan çok zengin stria vaskularis isimli bir tabaka mevcuttur.
- **Organum Spirale (Corti Organı):** Lamina bazalisin iç üst bölümü üzerinde bulunur. Çekum kupulaya dek uzanır [11, 15].

2.1.4. Santral İşitme Yolları :

VIII. Kranial sinir bir kaç daldan oluşmaktadır. Bunlar superior vestibüler, inferior vestibüler ve koklear sinirlerdir. Bu sinirler otik kapsülü farklı kanallar yardımı ile geçerek iç kulak yoluna, buradan da n. facialis ve n. intermedius ile birlikte devam ederler. N. Koklearis ve n. vestibularisin yaptığı olukta, n. fasiyalis te yerleşmiş vaziyettedir. Santral işitme yolları aşağıdaki kısımlardan oluşur (Şekil 7) [10].



Şekil 7. Santral İşitme Yolları (<http://www.istanbulsaglik.gov.tr>)

Koklear çekirdekler: Tüm işitme sinir liflerinin ilk durağıdır. Simetrik olarak yerleşimli olup, pontomedüller isimli bir kavşakta bulunurlar.

Süperior oliver kompleks ve olivokoklear demet: Ponsun alt kısmında ve gri cevherin hemen arkasında yerleşmiştir.

Lateral lemniskus : Çıkan en önemli yoldur. Bu yapı beyin sapının yanında olup, koklear çekirdekler ile superior oliver kompleksi inferior kollikulusa bağlar.

İnferior kollikulus: İki taraflı ve mezensefola yerleşik vaziyettedir. Beyin sapının tavanının bir kısmını oluşturur. İşitme liflerinin başlıca istasyonunu oluşturur. Akustik bilgiler burada hazırlanır. Alt beyin sapından gelen bilgiyi üst kısımdaki medial genikulat cisimciğe oradan da işitme korteksine gönderir.

Medial genikulat cisimcik: Talamusta bulunan bu yapı, inferior kollikulus ile işitme korteksi arasında bir ara istasyon görevi yapar.

İşitme korteksi: İki kısma ayrılır. Bunlar, primer işitme korteksi ve ilişkili sahalarıdır. Hem akustik girdileri hem de duysal girdileri ilişkili sahalar alırken, primer işitme korteksi ise brodman 41-42 olarak numaralandırılır. Temporal lobun üst bölümünde yerleşiktir. Spesifik ve non-spesifik ilişkili sahalarla çevrelenmiştir [10].

Korti organın uyarılması ile corti ganglionu (ganglion spirale) sinir hücrelerinin dentritleri tarafından algılanır. Algılanan bu uyarım sinir hücrelerin aksonları n. cochlearis ismini alarak medulla oblongatadaki koklear çekirdeklere götürür. Koklear nükleuslar, ventral koklear nükleus ve dorsal koklear nükleus olmak üzere ikiye ayrılır. Ventral nükleuslar da kendi içerisinde, anteroventral koklear nükleus ve posterolateral koklear nükleus olmak üzere ikiye ayrılır. Koklear nükleuslardan çıkan nöronlar, işitme yollarının ikinci nöronunu oluşturur. Bu nöronların çoğu çaprazlaşarak superior oliver komplekse ulaşırken, az sayıda lifler ipsilateral superior oliver komplekse varırlar. Superior oliver kompleks işitme yollarının ilk merkezi olarak kabul edilir. Buradan devam eden lifler lateral lemniskusu oluştururlar ve buradan inferior kollikulusa giderler. Bu yapı mezensefalon da bulunur. Alt beyin sapından gönderilen uyarıları daha üst bölümlerde ki medial genikulat cisimciğe ve işitme korteksine ulaştırırlar. İçerisinde 5 ayrı bölge ile 18 hücre tipi mevcuttur. Bu bölgelerin işitme davranışları ile ilgili olduğu düşünülmektedir. Bu düşünce ile inferior kollikulusun bir ara durak olmasından öte, işitsel uyarı için daha

önemli bir durak olduğu kabul edilmektedir. İnférieur kollikulustan geçen lifler talamusta ki medial genikulat cisimciğıe, oradan da temporal lobda sylvian yarığında bulunan işitme korteksine gider (Şekil 7) [10]

2.2. İŞİTME FİZYOLOJİSİ

2.2.1. Ses Dalgası ve Özellikleri

Ses bir enerjisi sahip ve bir kaynaktan yayılan titreşimlerdir. Bu enerji yayıldığı ortamdaki moleküllerin ardışık olarak sıkışıp gevşemesine neden olur. Yayıldığı ortam ses dalgasının hızında değişikliğe yol açar. Katı ortamlarda hız en fazlayken, gaz ortamlarında en düşüktür. Ortamda yayılma hızı katı-sıvı-gaz ortamlarına göre çoktan aza doğru ilerler. Ses hava ortamında 344 m/sn hızla yayılırken, sıvıda 1437 m/sn, kemikte 3013 m/sn dir. Ortamın ses dalgalarının yayılmasına karşı gösterdiği dirence akustik direnç ya da empedans denmektedir. Bu kavram ortam moleküllerinin yoğun olması ve esneklik ile orantılı bir kavramdır. Ses dalgalarının ortam değişikliklerinde, geçiş yaptıkları ortam birbirlerine ne kadar yakın olursa yeni ortama geçen enerji miktarı da o kadar fazla olacaktır [10].

2.2.2. İşitme:

İşitme atmosferde meydana gelen ses dalgalarının işitme organımız tarafından toplanmasından, beyindeki ilgili merkezlerin karakter ve anlam olarak algılamasına kadar olan süreci işitme olarak tanımlayabiliriz. Bu geniş bir bölgeyi kapsayan kompleks bir yapıdır. Dış kulak, orta kulak, iç kulak, merkezi işitme yolları ve tüm işitme sistemi bu yapının parçalarını oluşturur. İşitme, birbirini izleyen bir kaç fazda gerçekleşir.

İletim (Conduction) Fazı: İşitmenin gerçekleşebilmesi için ilk olarak ses dalgaları atmosferden dış kulağı oradan orta kulak ile devam ederek iç kulağı, korti organına iletilmesi gereklidir. Mekanik olan bu durum sesin kendi enerjisi ile sağlanmaktadır.

Kulak Kepçesi (pinna) ses dalgalarının toplanmasında rol alırken, dış kulak yolu da bu dalgaların timpanik membrana iletilmesinde rol alır [19].

Sesin atmosfer ortamından korti organına iletilmesi sırasında baş ve vücudun engelleyici, kulak kepçesi, dış kulak yolu ve orta kulağın yükseltici etkisi vardır. Ses dalgaları başa çarpasıyla yansır yada az da olsa kırılır. Sesin geliş yönündeki kulaktaki ses dalgalarının basıncı artarken, diğer kulaktaki basınç azalır. bu ses dalgasının iki kulağa ulaşması arasındaki 0,6 m/sn lik bir fark oluşturur. Bu fark ile sesin geliş yönünü ayırt etmiş oluruz.

Orta kulakta timpanik membrandan gelen ses dalgaları iç kulakta sıvı ortama geçer. Ses dalgalarının orta kulaktan iç kulağa geçerken, yani gaz ortamından, sıvı ortama geçerken yaklaşık 30 dB'lik bir enerji kaybına uğrar. Orta kulak ise bu enerji kaybını önlemek için direnç (empedans) denkleştirme görevi üstlenir [20, 21]. Orta kulağın ses yükseltme etkisi üç mekanizma ile olmaktadır.

1. Kulak Zarının (Timpanik Membran) işitemizde rol alan pars tensa kısmı, kemik anulus içine iyice yerleşmiş ve manubrium malleiye sıkıca yapışmıştır. Kulak zarı malleus kemiğe sıkı bir şekilde yapıştığı için anulus'ta titreşim olmazken daha ince olan orta kısımda titreşir. Titreşim enerjisi çoğu yarı sabit durumdaki manubrium mallei'de yoğunlaşır. Bu yolla ses enerjisi iki katına çıkar.

2. Kemikcikler bir kaldıraç görevi görerek etki eder. Manubrium mallei ile inkusun uzun kolu kaldıracın kollarını oluştururken, malleusun başı da burada destek noktasını oluşturur. İnkudo ve malleolar ses dalgası ile tek bir birim gibi hareket ederler. Bu şekilde kulak zarını titreştiren ve manubrium üzerine yoğunlaşan ses enerjisi inkudo-malleolar kompleks aracılığı ile stapesin baş kısmına 1.3 kat güçlenerek ulaşmıştır.

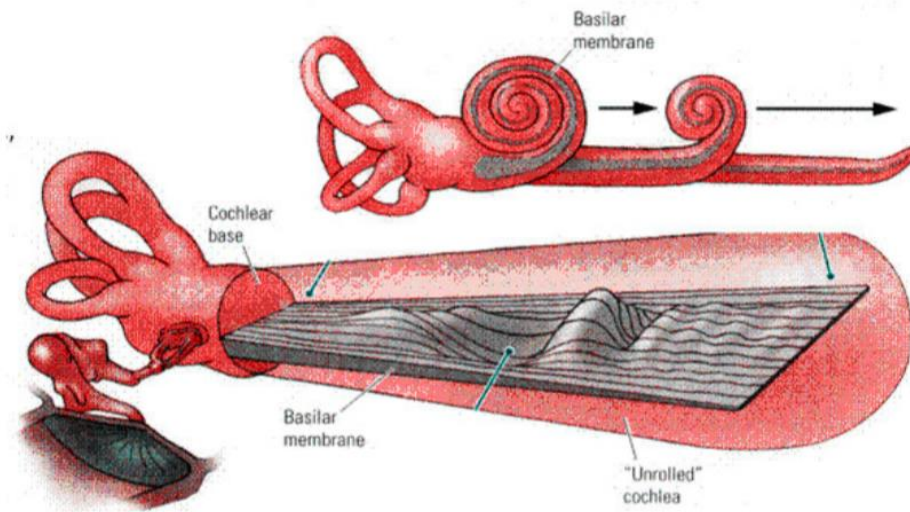
3. Kulak zarı ve stapes tabanındaki titreşimleri arasındaki oran tahmini olarak 18/1'dir. Kulak zarının titreşmediğini düşündüğümüz en periferik bölgesi düşünülürse bu oran efektif olarak 14/1'e düşer. Ses dalgaları kulak zarı ile stapesin tabanının birbirine oranı ile orantılı olarak 14 kat güçlenerek iç kulağa geçer [10, 20, 22].

Dönüşüm (transduction) Fazı: Frekansların iç kulakta periferik analizleri yapılır. Corti organı ses enerjisini biyokimyasal olaylarla sinir enerjisine dönüştürür [21]. Bekesy 1960 yılında kobay kullanarak yaptığı stroboskopik aydınlatma ile yapılan bir çalışmada, ses dalgasının basiller membranda meydana getirdiği değişikliği

araştırmıştır. Perilenfe geçen ses dalgaları perilenfi hareket ettirir ve bu hareketlilik baziller membranda titreşimlere yol açar. Bu titreşim bazaldan apikale doğru devam eder. Bu hareketlenmeye “travelling wave” ilerleyen dalga ismini vermiştir (Şekil 8).

Bazal membran bazal turda 0,12 mm dar iken, apikal turda 0,5 mm ile daha geniştir. Bu farkın nedeni ses dalgasının bazal turdan apikal tura doğru gezinen dalga ile götürülmüş olmasıdır. Bekesy'nin ortaya koyduğu farklı bir nokta da baziller membran amplitüdlerinin her bölgede aynı görülmediğidir. Çünkü baziller membran amplitüdü sesin frekansına göre farklılık gösterir.

Genel olarak yüksek frekans seslerde baziller membranın amplitüdüleri bazal turda en yüksekken, alçak frekanslarda ise baziller membran amplitüdüleri apikalde en yüksek seviyeye ulaşır.

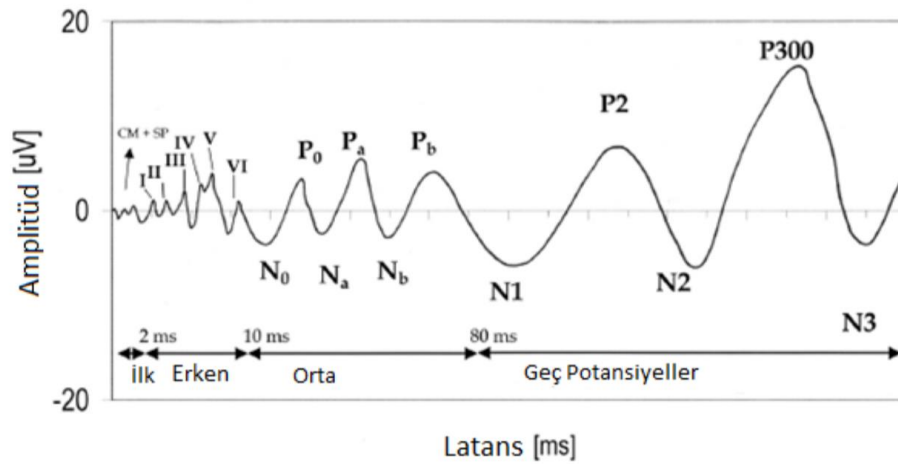


Şekil 8. İlerleyen Dalga Modeli (<http://www.istanbulsaglik.gov.tr>)

Koklea da yaklaşık olarak 3500 iç saçlı hücre (İSH) bulunurken, 13000 de dış saçlı hücre (DSH) mevcuttur. Bu hücreler görev olarak mekanik ses enerjisini sinir enerjisine dönüşümünde rol alırlar. Dış saçlı hücrelerin en uzun stereosiliası tektorial membranın alt yüzüne bağlıdır. Daha kısa olan silialar ve iç saçlı hücrelerin tektorial membrana bağlı olmadıkları düşünülmektedir. Bazal membranın yer değiştirmesi tektorial membran ile retiküler lamina arasındaki dış saçlı hücreleri eğerek hareketlendirir. Tektorial membran ile retiküler lamina arasındaki sıvı kayması iç saçlı hücreleri de hareketlendirir. Böylelikle iç saçlı hücreler hız, dış saçlı hücreler ise yer

değiştirme algılayıcısı olarak görev görür. Her saçlı hücrenin en yüksek amplitüd de titreştiği bir frekans vardır. Bu durum basiller membran amplitüdüleri içinde geçerli bir durumdur [20, 21, 23, 24].

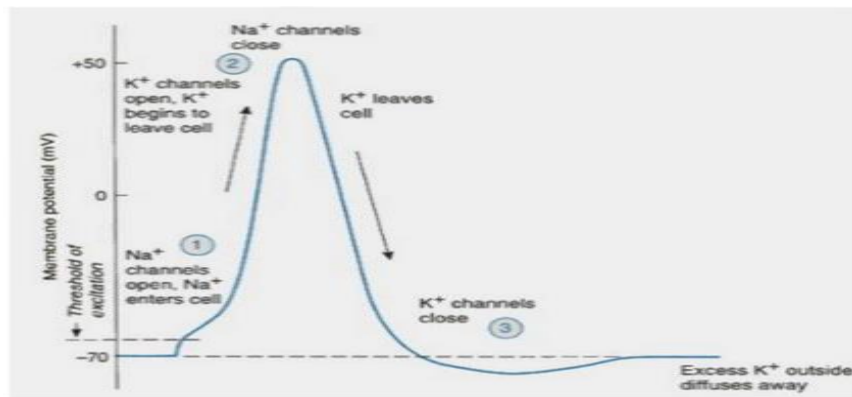
İşitsel sistem içerisinde akustik uyarın ile üretilip kaydedilen aktivite ve ya cevaplara işitsel potansiyeller denilmektedir. Koklea'nın üç tür elektriksel potansiyeli vardır (Şekil 9).



Şekil 9. İşitsel Uyarılmış Potansiyeller

<http://dSPACE.baskent.edu.tr:8080/xmlui/bitstream/handle/11727/1499/>

- **Aksiyon Potansiyeli** : Kaynağı stria vaskularis'tir [23]. Hücre aksonu boyunca ilerleyen, nöronlar arası aksodentritik, akso somatik ve akso aksonik sinapslar ile iletilen elektriksel akıma aksiyon potansiyeli denir.



Şekil 10. Aksiyon potansiyeli (www.google.com.tr/aksiyon+potansiyeli)

- **Koklear Mikrofonikler:** Baziller membran üzerinde meydana gelen yer değiştirmeleri yansıtan, çoğunlukla dış tüy hücreleri tarafından üretilen alternatif akım (AC) potansiyellerdir (Şekil 2.10.) [25]

- **Sumasyon Potansiyeli:** Koklear potansiyeller içerisinde düz akımın (DC) değişmesiyle oluşur. İç saçlı hücrelerin içindeki elektriksel potansiyellerin yönlendirilmesi ile oluşur. Sesin uyarımına, frekans ve şiddetine göre değişiklik gösterir [10, 21].

Sinir Şifre (neural coding) Fazı: İSH ve DSH'de meydana gelen elektriksel sinyaller kendisi ile ilişkili olan sinir liflerini uyarır. Böylelikle sinir enerjisi frekansı ile şiddetine göre corti organında kodlanır [10, 21].

İnsanlarda işitme siniri yaklaşık olarak 30000 liften oluşmaktadır. Bu liflerin %90-95'i iç saçlı hücrelerde sonlanan Tip I nöron şeklindeyken, %5-10'u ise dış saçlı hücrelerde sonlanan Tip II nöron şeklindedir. Her sinir lifinin uyarımına duyarlılık gösterdiği bir frekans vardır [19, 23].

Algı (cognition) – Birleřtirme (association) Fazı: İşitme merkezinde birleştirilen ve çözülen bu sinir iletimleri sesin karakterini ve anlamını anlaşılır hale getirmiş olur [22]. N. Koklearis adını alan sinir hücrelerinin aksonları medulla oblongatadaki koklear nükleuslara ulaşırlar. Burada koklear nükleuslar ventral koklear nükleus ve dorsal koklear nükleus olarak iki gruba ayrılır. Ventral nükleuslar düşük frekanslı seslerle oluşan uyarıları alırken, dorsal nükleusta ise yüksek frekanslı sesler uyarıları algılanır.

Bu liflerin çok büyük bir kısmı beyinin karşı tarafına geçer ve süperior oliver komplekse katılır. Buradanda lifler sırasıyla lateral lemniskusa oradan da inferior kollikulus'a giderler.

İnferior kollikulustan çıkan lifler yol olarak medial genikulat nükleus vasıtası ile temporal lob da bulunan sylvian fissürüne yerleşik olan işitme merkezine gelirler [19, 21].

2.3. İŞİTME KAYIPLARI

İşitme kaybı tipleri şunlardır [26].

2.3.1. İletim Tipi İşitme Kaybı (İTİK): Dış kulak yolu ile orta kulak ve kemikçik zincirine bağlı patolojilerle ortaya çıkan, sesin iç kulağa geçişini engelleyen işitme kayıp tipi olarak bilinir. Medikal yada cerrahi yöntemlerle tedavi edilebilir. Kaybın durumuna göre işitme cihazı önerilebilir.

2.3.2. Sensörinöral İşitme Kaybı (SNİK) : Kokleadan başlayarak santral işitme sistemine kadar geniş bir alanı içine alan işitme kaybı tipidir. İşitme kaybı patolojisi iç kulakta ise sensoriyel kayıp, işitme sinirinde ise nöral kayıp terimi kullanılır. Sensör ve nöral karakterde iki ayrı bölümün etkilendiğini düşündürür. SNİK'larında %90'nın da patoloji kokleadadır.

2.3.3. Mikst İşitme kaybı: İletim ve sensörinöral işitme kaybı patolojilerinin bir arada olduğu kayıp türüdür.

2.3.4. Santral işitme kaybı: Patoloji beyin sapı ve serebral hemisfer düzeyindedir. Hem işitmeyi hem de dengeyi etkileyen işitme kaybı tipidir. Periferik mekanizmada bir problem görülmeyip, saf ses eşikleri normal ya da normale yakın bulunabilir. Tanı için daha özel testlerden yararlanılmalıdır.

2.3.5. Fonksiyonel – Non-organik işitme kayıpları: Tamamen psikolojik faktörlere bağlı olarak gelişen, periferik yada santral işitme sisteminde herhangi bir patolojinin gözlemlenmediği işitme kaybı tipidir.

2.4. İŞİTME KAYBININ DERECELENDİRİLMESİ

İşitme kaybının derecelendirilmesi ile işitmenin sınıflandırılması saf ses ortalamasına bakılarak yapılmaktadır. İşitme kaybı derecesini sınıflandırırken, Dünya Sağlık Örgütü (WHO), 500-4000 Hz ortalamasının alınmasını önermiştir [27, 28].

Tablo 1’de farklı yazarlara göre sınıflandırma gösterilmiştir.

Tablo 1. İşitme Kaybının Sınıflandırılması

İşitme Kaybı Derecesi	Goodman 1965	Jerger ve Jerger 1980	Nortern ve Downs 2002
Kayıp yok	<26	<21	<16
Çok hafif			16-25
Hafif	26-40	21-40	26-30
Orta derece de	41-55	41-60	30-50
Orta ileri derece	56-70		
İleri derece	71-90	61-80	51-70
Çok ileri derece	>90	>80	>70

2.5. İŞİTME TESTLERİ

Hastanın otoskop muayenesinden sonra işitme kaybının derecesi ve yeri ile ilgili bilgi sahibi olabilmek için odyometri, timpanometri ve akustik refleks testleri yapılır [29].

2.5.1. Saf ses odyometrisi: Saf ses odyometri ile işitme kaybı derecesinin tespit edilmesine olanak sağladığı gibi işitme sisteminde ne tür bir problem olduğunun belirlenmesinde yardımcı olur. Saf ses odyometri de hava yolu ve kemik yolu olmak üzere iki çeşit ölçüm yapılmaktadır.



Şekil 11. Interacoustik marka AC 40 model Odyometre cihazı (www.erisci.com)

Saf ses odyometri hava yolu testi: Dış kulaktan başlayarak, temporal lob da bulunan işitme merkezine kadar olan tüm işitme sisteminin değerlendirilmesini sağlar. Her iki kulağımızın değişik frekans ve ses şiddetinde verilen sinyal seslerinin duyabildiği en düşük ses seviyeyi belirler. Odyoloji için kullanılan en temel test tekniği olarak bilinir. Hastanın kulağına takılan kulaklıklar ile verilen sinyal seslerine bir buton yardımı, baş ya da elini kaldırarak verdiği yanıtlar yardımı ile test yapılır. İşitme kaybı derecesini saptamakta da bize önemli tanısal bilgiler verir. Saf ses odyometrisi işitme cihazı uygulamalarında, endüstriyel gürültüye maruz kalan kişilerin işitmelerinin takibinde, kulak operasyonları öncesi ve sonrası işitme ile ilgili bilgi vermesi, başta elektrofizyolojik testler olmak üzere odyoloji de tanısal amaçlı kullanılan ABR, OAE vs. gibi testlerin doğru yorumlanmasında yardımcı olan bir testtir. Hastanı kulağına kulaklıklar yardımı ile değişik frekans ve şiddette ses sinyalleri verilerek yapılır. Şiddet birimi dB ve frekans birimi Hz dir. 125 Hz -8000 Hz frekanslarına saf ses verilerek hava yolu işitme eşikleri bulunur. Daha sonra kemik yolu işitme eşikleri testine geçilir.



Şekil 12. TDH 39 Hava yolu başlığı (www.avmsaglik.com.tr)

Saf ses kemik yolu testi: bu test ile iç kulaktan başlayarak işitme merkezine kadar olan sistem değerlendirilir. İşitme kaybı tipinin tanılamakta kullanılmaktadır. 500 Hz – 4000 Hz frekansların da saf ses verilerek kemik yolu eşikleri tespit edilir. [30, 31].

Şekil 13'te kemik yolu ekipmanı görülmektedir.



Şekil 13. Kemik yolu ekipmanı (www.echodia.fr)

2.5.2. Konuşma Odyometrisi :

Saf ses odyometri testinden sonra konuşmanın fonksiyonelliğini ölçmek işitsel tanı açısından çok önemlidir. Konuşma testleri kulaklıklar ile (supraaural-insert) , kemik vibratörü yada serbest saha hoparlörler ile yapılabilir. Odyolojik test bataryalarının en önemlilerinden biriside konuşma testleridir. Konuşmanın fonksiyonelliğini ölçmede sadece saf ses odyometrisi hasta ile ilgili sınırlı bilgi verir. Bu nedenle konuşma ile ilgili geliştirilen bir çok test vardır. Konuşma odyometrisi, tek veya çok heceli fonetik dengeli kelime listeleri kullanılarak bireyin konuşma uyarısını algılama düzeyini ölçmek için kullanılır. İşitmenin ve konuşmayı anlamının tespit edilebilmesi için geliştirilmiş testlerdir [32].

Konuşma odyometrisi;

- Saf ses eşiklerinin kontrolünde
- İşitme sistemindeki patolojinin yerini belirlenmesinde,
- İşitme cihazı seçimi ve uygulamada,
- Ayırıcı tanıda kullanılmaktadır.

Kliniklerde rutin olarak yapılan, Konuşmayı Anlama-Alma Eşik Testi (SRT), Konuşmayı Ayırt Etme (WDS&SD), En Rahat Ses Seviyesi (MCL) ve Rahatsız Edici Ses Seviyesi (UCL) Testleri kullanılmaktadır. Konuşma testleri genel olarak canlı ses ile yapılırsa da CD'den verilen ses listeleri ile de yapılabilmektedir [33]. Konuşma testlerinin canlı ses uyararı ile sessiz kabin olarakta bilinen test odalarında yapılması önemlidir. Test yapan kişi ile birey arasının bölünmüş olması ve test yapan kişinin yüzünün test olan bireyin görmemesi tercih edilmelidir.

2.5.2.1. Konuşmayı Anlama Eşiği (KAE) Testi:

Konuşmayı anlama eşiği, bireyin iki-üç heceli kelimeler ile konuşma listelerindeki kelimeleri tekrar edebildiği en düşük şiddet seviyesini belirlemede kullanılır. Ayrıca KAE saf ses işitme eşikleri verilerinden elde edilen bilgilerin doğruluğunu da kontrol etmemize olanak sağladığı gibi konuşmayı ayırt etme testi için de bir referans görevi yapar. KAE testi bireyin konuşmayı ne kadar anlayabildiğini gösteren testtir. Bireye verilen iki-üç heceli kelimelerin en az %50'sinin doğru olarak tekrar edildiği en düşük şiddet seviyesini gösterir. Kelime listesi bireye okunurken herhangi bir vurgu yapılmamalı, aynı tonda okunmaya çalışılmalıdır [32, 33].

KAE testi verilen sesin şiddetinin düşürülmesi (descending) ya da artırılması ile (ascending) olarak iki şekilde de yapılabilir. Şiddet düşürülerek yapılan yöntemde, bireyin en rahat duyduğu ses seviyesi olan (MCL) seviyesinden başlanır. Söylenen kelimeleri tekrar etmesi istenir. Her tekrar ettiği kelimedenden sonra ses şiddeti 10 dB düşürülür. Tekrar edemediği şiddet seviyesinde ise 5 dB artırılır. Bireyin 3/5 kelime söylediği en düşük şiddet seviyesi eşik olarak belirlenir ve kabul edilir. Ses şiddetinin artırılarak yapıldığı KAE testinde ise bireyin verilen kelime listesini tekrar edebildiği şiddet seviyesinde iken 15 dB düşürülür, 5'er dB lik artırımlar ile devam edilir. Bireyin 3/5 kelime söylediği en düşük şiddet seviyesi eşik olarak kabul edilmiş olur. Bu iki yöntem içinde sıklıkla descending yöntem kullanılır [32, 33].

Konuşma testlerinin yorum kısmı sadece kendi içinde değil saf ses odyometrisini de içine alarak yapılmalıdır. KAE eşiklerinin saf ses odyometrisi ortalamasına bakılarak bir karşılaştırma yapılması testin doğruluğu açısından

önemlidir. Saf ses ortalaması ile KAE eşik ortalamaların +/- 10 dB oranında uyumlu olması beklenir. Aksi durumlarda retrokoklear patoloji, santral veya fonksiyonel işitme kaybı düşünülebilir. Test ortamının uygun standartlara uymaması yada test yapılan cihazların kalibrasyon problemleri testin güvenilirliğini etkilemektedir.

Konuşma testlerini ister supraaural kulaklık veya insert kulaklıklar ile yapılması esnasında verilen uyarının bir kısmının test edilmeyen kulağa geçmesi mümkündür. Bu duruma interaural attenuation (IAA) denir. Bu oran supraaural kulaklıklarda 40 dB iken, insert kulaklıklar için ortalama olarak 65-70 dB civarındadır. IAA değerleri ortalama değerler olup frekansa göre değişiklik gösterebilir. Hava yolu işitme eşiklerini bulurken maske ihtiyacı olduğu gibi IAA'yı aşan durumlar içinde maske ihtiyacı olabilir. Bu ihtiyaç konuşma odyometrisi için doğru ve yerinde kullanılması çok önem arz etmektedir. Maskelemeye başlamadan önce iyi kulağın KAE eşikleri belirlenmeli ve bireye test edilmeyen kulaktan gürültü sesinin geleceği, buna cevap vermemesi gerektiği iyice anlatılmalıdır. Konuşma sesi geniş bantlı olduğu için maske sesi de geniş bant tercih edilebilir. Genellikle speech noise gürültü uyararı tercih edilmektedir. Gürültü test edilmeyen kulağın KAE eşğine +10 db eklenerek verilmelidir. Birey verilen kelime listesinde 6 kelimedenden yarısını (%50) tekrar ederse eşik olarak kabul edilir ve maske sesi +5 dB arttırılır. Bu durum +15 dB maskede birey kelimelerin yarısını yada 3/5'ini tekrar edebiliyorsa ise KAE eşği olarak kabul edilir.

Maskeli KAE eşiklerini bulurken diğer bir yöntem de sabit şiddette maske verilerek yapılandır. Test yapılmayan kulağın KAE eşğinin üzerine 45-50 dB şiddet seviyesinde maske gürültüsü verilir. Şiddet seviyesi değiştirilmeden ascending/descending yöntemleri ile test edilen kulağın KAE'si belirlenir. Klinikte sıklıkla bu yöntemle başvurulur [32, 33].

2.5.2.2. Konuşmayı Fark Etme Eşği (KFE) Testi:

Konuşmayı fark etme (SAT) testi, Odyolojik testlere uyum sağlayamayacak şekilde mental ve fiziksel bozukluğu olan bireylerde, küçük çocuklarda, konuşma geriliği bulunan KAE testi yapılamayan bireylerde uygulanan testtir. Bireyin konuşma uyararına gösterdiği en düşük ses şiddeti seviyesidir. KAE testinden farklı olarak birey

verilen ses uyarısını tekrar etmez sadece sese verdiği tepkisi değerlendirilir. Örnek olarak; VRA, Oyun odyometrisi, el kaldırma gibi. Birebir anlama gerektirmediği için KAE den daha düşük skorlar elde edilebilir. Konuşma uyarısı verilecek kişinin yaşı ve mental durumuna bakılarak uygun uyarılar verilmelidir. Uyarının şekli normal konuşma olabileceği gibi bir fonem de olabilir. Mesela /a/ fonemi alçak frekansları uyarırken, /ş/ fonemi orta frekans bölgesini, /s/ fonemi ise yüksek frekans bölgesini uyararak bize bilgi verebilir. Diğer testlerde uygulanan şartlama teknikleri bu testte de uygulanır.

2.5.2.3. Konuşmayı Ayırt etme Skoru (WDS) Testi:

Konuşmayı ayırt etme (Word Discrimination Score-WDS) testi, Konuşmanın fonetik özellikleri doğru algılamada belirleyicidir. Bireyin konuşmayı anlama kapasitesinin ölçülebilmesi için konuşmayı ayırt etme testleri geliştirilmiştir [32] [33]. Fonetik dengeli tek heceli test listesinden oluşur. Bireyin bu tek heceli kelimeleri tekrar edebilme yüzdesi hesaplanır. Fonetik dengeli kelime listesinde toplam 50 tek heceli kelime mevcuttur. Test yaparken genellikle 50 kelime yerine 25 tanesi ile yapılır. Test KAE eşliğinin üzerine 30-40 dB eklenerek yapılabilir. Ancak bu uygulama işitme kaybı olan bireylerde en iyi skoru vermeyebilir. Özellikle koklear patolojilerde KAE+40 dB uygulaması doğru sonuç vermeyecektir. Bu nedenlerle konuşmayı ayırt etme testinde, en rahat ses seviyesi (MCL) referans alınarak yapılması tavsiye edilmektedir. Test yapılırken tek heceli kelimelerin önünde herhangi bir taşıyıcıyı nitelikte cümle söylenmemelidir. Bireye bu kelimeleri tekrar etmesi ve her kelimenin bir defa söylenerek diğer kelimeye geçileceği söylenir. Test bu şekilde toplamda 25 tek heceli kelimenin her biri 4 puan olarak hesaplanarak bitirilir. Çıkan skorlar Tablo 2'ye göre yorumlanabilir.

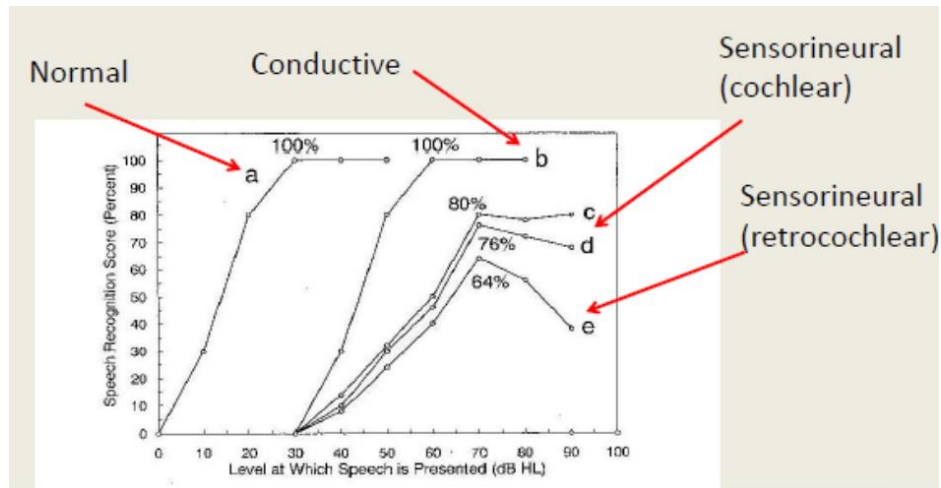
Tablo 2. Konuşmayı Ayırt Etme Skorları Yorumlama

%92-100 Doğru	Normal
% 76-88 Doğru	Hafif zorluk
% 60-72 Doğru	Orta Derece Zorluk
%40-56 Doğru	Zayıf
% 40 ve Altı	Çok Zayıf

Konuşmayı ayırt etme skoru (WDS), bireyin sosyal yeterliliği, ayırıcı tanıya gidilmesi, işitme cihazı seçimi ve işitme bozukluğu yaşayan hastaların ayırımında önemli bir yer tutmaktadır.

İşitme kaybı tiplerine göre, bireyin normal işitmeye sahip olması yada iletim tipi işitme kaybı bulunması durumunda WDS skorları başka ek bir patoloji yoksa normal sınırlar içerisinde olması beklenir.

Koklear işitme kaybı tipinde WDS skorları, ses düzeyinde artış olsa bile elde edilen skorlar işitme kaybı ile orantılı olacaktır. İşitme kaybının derecesine göre elde edilen skorlarda mutlaka bir değişiklik olacaktır. Ses şiddetindeki artış ile gürülüğün anormal derecede artması (recruitment) ile hafif ya da çok hafif işitme kayıplarında normal veya normale yakın skorlar elde edilebilir. Hiçbir zaman retrokoklear patolojilerdeki gibi çok düşük skorlar görülmez. Retrokoklear patolojilerde işitme kaybindan bağımsız olarak bireyin konuşmayı ayırt etme skorların da düşüş gözlenir. Bu test yöntemi, retrokoklear patolojileri ekarte etmenin en önemli yoludur. Konuşmayı ayırt etme skorları (WDS) bireyin işitme kaybına göre çok daha düşük elde edilir. İşitsel nöropati patolojilerinde, retrokoklear işitme patolojilerine göre WDS skorları daha düşük ve kötüdür (Şekil 14).



Şekil 14. Normal, İletim, Koklear ve Retrokoklear Patolojilerde WDS Skorları (www.studyblue.com)

Lezyonun yerine göre konuşmayı ayırtetme bulguları genel olarak Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3. Lezyonun yerine göre konuşmayı ayırt etme bulguları

Lezyon Yeri	Bulgular (Konuşmayı Ayırt Etme Skoru)
Normal	100%
İletim	Artırılmış Şiddet Seviyesinde %100
Koklear	%100'e ulaşmaz. Şiddet artırılrsa bile skorda değişiklik gözlenmez, işitme kaybının derecesine ve bölgesine göre değişir, alçak frekans işitme kayıplarında skor, yüksek frekans işitme kayıplarına göre daha yüksek elde edilir, işitme kaybının derecesi arttıkça skorda azalma gözlenir.
Retrokoklear	%100'e ulaşmaz. Lezyonun yerine ve büyüklüğüne göre skorda değişiklik gözlenir, rollover gözlenir (şiddet arttıkça skor düşer) saf ses işitme eşiklerine göre beklenenden daha düşük skorlar elde edilir.
İşitsel Nöropati	%100'e ulaşmaz, işitme kaybı arttıkça konuşmayı ayırt etme skoru elde edilemez, işitme kaybı çok hafif olsa bile elde edilen skor çok düşüktür.

2.5.2.4. En Rahat Ses Seviyesi Testi (MCL):

En rahat ses seviyesi testi, Bireyin test sırasında en rahat dinleme düzeyidir. Bireyin verilen ses şiddetini oranlaması istenir. En rahat ses seviyesi tek bir değer olmayabilir. Aynı işitme kaybına sahip olsalar bile kişiden kişiye değişiklik gösterebilir. Bazen olağandan daha düşük ya da daha yüksek ses ile rahat ettiklerini söyleyebilirler. Bunun için en rahat duyulan ses seviyesi bu test için uygun bir terim olacaktır [33, 34].

2.5.2.5. Rahatsız Edici Ses Seviyesi (UCL):

Rahatsız edici ses seviyesi testi, bireyi tedirgin eden ses seviyesinin bulunması olarak ta tanımlanabilir. Burada önemli olan bireyin rahatsızlık sözünden ne anladığıdır. Bu testte bireyden bireye değişiklik gösterebilir. Normal bireyler bu seviye genellikle 100 dB ve üzeridir. İletim tipi işitme kayıplı bireylerde bu skor korunur ya da daha da ileri olabilirken, sensörinöral işitme kayıplı bireylerde bu skor dahada

daralır. Koklear işitme kayıplı bireylerde çok fazla daralma gözlenebilir. Bu test rekrutmentin tanılanmasında bizi ayırıcı tanıya götürür. Retrokoklear tip patolojilerde bu skor normal veya geniş olarak elde edilebilir [32].

2.5.2.6. Serbest Saha Odyometrisi :

Kulaklıklar ile hava yolu elde edilemeyen durumlarda, serbest sahada, frekansa spesifik uyaran kullanılarak serbest saha hoparlörler yardımı test yaparak bireyin hava yolu eşikleri tespit edilebilir. Daha çok pediatrik grup ve işitme cihazı kullanan bireylerde cihazlı ve cihazsız eşik tayini yapmada kullanılır. Hoparlörlerden gelen dalga uyarımı olarak warble yada dar bant gürültü kullanılabilir. Saf ses serbest alan testleri için ANSI ve ISO standartları düzenlenmemiştir. Modülasyon oranı, warble tonların frekansı, dar bant gürültünün spektrumu, hoparlörlerin bireyin kulağına göre nasıl yerleşeceği ve odyometri yapılan alanın şekli, boyutu, klinikten kliniğe farklılık göstermektedir. Bu yüzden warble ton ya da dar bant serbest alan sesleri için referans değerleri normal işitmesi olan kişilerde belirli uyarana ve hoparlör yerine göre ayrı ayrı 0 dB HL olarak belirlenmelidir.

Warble ton ve dar bant gürültü için hoparlörler, konuşma serbest saha testleri için belirlenen ANSI S36-1989 standartlarında belirlediği gibi 40-60 derece açıyla yerleştirilmelidir. Böylelikle saf ses ortalaması ile konuşmayı tanıma eşiği arasında uyum arttırılabilir. Frekans deviyasyonu +/- 10 ve modülasyon oranı 32 Hz'i aşmadığı durumlarda, Anechoic chamber de yapılan saf ses eşikleri ile serbest sahada yapılan warble tonlar arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır [35]. Kliniklerde kullanılan odyometre cihazlarının çoğu warble tonlar için 10 Hz modülasyon oranı kullanılmaktadır. Bu modülasyon oranı normal işitmeye sahip bireyler için yeterli olsa da, normalden daha az entegrasyon zamanı olan sensörinöral işitme kayıplı bireylerde bu oran daha az olabilir [36].

Serbest sahada hoparlörler aracılığı ile verilen uyaranların eşikleri daha iyi duyan kulağın duyarlılığını yansıtmaktadır [35].

2.6. İŞİTME CİHAZLARI

İşitme kaybı, bireylerin işitme hassasiyetinde meydana gelen dinamik bir süreçtir. Bu süreç içerisinde işitme cihazı kullanımı bir faktördür. Bu faktör bireyin işitme kaybının olumsuz etkilerini azaltmak, belirli oranda işitilebilirliğini artırmak, yaşam kalitesini önemli ölçüde yükseltmeye çalışmaktır. İşitme cihazı tercihlerinde işitme kaybının tipi, derecesi, sosyo-ekonomik ve psikolojik faktörler dikkate alınmaktadır. İşitme cihazı tercihinde odyolojik parametreler arasında işitme eşiklerinin yanı sıra, konuşmayı ayırt etme skoru işitme cihazının sağlayacağı faydaya etki eden en önemli kriterlerdir. İşitme cihazı seçiminde yapılan hatalar, uygun olmayan durumlar ve periyodik kontrollerin ihmal edilmesi işitme cihazından maksimum yarar sağlanmasını olumsuz etkilemektedir. İşitme cihazlarını taşınabilir ve implante edilebilir olmak üzere iki gruba ayırabiliriz.

2.6.1. Hava ve Kemik Yolu İşitme cihazları tipleri:

- Cep tipi
- Gözlük tipi (Kemik Yolu)
- Başbantlı gözlük tipi
- Kulak arkası (BTE)
- Kulak içi (ITE)
- Kanal içi (ITC)
- Tam Kanal içi (CIC)
- Dip Kanal içi (IIC)
- Cross – Bicross

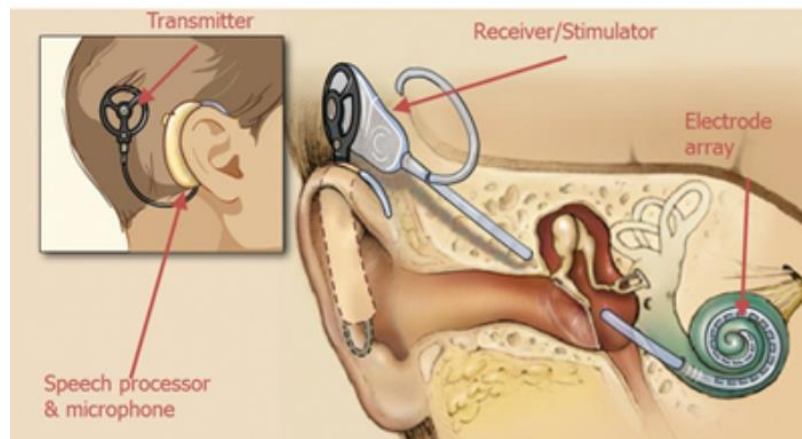
Şekil 15'te işitme cihazı tipleri görülmektedir.



Şekil 15. İşitme Cihazları

2.6.2. İmplant Edilebilen İşitme Cihazları:

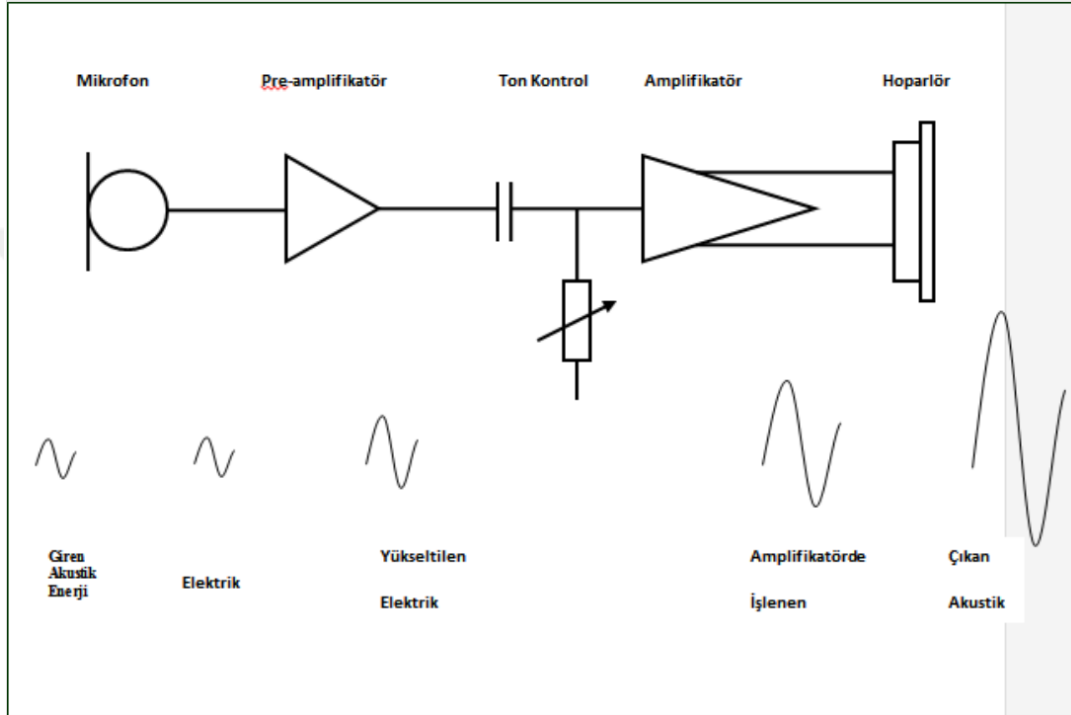
- Kemiğe implant
- Orta kulağa implant
- Koklear implant
- Beyin sapı implant



Şekil 16. Koklear İmplant Cihazı (www.cochlea.com)

2.6.3. Sinyal işleme teknolojilerine göre işitme cihazları:

2.6.3.1. Analog İşitme Cihazı: Sesleri toplayan mikrofon, yükselteç (amplifikatör) ve Hoparlörden oluşurlar [37]. Sesin özellikleri ve şiddeti manuel olarak değiştirilebilmektedir (Şekil 17).

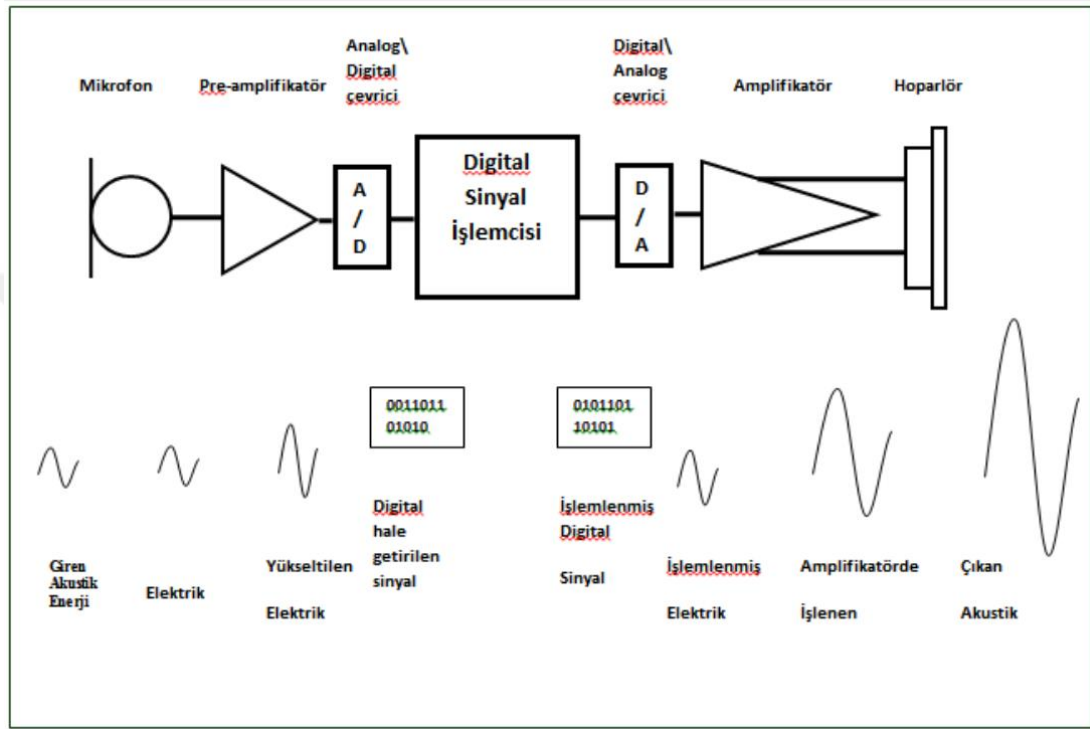


Şekil 17. Analog işitme cihazı çalışma prensibi <http://www.sessizligimesesver.com/isitme-cihazlari>

2.6.3.2. Programlanabilir İşitme Cihazı: Analog işitme cihazına entegre edilmiş özel bir filtre sistemi ile farklı frekans aralıklarında işlev görebilen, birden fazla otomatik kazanç kontrol devresinden oluşan, sisteme ek olarak dijital bir devre aracılığı ile kontrol edilebilen işitme cihazlarıdır. Sinyal işleyicileri analog işitme cihazları ile aynıdır.

2.6.3.3. Dijital İşitme Cihazları: Prensip olarak Ses sinyallerini dijital yani sayısal olarak işleyen bir teknoloji kullanılarak üretilen işitme cihazlarıdır. Çağımız teknolojisine uygun olarak hastanın işitme ve ihtiyaçlarına en uygun ayarlamalarının yapılabilirdiği gelişmiş işitme cihazlarıdır. Karmaşık algoritmaların kullanımına olanak

sağlayan bir dijital işlemci, farklı şiddet ile frekanslardaki akustik sinyalin net şekilde kullanıcı tarafından duyulup algılanmasını sağlamaktadır. Analog sinyaller dijital sinyallere çevrilmekte, algoritmik işlemler ve programlar ile sinyaller yeniden işlenerek analog forma dönüştürülmektedir [27]. Programlama noktasında avantaj sağlaması en önemli özellikleridir (Şekil 16).



Şekil 18. Dijital İşitme Cihazı çalışma prensibi <http://www.sessizligimesesver.com/isitme-cihazlari/>

Dijital işitme cihazlarını diğer avantajları ise;

- Her frekans bölgesinde ayrı ayrı frekans kazanç cevap özelliği
- Mikrofon kaynaklı iç gürültünün az olması
- Gelişmiş feedback özelliği
- Cihazların daha küçük olması
- Non-lineer amplifikasyon özelliği
- Konuşma ve gürültü sinyallerini ayırt edebilmesi
- Geniş aralıklı fitting imkanı sağlaması
- İki cihazı tespit edilen sinyal özelliklerine göre birbiri ile uyumlandırılması

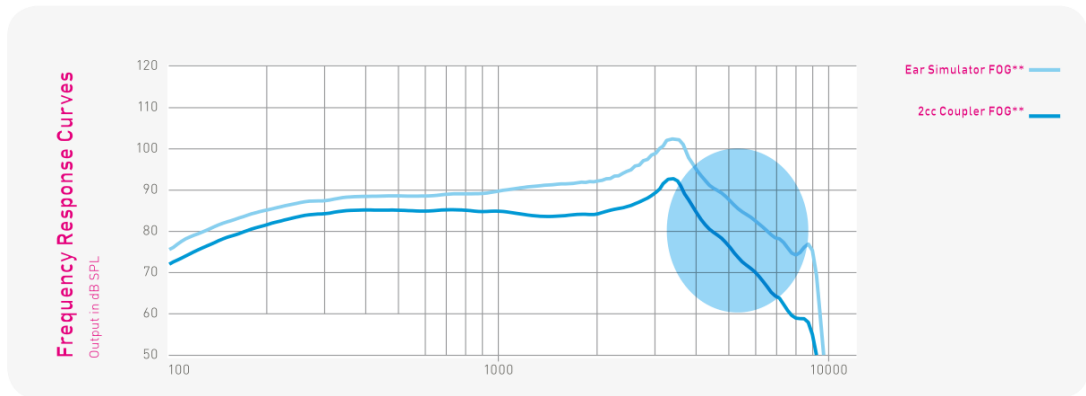
- Birden fazla kanaldan ayar imkanı sunması
- iki mikrofondan alınan seslerin ayrı işlemcilerle işlenmesi.
- Otomatik program seçimi
- Konuşma şiddetinin otomatik kontrolü.
- Otomatik telekoil özelliği
- Günlük kullanım gösteren hafıza imkanı sağlaması sayılabilir.

2.6.4. İşitme Cihazı Frekans Kaydırma Özelliği:

Genel Bilgi ve Çalışma Prensipleri;

Çoğu işitme cihazı alıcısının geleneksel olarak yaşadığı problem olarak, yüksek frekans amplifikasyonlarında güçlerinin düşmesine ve yeterli etkinliği sağlayamamalarına sebep olmaktadır. Bu da işitme kaybının en çok olduğu yüksek frekans bölgesinde az kazanç elde etme anlamına gelmektedir. Günümüz gelişmiş işitme cihazları genişletilmiş bant ve en gelişmiş sinyal işleyicileri bile yüksek frekanslarda çaresiz kalmaktadır.

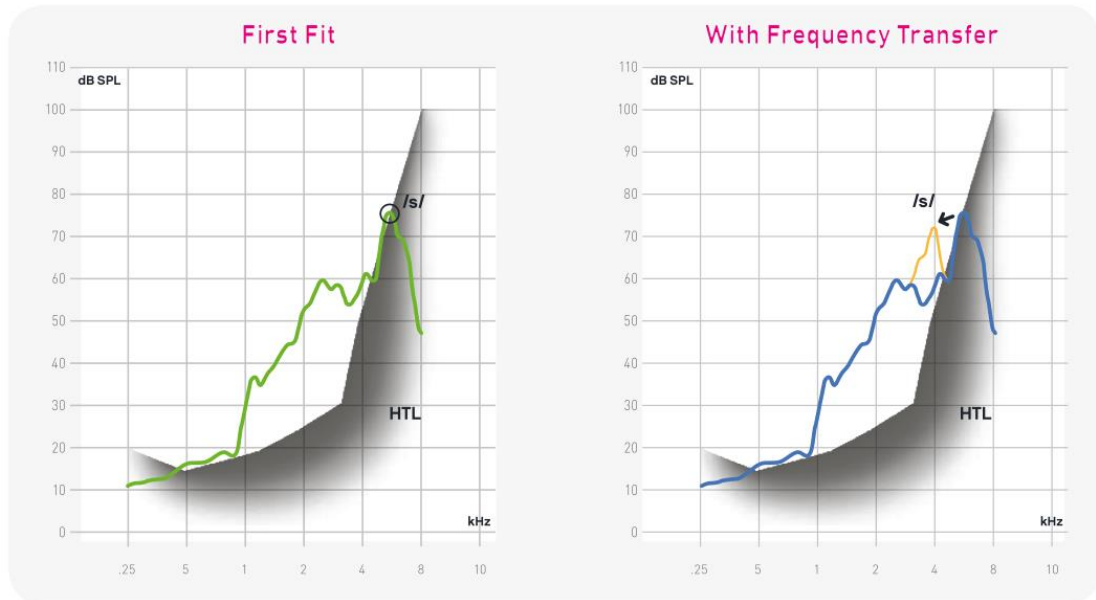
Şekil 19'da görüldüğü üzere işitme cihazı yüksek frekanslardaki tipik hoparlör kazanç düşüşü gösterilmektedir.



Şekil 19. İşitme Cihazı Yüksek Frekans Tipik Hoparlör Kazanç Düşüşü (www.sonici.com)

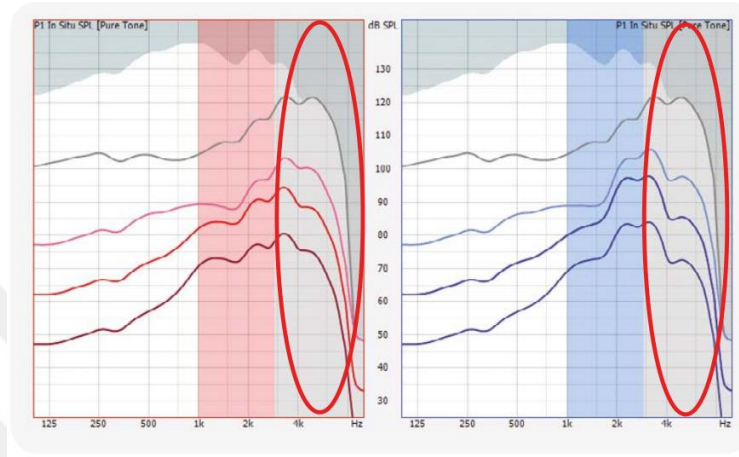
Yıllardır işitme cihazı üreticileri yüksek-kazanç/yüksek-frekans amplifikasyon problemlerini fark etmişler ve bunları ortadan kaldırmak için metotlar geliştirmişlerdir. Sonuç olarak, şuan problemin çözümü için birçok yaklaşım vardır. Frekans düşürme olarak bilinen bu metotlar: lineer frekans aktarma; frekans sıkıştırma ve lineer olmayan frekans sıkıştırma olarak ta isimlendirilmişlerdir. Tüm bu yöntemler yüksek frekansları daha iyi olan alanlara düşürmede başarılı olmasına rağmen, bazı performans sınırlamaları hala mevcuttur. Örneğin, birçok işleme stratejileri orijinal sinyalin bant genişliğini kısıtlamaktadır. Araştırmalar frekans kaydırma tekniklerinin koklea'da ölü bölge olmamasına rağmen daha etkili olduğunu göstermiştir [38, 39].

İşitme cihazlarında frekans kaydırma özelliği programın girilen odyograma göre frekans kaydırmanın gerekli olup olmadığını karar vermesi ile başlar. Sadece gerektiğinde aktif hale gelen bu sistem, yüksek frekanslı bilgi belirlenmiş olan bölgeden daha iyi işitmeye sahip daha düşük frekans bölgesine taşınır. Böylelikle frekans transferi konuşma ipuçlarının işitilebilirliğini artırır. Önemli olan sinyale ait bant genişliğinin sağlam kalmasıdır. Şekil 22' de devreye alınan frekans kaydırma sonucu amplifiye edilen /s/ foneminin duyulamayan bir frekans bölgesinden, duyulabilen bir frekans bölgesine kaydırıldığı gösterilmiştir.



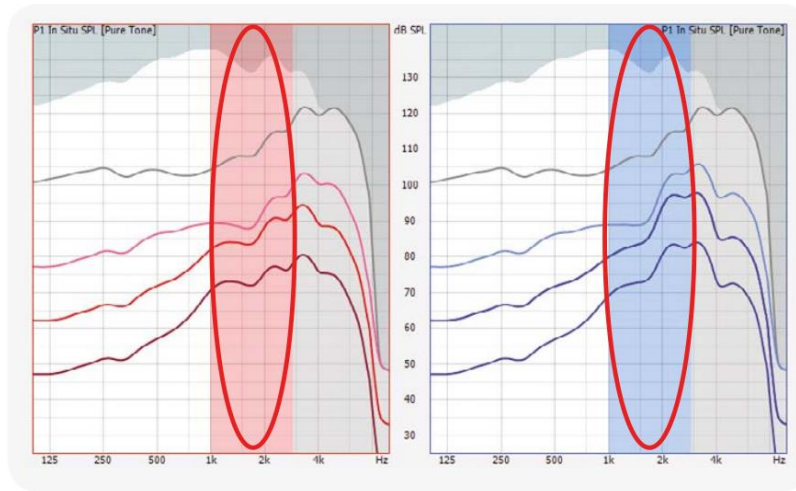
Şekil 20. /s/ fonemi için Frekans kaydırma' sız (sol) ve Frekans Kaydırmalı (sağ) İşitme Cihazı Çıkışı (www.sonici.com)

Frekans kaydırma özelliği kaynak bölge olarak belirlenmiş bölgelerde yüksek frekans ipuçlarını saptayarak çalışır. Kaynak bölge yüksek frekans amplifikasyonunun normal işleme ile yetersiz kalacağı bölgedir (şekil 23a). Frekans kaydırma özelliği kaynak bölgedeki seçilen yüksek frekans girdisini hiçbir bilgi kaybolmayacak şekilde kopyalar.



Şekil 21a. Frekans Transferinde Kullanılan Kaynak Bölge (www.sonici.com)

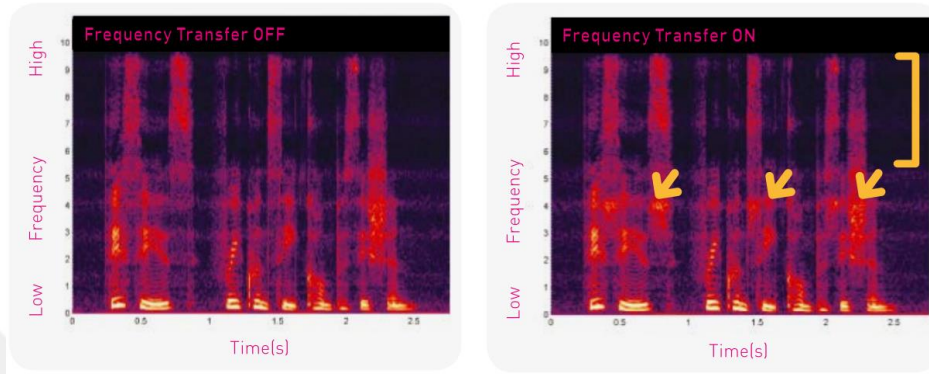
Daha sonra kopyalanan frekans içeriği sıkıştırılarak daha önceden seçilmiş düşük frekans transfer bölgesine kaydırılır (Şekil 23b). Transfer edilen bölge hasta odyogramına göre en iyi işitilen bölgedir.



Şekil 21b. Sağ ve Sol İşitme Cihazı İçin Transfer Edilen Frekans Bölgesi (www.sonici.com)

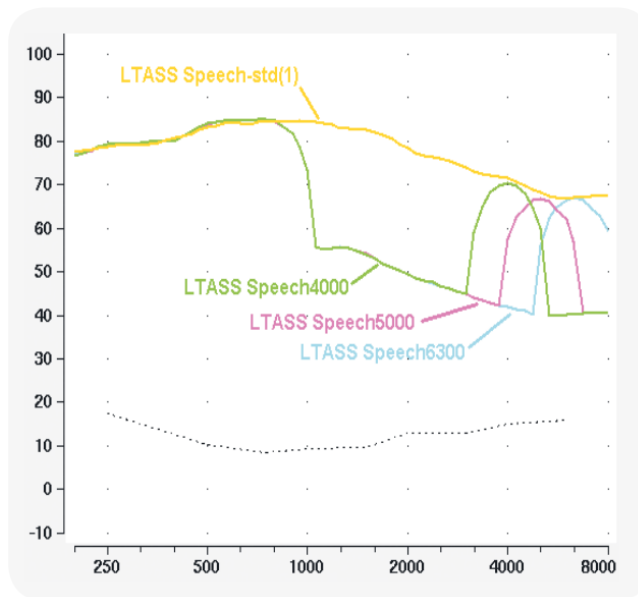
Bununla birlikte yapılan spektrogram ölçümleri, frekans kaydırma özelliğini test etmede yararlı yollardan biridir. Şekil 24'te düşük ve yüksek frekans sesleri barındıran bir cümlenin çıkışı gösterilmektedir. Parlak sarı bölgeler ses enerjisinin en

yoğun olduğu kısımları gösterir. Açık mor kısımlarda en az enerji yoğunluğu mevcuttur. Frekans kaydırma aktif edildiğinde sol tarafta görülmeyen ve sarı oklar ile belirtilen başka parlak alanlar görülmektedir. Bu bize hedeflenen yüksek frekansların düşük frekanslara transfer edildiğini gösterir ve istenildiği gibi ses enerjisinde daha fazla bir yoğunluk elde edilmiş olur (Şekil 24).



Şekil 22. Spektrogram Frekans kaydırma: Kapalı (sol), Açık (sağ) (www.sonici.com)

Frekans kaydırmanın faydasını test etmenin diğer bir yolu da, test kutusu ölçümleridir. Örneğin, Audioscan'ın Verifit uygulaması bu amaç için dört farklı yüksek frekans giriş sinyali önerir. (LTASS Konuşma 3150, 4000, 5000 ve 6300) (Şekil 25). Test kutusu ile elde edilen sinyaller, düşürülmüş olan sinyalin uygun transfer bölgesine ve hastanın ihtiyaç duyduğu seviyeye indirildiğini kanıtlar (Şekil 25).



Şekil 23. Frekans Düşüren Verifit Giriş Sinyaller (www.sonici.com)

Frekans kaydırma dört bölgede ve üç yoğunlukta gerçekleşmektedir. Bu bölgeler, 4.6 – 6.5 kHz, 2.9 – 4.6 kHz, 1.5 – 2.9 kHz ve 1.0 – 2.9 kHz dir. Yoğunluk olarak zayıf, orta ve güçlü transfer seçenekleri seçilebilmektedir.

Frekans Transferi ileri dereceden çok ileri dereceye kadar olan yüksek frekans işitme kayıplı hastalarda işitilebilirliği geliştirmeyi amaçlamaktadır.

Frekans Kaydırma ile:

- Yüksek-frekanslı sesler odyogramın daha işitmeye sahip bölgesine düşürülür
- Odyometrik kriter varsayılan ayarları başlatır
- Açık uygulamalar desteklenir
- Yüksek frekanslı sesler kopyalanır ve transfer edilir böylece sinyalin hiçbir parçası kaybolmaz
- Sinyalin tam bant genişliği sağlam kalır
- Kişisel ihtiyaçlara göre ayarlama yapmak mümkündür
- Geleneksel amplifikasyonun dezavantajları azaltılır

2.7. İŞİTME CİHAZI UYGULAMASI

İşitme kayıplı bir bireyin cerrahi ya da medikal tedavi yöntemleriyle şikâyetleri kaldırılamıyor ise mutlaka işitme cihazı kullanması gerekmektedir. Hastaya İşitme cihazı uygulanana kadar belirli aşamalardan geçer. Bu aşamalar KBB uzmanı, Odyolog ve ve/ya odyometrist, işitme cihazı merkezi çalışanı bu aşamalarda görev alır.

İşitme cihazı uygulanacak hastayı değerlendirirken göz önünde bulundurulması gereken birçok faktör mevcuttur. Bu faktörler;

- İşitme kaybının derecesi ve tipi
- Odyogramın şekli
- Konuşmayı ayırt etme sonuçları

- Dinamik Ranj
- Daha önce işitme cihazı kullanıp kullanmadığı
- Sosyo kültürel düzey
- Mesleği
- El becerileri
- Görüntü kaygısı
- Hastanın beklentileri olarak sıralanabilir.

Önemli olan bir durum ise, hastanın tıbbi olarak işitme cihazı kullanımına uygun olup olmadığının belirlenmesidir. Hearing Aid Council (1999) Code of Practice'de İşitme cihazı tercihi sırasında tıbbi yardıma ve/veya sevke başvurulması gereken 12 durum belirtilmiştir [40]. Bu durumların dikkate alınması da hasta entegrasyonu açısından fayda sağlayacaktır.

2.7.1. Tek ve / veya Çift Taraflı İşitme Cihazı uygulaması:

Günümüzde çift taraflı işitme kaybı olan bireylerde her iki kulağa da işitme cihazı uygulaması gerekliliği önemini giderek artırmaktadır. Geçmişte bu konu üzerinde çok tartışılmış olsa da, özellikle sesin yönünün tespiti ve gürültülü ortamlarda konuşmanın anlaşılması gibi faktörler göz önünde bulundurulduğunda çift taraflı işitme cihazı kullanmanın faydaları gözlemlenmiştir [41-43].

Bireye işitme cihazı kullanılmayan kulağın işitmesinde, anlama, algılama ve ayırt etme fonksiyonların da zaman içerisinde gerilemenin olacağı anlatılmalıdır. Her ne kadar çift taraflı işitme cihazı uygulaması asimetric işitme kayıplı bireylerde tercih edilmesi gerekli ise de zaman zaman tek taraflı kullanmaları da önerilebilir. Bu gibi durumlarda dinamik aralığı daha geniş daha iyi konuşmayı alma ve ayırt etme skorlarına sahip olan kulak tercih edilmelidir. Bunun dışında hasta memnuniyeti ve geri bildirim de cihaz tercihinde önemli rol oynayacaktır.

2.7.2. İşitme Cihazı Uygulamasında Odyolojik Değerlendirme:

Değerlendirmeye ilk olarak hasta hikâyesi ile başlanmalıdır. Hasta hikâyesi alınması hem hastanın işitme problemi ile ilgili sürecin gözden geçirilmesini sağlar hem de hastanın kaygı ve korkularının neler olduğu bilinerek çözüme çok daha hızlı bir şekilde gidilmesini sağlayacaktır. Hasta hikayesi alınırken, ne kadar zaman ve ne şiddette işitme kaybı yaşadığı, işitme kaybının derecesinde zaman içinde değişikliklerin olup olmadığı, işitme kaybı nedenleri varsa aile öyküsü, daha önce yaşadığı cerrahi, odyolojik veya farmakolojik müdahale süreçleri, işitme cihazı kullanma geçmişi, denge bozukluğu yaşayıp yaşamadığı, tinnitus şikayeti olup olmadığı gibi sorularla kapsamlı bir görüşme yapılması doğru olacaktır. Bu görüşme sonrası hastanın işitme cihazına karşı oluşabilecek engel ve kaygılarını gidermek problemin çözümü noktasında faydalı olacaktır.

2.7.3. İşitme Cihazı Öncesi (Prefitting) Dönem:

İşitme cihazı öncesi ilk basamak iyi bir kulak burun boğaz muayenesi ve öykü alınmasıdır. Öyküde hastanın yaş, meslek, eğitim, işitme rahatsızlığının başlama şekli ve süresi, daha önce geçirilmiş hastalıklar ve ameliyatlar, varsa sistemik hastalıklar ile kullanılan ilaçlar sorgulanmalıdır. Kulak muayenesinde, dış kulak, dış kulak yolu buşon ve ya darlık olup olmadığı, enfeksiyon, ekzozitoz ya da osteom gibi sorunların olup olmadığı dikkatlice değerlendirilmelidir. Orta kulak ve zarın yapısı, renk değişiklikleri, perforasyon ve akıntı olup olmadığına dikkat edilmelidir. İkinci basamak olarak odyolojik değerlendirmeye geçilebilir. Bu aşamada immitansmetrik incelemeler, saf ses odyometri testi ve konuşma odyometrisi gibi temel odyolojik test ve tetkiklerin yanı sıra gerekirse patolojinin yerinin tespiti için objektif odyolojik testlerde yapılabilir. Bu testler sonucu bireyin işitme cihazı uygun olup olmadığı belirlenir ve işitme cihazı seçimine geçilebilir. İşitme cihazı seçiminde dikkat edilmesi

gereken önemli noktalar bulunmaktadır. Bunlar; saf ses ortalaması, konuşmayı alma ve ayırt etme eşikleri dikkate alınarak seçim yapılmalıdır.

2.7.4. İşitme Cihazlı (Fitting) Dönem:

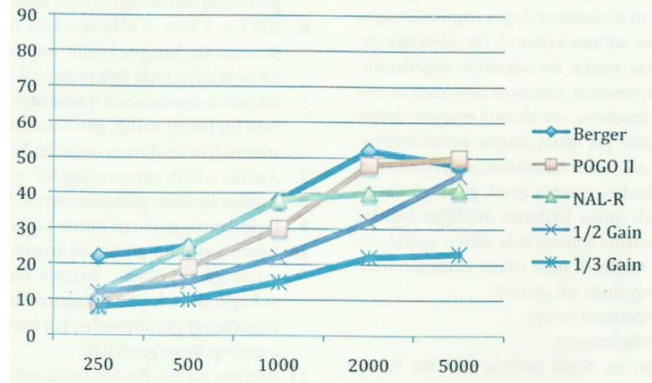
İşitme cihazı uygulanan hastanın yaş, işitme kaybının tipi, derecesi, eğitim durumu, ekonomik durumu, sosyo-kültürel düzeyi ile birlikte kognitif yetenekleri ve motor becerilerinde dikkate alınarak değerlendirilme yapılmalıdır. Cihaz uygulaması sırasında uygulama sonrası cihazla ilgili olabilecek sorunlar hasta ile paylaşılmalıdır. Uygulamanın hastanın kendi kalıp/kalıpları ile yapılması uygun olacaktır.

2.7.5. İşitme Cihazı Sonrası (Postfitting) Dönem:

Bu dönemde, hastanın işitme cihazı uygulamasından beklentilerinin ve bu doğrultuda uygulayıcı olarak bizim hedeflerimizin ne olduğunu hasta ve ailesini bilgilendirme ile başlanmalıdır. Hastanın işitme kaybı ve derecesi ile ilgili bütün faktörleri göz önüne alınmalıdır. Korku, beklenti ve sorularına yanıt verilmelidir. İşitme cihazının çok iyi anlatılması, kullanımının kolay olması, kullanım rahatlığı ideal olan bazı niteliklerdir. Bu dönemde en önemli beklenti gürültülü ortamlarda konuşmanın anlaşılabilirliği olacaktır. Uygulanan işitme cihazının hastanın otolojik ve odyolojik değerlendirme ve bulgular ışığında çok yönlü çalışabilen mikrofonlara sahip olması, gürültü baskılama özelliklerinin gelişmiş olması, çok kanallı ve programlanabilir olması kullanıcının iletişim sorunlarını en aza indirmede etkili olacak parametrelerin başında gelmektedir. Bu dönemde fitting uygulamasının uygun ayarlanması, hastanın işitme konforunu ve anlamasını artıracaktır.

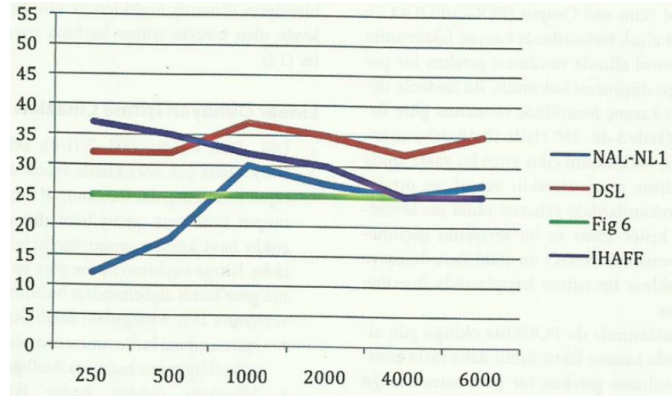
Fitting uygulamalarının ana hedefi işitme cihazının hastanın işitme kaybına göre uygun şekilde ayarlamak ve hastanın yaşadığı işitsel problemleri en aza indirmektir. Sadece işitme kaybı ile ilgili objektif değerlendirmelere dayanan fitting uygulamaları kesin ve en iyi başlangıç noktasıdır [44].

Odyogram da elde edilen saf ses hava eşikleri üzerinden yapılan hesaplamalar ile uygulanırlar. Berger, Pogo ve Nal en bilinen uygulamalardır. Bu uygulamalar lineer/amplifikasyon ilkesi ile çalışan işitme cihazları için uygundur (Şekil 19)



Şekil 24. Lineer İşitme Cihazları için fitting uygulamalarında kullanılan algoritmalar
(<https://books.google.com.tr>)

Lineer olmayan işitme cihazları için uygulamalar, DSL, DSL 1 (I/O), DSL 2 (I/O), DSL 4 (I/O), DSL 5 (I/O), daha çok çocuklarda işitme cihazı fittingi olarak tercih edilen uygulamalardır. NAL-NL1, NAL-NL2 konuşmanın anlaşılabilirliği üzerine daha çok yoğunlaşan uygulamalardır. DSL uygulamasındaki kazanç yerine daha çok konuşmayı anlama ilkesi üzerine temellendirilmiştir (Şekil 20).



Şekil 25. Non-linear işitme cihazı için fitting uygulamalarında kullanılan algoritmalar
(<https://books.google.com.tr>)

Bu uygulamalar dışında işitme cihazı firmaları kendi algoritmik uygulamalarını geliştirmektedirler. Örnek olarak, Sensogram widex'in, Loudnes perception profile Phonak'ın ve Scal adapt Resond'un geliştirdiği fitting uygulamalarıdır.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmanın amacı, son yıllarda geliştirilen işitme cihazı frekans kaydırma yöntemlerinin işitme eşiklerine ve konuşmayı ayırt etme skorlarına (Word Discrimination Score-WDS) etkisini değerlendirmektir.

Çalışma, Ocak 2014/ Haziran 2015 tarihleri arasında işitme merkezimize başvuran ve işitme cihazı uygulaması yapılan 65-80 yaş arasında toplam 30 hasta dâhil edildi. İşitme merkezi hasta kayıt arşiv bilgileri taranarak, yaş, eğitim, sosyo-ekonomik düzey farkı gözetilmedi. Bütün hastalara çalışmanın nasıl yapılacağı hakkında bilgi verilerek onayları yazılı olarak alındı.

Hastalara ait cinsiyet, yaş, işitme cihazı kullanma süresi, işitme rahatsızlığı görülme süresi, KBB muayene ve işitme testi yaptırma sıklığı gibi bilgileri Tablo 4 'te gösterilmiştir.

Tablo 4. Demografik özelliklerin gruplara göre dağılımı

Değişkenler	Gruplar (Hasta Kulak)		χ^2/t	p	
	Sağ Kulak (n=15)	Sol Kulak (n=15)			
Yaş	68,43±10,95	69,73±10,05	0,335	0,740*	
Cinsiyet	Erkek	8(50)	8(50)	0,001	0,999
	Kadın	7(50)	7(50)		
	Çocukluktan	1(50)	1(50)		
İşitme Rahatsızlığı Görülme Süresi	1-5 Yıl	9(64,29)	5(35,71)	2,743	0,433
	6-10 Yıl	3(30)	7(70)		
	11+ Yıl	2(50)	2(50)		
İşitme Cihazının Kullanım Süresi	1-3 Yıl	10(55,56)	8(44,44)	1,422	0,700
	4-6 Yıl	2(40)	3(60)		
	7-9 Yıl	3(50)	3(50)		
	10+ Yıl	-	1(100)		
KBB Muayene ve İşitme Testi Yaptırma Sıklığı	İhtiyaç Olduğunda	13(46,43)	15(53,57)	2,143	0,343
	6 Ayda Bir	1(100)	-		
	Her Yıl	1(100)	-		

Veriler Ort±SS veya n (%) şeklinde verilmiştir.

p: Ki-Kare Testi

*: İki Ortalama Arasındaki Farkın Anlamlılık Testi (t testi)

Çalışmaya Katılan işitme cihazı kullanan hastaların Seçim Kriterleri aşağıda belirtilmiştir;

- Kulak burun boğaz muayenesi normal olan
- 4000-6000 Hz arası işitme eşikleri 80 dB ve üzeri olan ,
- İşitme cihazını en az 6 ay ve günlük düzenli kullanan
- Sensörinöral işitme kayıplı
- Normal ortakulak basıncı ve timpanograma sahip olan
- İşitme cihazı kullanımında zorluk yaşamayan
- Çalışmaya katılmayı gönüllü olarak kabul eden hastalar dahil edilmiştir.

Çalışma Dışı Bırakılanlar;

- İletim yada Mikst tip işitme kayıplı bireyler.
- Daha önce otolojik bir cerrahi operasyon geçirenler.
- Sistematik veya nörolojik hastalığı olanlar

Hastalar, Martin Clark 2006 sınıflandırılmasına ve işitme kaybı derecesine göre Tablo 5. 'te saf ses düzeylerinin grup içerisinde dağılımları gösterilmiştir.

Tablo 5. SSO işitme kaybı derecelerine göre dağılımları

		<i>Gruplar (Hasta Kulak)</i>			
		<i>Sağ Kulak</i>		<i>Sol Kulak</i>	
		<i>Sağ Kulak</i>	<i>Sol Kulak</i>	<i>Sağ Kulak</i>	<i>Sol Kulak</i>
<i>Saf Ses Düzeyi</i>	<i>41-55</i>	6 (46,2)	7 (53,8)	5 (45,5)	6 (54,5)
	<i>56-70</i>	8 (57,1)	6 (42,9)	5 (35,7)	9 (64,3)
	<i>71-90</i>	1 (50,0)	1 (50,0)	4 (100,0)	-
	<i>91+</i>	-	1 (100,0)	1 (100,0)	-
	χ^2	1,363		6,234	
	<i>p</i>	0,714		0,101	

*Veriler n (%) şeklinde verilmiştir.
p: Ki-Kare Testi*

Hastalara ait genel bilgiler Çalışmanın yapıldığı işitme merkezi hasta arşivinden alındı. Çalışmaya katılan 30 birey (16 erkek, 14 bayan) katıldı. Tüm katılımcıların yaşları 65-80 arasında değişmekte ve ortalama yaş $69,73 \pm 10,05$ idi. Tek taraflı işitme cihazı kullanan bireyler çalışmaya dâhil edildi. İşitme cihazı kullanan bireylere KBB muayenesinden sonra saf ses odyometri, immitansmetrik inceleme testleri yapılarak işitme kaybının tipi ve derecesi belirlendi. Serbest sahada işitme cihazı ile normal fitting ve frekans kaydırma özelliği kullanılarak cihazlı işitme eşikleri ve konuşmayı ayırt etme skorları (WDS) elde edildi.

Odyolojik Değerlendirmeler;

İmmittansmetrik değerlendirme; İmmittansmetrik ölçümler Resonance R36 M Klinik timpanometri ile yapıldı. Orta kulak basınçlarına ve bilateral aksutik reflekslere bakıldı.

İşitme Cihazı Olmadan Odyolojik Değerlendirme;

Saf ses işitme eşikleri hava iletimi için; Sessiz odada, Resonance R37 HF HH klinik odyometri cihazı ile TDH 49 kulaklıklar kullanılarak 125 – 8000 Hz arası frekanslarda hava yolu eşiklerine bakıldı. Kemik Yolu eşikleri ise 500-4000 Hz arası frekanslarda RADIOEAR B71 kemik vibratör kullanıldı. İşitme kaybı derecelendirilmesi saf ses eşik ortalamasına göre 500-4000 Hz frekansları baz alınarak yapıldı [45].

Konuşmayı alma eşiği; Türkçe için geliştirilen 3 heceli kelime listesi kullanılarak yapıldı.

Konuşmayı ayırtetme testi; Akşit AM.'nin hazırladığı, konuşmayı ayırtetme testi için izofonik kelime listeleri (1994) kullanılarak, önünde her hangi bir taşıyıcı ses

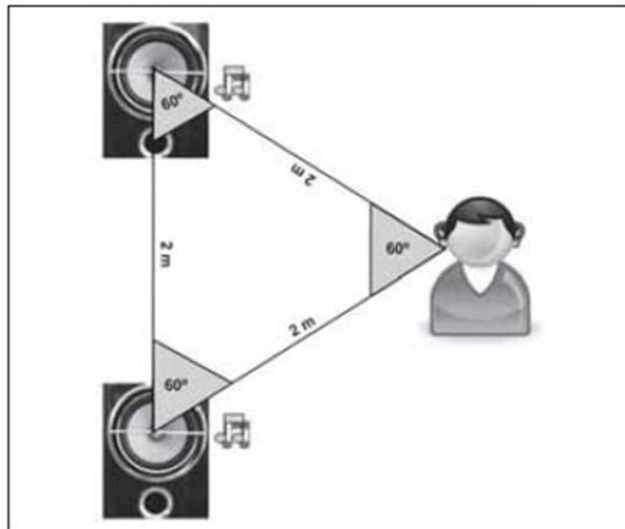
kullanılmadan, 25 tek heceli kelime canlı ses ile en rahat ses (MCL) seviyesinde hastaya sorularak yapıldı.

İşitme Cihazlı Odyolojik Değerlendirmeler:

İşitme Cihaz' sız yapılan odyometrik değerlendirmeler sonrası, hastaya işitme cihazı takıldı. Cihaz' sız yapılan saf ses hava eşikleri işitme cihazına girilerek yeni eşik ayarları uygulandı. Sonra hastaya işitme cihazlı serbest alan da 250 Hz ile 8000 Hz arasında “warble tone” uyarı verilerek işitme eşikleri ve Serbest sahada işitme cihazlı konuşmayı ayırt etme (cWDS) skorlarına tekrar bakıldı. 500 Hz – 4000 Hz ortalamaları alınarak cihazlı Saf ses ortalamaları (cSSO) ve Konuşmayı ayırtetme skorları (cWDS) elde edildi.

İşitme cihazı frekans kaydırma özelliği aktif edilerek serbest saha işitme cihazlı 250 Hz – 8000 Hz arası “worble tone” ile işitme eşiklerine (fkSSO) ve konuşmayı ayırtetme skorlarına (fkKAS) bir kez daha bakıldı. Frekans kaydırmalı saf ses ortalaması (fkSSO) ve konuşmayı ayırtetme Skorları (fkKAS) elde edildi.

Serbest saha testleri sessiz odalarda Resonance marka R37 Model Studio hoparlörler kullanılarak yapıldı. Hoparlörler hastanın 2 metre uzağına, cihaz kullanılan tarafa 60°'lik açıyla yerleştirildi (Şekil 20).



Şekil 26. Serbest Saha Hoparlör yerleşim planı

Çalışmada kullanılan istatistiksel yöntemler;

Çalışmamızın istatistiksel olarak analizleri, çalışma grupları hakkında ve genel özellikleri hakkında bilgi vermek amacı ile tanımlayıcı istatistiksel analizler yapılmıştır. Sürekli değişkenlere ait veriler ortalama \pm standart sapma şeklinde; kategorik değişkenlere ilişkin veriler ise n (%) şeklinde verilmektedir.

Nicel değişkenlerin gruplar arasındaki ortalamalarını karşılaştırırken İki Ortalama değer arasındaki farkı önemlilik testi ile birlikte tek yönlü varyans analizleri kullanılmıştır. Çoklu karşılaştırmalar için ise Post Hoc testleri kullanılmıştır. Nitel değişkenler arasındaki ilişkiyi değerlendirmek için Ki-kare testinden yararlanılmıştır. p değerlerinin 0.05'den küçük hesaplandığı durumlarda için istatistiksel anlamlı kabul edilmiştir. Hesaplamalarda hazır istatistik yazılım programı kullanılmıştır (IBM SPSS Statistics 19, SPSS inc., an IBM Co., Somers, NY).

4. BULGULAR

Çalışmaya katılan hastaların saf ses ortalamaları cihaz'sız, cihazlı ve frekans kaydırma aktif edilerek yapılan serbest saha işitme cihazlı odyolojik testleri ve sonuçları Tablo 6'da gösterildi.

Tablo 6. SSO İşitme Cihaz'sız ve İşitme Cihazlı Sonuçların Gruplara Göre Dağılımı.

		TDH 49 (dB)	İşitme Cihazlı S.S.(dB)	Frekans Kaydırma S.S (dB)	F	p
Gruplar (Hasta Kulak)	Sağ Kulak	56,47±8,18	41,13±7,00	37,07±7,44	27,517	<0,001
	Sol Kulak	55,40±5,57	39,80±3,51	36,40±3,48	83,383	<0,001

Veriler Ort±SS şeklinde verilmiştir.
p: Tek Yönlü Varyans Analizi (Anova)
S.S.: Serbest Saha

Saf ses ortalamaları cihaz'sız, cihazlı ve frekans kaydırma aktif edilerek yapılan testlerin arasında istatistiksel fark gözlenmiştir ($p<0,05$). Sağ ve sol kulak saf ses ortalama değerleri arasındaki fark, TDH 49 ile İşitme Cihazlı serbest saha testleri (işitme cihazlı ve frekans kaydırmalı) arasındaki farktan kaynaklanmıştır ($p<0,001$). İşitme cihaz'sız yapılan, Saf ses ortalamalarında (SSO) grup içerisinde ve gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlenmemiştir (Tablo 7a)

Tablo.7a. Cihaz' sız SSO grup içerisinde ve gruplar arası dağılımı

		Saf Ses Ortalaması			
		Sağ Kulak (dB)	Sol Kulak (dB)	t	p
Gruplar (Hasta Kulak)	Sağ Kulak (n=15)	56,47±8,18	58,13±12,63	0,429	0,671
	Sol Kulak	64,8±11,57	55,4±5,57	2,835	0,010
t		2,278	0,767		
p		0,031	0,449		

Cihaz' sız yapılan Konuşmayı Alma Eşiği Testinde (SRT), grup içerisinde ve gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlenmemiştir (Tablo 7b)

Tablo 7b. Cihaz' sız SRT grup içerisinde ve gruplar arası dağılımı

		<i>SRT</i>			
		<i>Sağ Kulak</i>	<i>Sol Kulak</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
<i>Gruplar (Hasta Kulak)</i>	<i>Sağ Kulak (n=15)</i>	67±9,6	67,33±10,5	0,091	0,928
	<i>Sol Kulak (n=15)</i>	68±10,14	66±6,32	0,648	0,522
<i>t</i>		0,277	0,421		
<i>p</i>		0,784	0,677		

Cihaz' sız yapılan En Rahat Ses Seviyesi (MCL) testinde, grup içerisinde ve gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlenmemiştir (Tablo 7c)

Tablo 7c. Cihaz' sız MCL grup içerisinde ve gruplar arası dağılımı

		<i>MCL</i>			
		<i>Sağ Kulak(dB)</i>	<i>Sol Kulak(dB)</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
<i>Gruplar (Hasta Kulak)</i>	<i>Sağ Kulak (n=15)</i>	89,67±1,29	90±1,89	0,564	0,577
	<i>Sol Kulak</i>	90,33±1,29	89,33±2,58	1,342	0,190
<i>t</i>		1,414	0,807		
<i>p</i>		0,168	0,426		

Cihaz' sız yapılan Rahatsız Edici Ses Seviyesi (UCL), grup içerisinde ve gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlenmemiştir (Tablo 7d)

Tablo 7d. Cihaz' sız UCL grup içerisinde ve gruplar arası dağılımı

		<i>UCL</i>			
		<i>Sağ Kulak(dB)</i>	<i>Sol Kulak(dB)</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
<i>Gruplar (Hasta Kulak)</i>	<i>Sağ Kulak (n=15)</i>	105	105	-	-
	<i>Sol Kulak</i>	105	105	-	-
<i>t</i>		-	-		
<i>p</i>		-	-		

Konuşmayı ayırt etme skorlarına (WDS), işitme cihaz' sız, işitme cihazlı ve işitme cihazı frekans kaydırma özelliği aktif edilerek tekrar bakıldı çıkan sonuçlarda istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlendi ve bu fark Tablo 8'de gösterildi.

Tablo 8. Konuşmayı Ayırt Etme Skorları (WDS) Analizleri

		SD TDH (%)	SD İşitme Cihazlı (%)	SD Frekans Kaydırma (%)	F	p
Gruplar (Hasta Kulak)	Sağ	67,7±12,42	77,33±10,33	82,13±10,46	6,53	0,003
	Sol	68,0±7,56	76,80±6,96	82,13±6,67	11,98	<0,001

Veriler Ort±SS şeklinde verilmiştir.
p: Tek Yönlü Varyans Analizi (Anova)

Sağ Kulak SD değerleri arasındaki fark SD TDH (%) ile SD Frekans Kaydırma (%) arasındaki farktan kaynaklanmıştır. (p=0,003). Sol Kulak SD değerleri arasındaki fark ise SD TDH (%) ile SD İşitme Cihazlı (%) arasındaki farktan (p=0,006) ve SD TDH (%) ile SD Frekans Kaydırma (%) arasındaki farktan kaynaklanmıştır (p<0,001).

Konuşmayı ayırt etme skorlarını (WDS) yorumlamada kullandığımız Tablo 3'te verilen değerlere göre yapılan değerlendirmede sağ ve sol kulakların SD cihaz' sız, SD Cihazlı ve SD Frekans kaydırmalı sonuçları çok zayıftan normale doğru bir düzelme gözlemlenmiş ve bu Tablo 9'da gösterilmiştir.

Gözelerdeki sıfır değeri çok fazla olduğu için (%20'den) p katsayısının verilmesi istatistiksel olarak uygun görülmemiştir.

Tablo 9. WDS skor Yorumlama grup içinde dağılımı.

		Gruplar (Hasta Kulak)					
		Sağ Kulak (n:15)			Sol Kulak (n:15)		
		SD TDH	SD İşitme Cihazlı	SD Frekans Kaydırma	SD TDH	SD İşitme Cihazlı	SD Frekans Kaydırma
İşitme Durumu	Zayıf	4	1	1	1	-	-
	Orta	6	3	2	11	5)	2
	Hafif	5	11	7	3	10	12
	Normal	-	-	2	-	-	1

Veriler n (%) şeklinde verilmiştir.

5. TARTIŞMA

İşitme kayıplı hastaya yaklaşımda amaç, işitme kaybını en aza indirgeyerek, işitme cihazı kullanımını sağlamak ve yaşam kalitesini artırmaktır. Uygulanan işitme cihazı hastanın işitme ile ilgili yaşam kalitesinde iyileşme sağlamıyorsa başarılı olduğu söylenemez. İşitme cihazlarının performans ve yararları odyolojik değerlendirmeler ve değişik anketler ile yapılmaktadır. İşitme cihazlarında gelişen amplifikasyon teknolojisine rağmen cihaz kullanımına karşı koyma ya da cihaz kullanmama en ciddi sorunlar arasındadır. ABD ve Brezilya gibi ülkelerde memnuniyetsizlik oranı %47 gibi çok yüksek oranlarda ve cihaz uygulaması ise %18 gibi düşük seviyelerde bulunmaktadır [46]. Ülkemizde toplam nüfusa bakıldığında işitme kaybı sıklığı ortalama %0.37 olarak tespit edilmiştir. Yetmiş yaşın üzerindeki bireylerde bu oran ise %1.70 olarak bildirilmiştir. Ayrıca ülkemizdeki işitme kayıplı bireylerin yalnızca %20.84'ü işitme cihazı kullandığı tespit edilmiştir [47].

İşitme kaybı ne kadar erken tespit edilirse, cihazı kabullenme, zamanında ve geç kalınmadan işitme cihazı kullanılmaya başlanması, işitme cihazı başarısını ve cihazdan duyulan memnuniyeti pozitif yönde etkilemektedir. Bu başarı ve memnuniyeti etkileyen alt faktörlerde bulunmaktadır. Bunlar; hastanın cihazdan ne beklediği, cihaz maliyeti, psiko-sosyal faktörler, işitme cihazı fiziksel ve akustik özellikleri, kozmetik sorunlar bunlardan önemli olanlarıdır [48].

Günümüzde işitme cihazı fayda ve yararları ile ilgili birçok araştırma ve anket çalışmaları yapılmaktadır. Bu araştırma ve anket çalışmaları ile çok geniş işitme cihazı kullanıcıları üzerinden değerlendirmeler ve karşılaştırmalar yapılmıştır [27, 49, 50]. Yapılan bu çalışmalarda ana amaç uygun cihazlama programının planlanması ve işitme cihazı etkinliğinin değerlendirilmesidir.

İşitme cihazı kullanımını etkileyen diğer bir faktör de arka plan gürültüsüdür. Arka plan gürültüsünün olduğu ve olmadığı koşullarda, işitme kaybı olan kişilerde yapılan konuşmayı ayırt etme testlerinde, işitme cihazı ile daha iyi skorlar elde edildiği belirtilmiştir [51]. Yapılan bir çalışma arka plan gürültüsünün yaşlı hastalarda işitme

cihazı kullanmamasına ve buna bağlı olarak ta konuşma skorlarında düşüşe yol açtığını göstermektedir [51].

İşitme cihazının konuşmayı ayırt etme skorlarındaki (WDS) pozitif etkisi, cihaz' sız skorlara göre daha yüksektir. İşitme cihazlı ve cihaz' sız WDS skorları arasında anlamlı fark olduğunu bildiren çalışmalar vardır. Hastanın işitme cihazının günlük kullanması ve gün içerisinde kullanma süresinin uzunluğu WDS skorlarının artırmaktadır. İşitme cihazı kullanım süresi ile WDS skoru arasında pozitif korelasyon bulunmaktadır [45, 52-55].

İşitme cihazı alıcılarının yüksek frekans amplifikasyonların da yetersiz kalmaları ve güçlerinin düşmesi, işitme kaybının en çok olduğu yüksek frekansları etkililer ve bu da en çok kazanç olması gerekli olan bölgede en az kazanç elde etmek anlamına gelir. Günümüzün geliştirilmiş bant genişliğindeki en iyi dijital sinyal işleyicileri bile yüksek frekanslarda çaresiz kalmaktadır. Bu da bölgedeki kazanç etkinliğini azaltarak hastanın anlama ve ayırt etme skorlarına etki etmektedir [56].

TEN (Threshold Equalizing Noise) veya PTC (Psychophysical Tuning Curves) gibi testler ile koklear ölü bölgeleri bulunabilir. Vinay ve Moore (2007) tarafından yapılan bir çalışmada, 70 dB' in üstünde olan sensörinöral işitme kayıplarının koklear ölü bölgelerin göstergesi olabileceğini söylemişlerdir [56].

Geçmişte yapılan çalışmalarda yüksek frekanslardaki amplifikasyonun azaltılması önerilirken, Cox et al. (2011) yaptığı çalışmada bunun tam tersinin doğru olduğunu ve kokleadaki ölü bölgelerin yüksek frekans amplifikasyonundan yarar gördüğünü savunmuştur [39].

Frekans transferi devrede değilken ve devredeyken yapılan spektrogram kayırlar bize frekans kaydırma özelliğinin yüksek frekans bölgelerine faydası hakkında yararlı bilgi sunabilir. Test kutusu ölçümleri de sinyalin uygun frekans transferi bölgesine ve hastanın ihtiyaç duyduğu seviyeye indirildiğini kontrol etmede yardımcı olacaktır [57].

Yüksek frekanslarda düşüşlerin olması, işitme kaybının giderek artması, konuşmayı anlama ve konuşmayı ayırt etme (WDS) skorlarının düşmesine sebep olmaktadır [58]. Genel olarak 65 yaş ve üstü işitme kaybı yaşayan kişilerde iletişim problemleri yaşanmaktadır.

Bu yaş gurubunda işitme probleminin yanı sıra konuşmayı anlama ve konuşmayı ayırtetme problemi yaşamaktadırlar [59]. Bu problemlerin araştırılması ve çözümü için çalışmamıza sensörinöral, yüksek frekans işitme kayıplı, konuşmayı anlama ve konuşmayı ayırtetme de sorun yaşayan hastalar dahil edilmiştir.

Çalışma kulak arkası tek taraflı işitme cihazı uygulanan ve bunu gün içerisinde düzenli kullanan hastalar ile yapılmış olup, işitme cihazlı testler klinisyen tarafından belirlenen frekans kaydırma özellikli tek bir model işitme cihazı kullanılarak, tüm olgular da bu model üzerinden testler ve değerlendirmeler yapılmıştır.

Cihaz' sız, cihazlı ve frekans kaydırmalı yapılan testlerde hem saf ses ortalamalarında, hem de konuşmayı ayırt etme skorlarında istatistiksel olarak anlamlı fark gözlemlenmiş olup ($p<0,05$), sonuçlar literatür bilgisi ile uyumlu bulunmuştur [38, 39, 60, 61].

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Geriatric grupta işitme cihazı kullanan bireylerin yaşadığı problemlerin başında konuşmayı ayırt etme skorlarının düşük olması gelmektedir. İşitme cihazlarındaki gelişmeler ve kullanılan frekans kaydırma yöntemleri konuşmayı ayırt etme skorlarına ne denli etki ettiği ile ilgili geçmişte bazı çalışmalar yapılmıştır [38, 39, 60, 61].

Çalışmamızda da bu konu üzerinde durulmuş ve çıkan veriler ışığında yapılan istatistik çalışmalarının gösterdiği sonuçlara göre işitme cihazı frekans kaydırma özelliğinin WDS skorları üzerinde pozitif etkisinin olduğu gözlemlenmiştir.

İşitme cihazı kullanımıyla konuşma ayırt etme problemlerinin ve iletişim güçlüklerinin azalıp azalmadığı, cihaz'sız, cihazlı ve cihazlı frekans kaydırma aktif edilerek yapılan testler ile sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Çalışma, 4000-6000 Hz arası işitme eşikleri 80 dB ve üzeri olan ve işitme cihazını en az 6 ay kullanan, sensörinöral işitme kayıplı 30 birey (16 erkek, 14 bayan) katıldı. Tüm katılımcıların yaşları 65-80 arasında değişmekte ve ortalama yaş $69,73 \pm 10,05$ idi. Tek taraflı işitme cihazı kullanan bireyler çalışmaya dahil edildi. İşitme cihazı kullanan bireylere KBB muayenesinden sonra saf ses odyometri, immitansmetrik inceleme testleri yapılarak işitme kaybının tipi ve derecesi belirlendi. Serbest sahada işitme cihazı ile normal fitting ve frekans kaydırma özelliği kullanılarak cihazlı işitme eşikleri ve konuşmayı ayırt etme skorları (WDS) elde edildi.

Çalışma sonucunda;

Cihaz'sız, cihazlı ve frekans kaydırma özelliği aktif edilerek yapılan odyolojik test sonuçlarına göre SSO ve WDS skorları karşılaştırıldı ve istatistiksel olarak olumlu fark gözlemlendi ($p < 0,05$).

Cihaz'sız, cihazlı ve frekans kaydırma özelliği aktif edilerek bulunan WDS skorlarındaki iyileşmenin hastanın günlük yaşamında düzenli işitme cihazı

kullanmasının ve işitme cihazı ile frekans kaydırma özelliğinin pozitif etkisi olduğu düşünüldü.

İşitme cihazı ile işitme algısının artması, konuşma skorlarını yükselmesi, hastaların daha uzun süreli ve düzenli işitme cihazı kullanmak istemelerine yol açtığı gözlemlendi.

Hastaya uygun frekans kaydırma özellikli programlanmış işitme cihazı kullanımı saf ses ortalamasında ve konuşmayı ayırtma (WDS) skorlarında istatistiksel olarak anlamlı bir yükselme gözlemlendi.

İşitme cihazı ve yeni özelliklerinin kullanımı sonucu istatistiksel olarak SSO ve WDS skorlarındaki bu artış kişinin iletişim problemlerinin azalmasını sağladığı gibi yaşam kalitesini de olumlu yönde etkileyeceği kanısına varıldı.

En az 6 ay işitme cihazını düzenli kullanan hastaların iletişim becerilerinin normal işiten bireylere yakın olduğu gözlemlendi. Saf ses ortalamalarında ve konuşma skorlarındaki iyileşmenin literatürle uyumlu olduğu gözlemlenmiştir [38, 39, 60, 61].

KAYNAKLAR

1. Giolas, T., " *The measurement of hearing handicap*" revisited: a 20-year perspective. *Ear and hearing*, 1990. **11**(5 Suppl): p. 2S-5S.
2. Smoorenburg, G.F., *Speech reception in quiet and in noisy conditions by individuals with noise-induced hearing loss in relation to their tone audiogram*. The journal of the acoustical society of America, 1992. **91**(1): p. 421-437.
3. Ramkisson, I., et al., *Digit speech recognition thresholds (SRT) for non-native speakers of English*. *American Journal of Audiology*, 2002. **11**(1): p. 23-28.
4. Carney, E. and R.S. Schlauch, *Critical difference table for word recognition testing derived using computer simulation*. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 2007. **50**(5): p. 1203-1209.
5. Association, A.S.-L.-H., *Scope of practice in audiology*. 2004.
6. Gelfand, S.A., *Optimizing the reliability of speech recognition scores*. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 1998. **41**(5): p. 1088-1102.
7. Letowski, T., P. Hergenreder, and H. Tang, *Relationships between speech recognition threshold, average hearing level, and speech importance noise detection threshold*. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 1992. **35**(5): p. 1131-1136.
8. Bilger, R.C., et al., *Psychometric equivalence of recorded spondaic words as test items*. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 1998. **41**(3): p. 516-526.
9. Bosmana, A.J. and G.F. Smoorenburg, *Intelligibility of Dutch CVC syllables and sentences for listeners with normal hearing and with three types of hearing impairment*. *Audiology*, 1995. **34**(5): p. 260-284.
10. Akyıldız, N., *Kulak Hastalıkları ve Mikrocerrahisi*. Ankara: Bilimsel Tıp Yayınevi, 1998.
11. Aslan, A., *Belgin E. Kulak anatomisi ve işitme fizyolojisi*. Koç C, editör. *Kulak Burun Boğaz Hastalıkları ve Baş-Boyun Cerrahisinde*. Ankara: Güneş Tıp Kitabevi, 2004: p. 45-71.
12. KARASALİHOĞLU, A., *Kulak Burun Boğaz Hastalıkları*. Güneş matbaası, İstanbul, 1992: p. 70-101.
13. Ballenger, J. and J. Snow, *Otolaringoloji Baş ve Boyun Cerrahisi, 15. Baskı*. Şenocak D, çeviri editörü. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi, 2000.
14. Janfaza, P., *Surgical anatomy of the head and neck*. 2001: Lippincott Williams & Wilkins.
15. Yıldırım, N., *Hearing Impairment in Vascular Disorders*.
16. Santi, P.A. and P. Mancini, *Cochlear anatomy and central auditory pathways*. *Otolaryngology Head & Neck Surgery*, 1998. **3**: p. 2803-26.
17. Arıncı, K. and A. Elhan, *Anatomi (Cilt 1)*, 2. Baskı, Ankara, Güneş Kitabevi, 1997. **341**.
18. Ömür, M. and B. Dadaş, *Klinik Baş ve Boyun Anatomisi. 1. cilt*. İstanbul: Ulusal Tıp Kitabevi, 1996.

19. Cummings, C.W., et al., *Cummings Otolaryngology-Head and Neck Surgery Fourth Edition Review*. 2005.
20. Bluestone, C., *Physiology of the middle ear and eustachian tube*. Otolaryngology, 1991. **1**: p. 163-195.
21. Brenda, L., M.G. Lonsbury-Martin, and A. Luebke, *İşitme ve vestibüler sistemlerin fizyolojisi*. Şenocak D, çev. ed. Otolaringoloji Baş Boyun cerrahisi, 1996. **15**: p. 879-929.
22. Guyton, A., *Textbook of Medical physiology 7th ed*. WB Saunders, Philadelphia, 1986: p. 76-86.
23. Lee, K., *Anatomy of the ear*. Essential Otolaryngology. Connecticut: Appleton&Lange Company, 1999.
24. Brownell, W.E., et al., *Evoked mechanical responses of isolated cochlear outer hair cells*. Science, 1985. **227**(4683): p. 194-196.
25. Wever, E.G. and C.W. Bray, *Action currents in the auditory nerve in response to acoustical stimulation*. Proceedings of the National Academy of Sciences, 1930. **16**(5): p. 344-350.
26. Sataloff, J. and R.T. Sataloff, *Hearing loss*. 2005: CRC Press.
27. Vestergaard, M.D., *Self-report outcome in new hearing-aid users: Longitudinal trends and relationships between subjective measures of benefit and satisfaction: Resultado auto-reportado en nuevos usuarios de auxiliares auditivos: Tendencia longitudinal y relaciones entre mediciones subjetivas de beneficio y satisfacción*. International journal of audiology, 2006. **45**(7): p. 382-392.
28. Heuermann, H., M. Kinkel, and J. Tchorz, *Comparison of psychometric properties of the International Outcome Inventory for Hearing Aids (IOI-HA) in various studies Comparación de las propiedades psicométricas del Cuestionario Internacional de Resultados para Auxiliares Auditivos (IOI-HA) en varios estudios*. International journal of audiology, 2009.
29. Rappaport, J. and C. Provencal, *Neuro-otology for audiologists*. Handbook of clinical audiology, 2002. **5**: p. 9-32.
30. Stach, B., *Clinical audiology: An introduction*. 2008: Cengage learning.
31. Gelfand, S., *Pure tone audiometry*. Essentials of audiology, 2009: p. 127-156.
32. Jerger, J., C. Speaks, and J.L. Trammel, *A new approach to speech audiometry*. Journal of Speech & Hearing Disorders, 1968.
33. Schoepflin, J.R., *Back to Basics: Speech Audiometry*. 2012.
34. Tillman, T.W., *Special hearing tests in otoneurologic diagnosis*. Archives of Otolaryngology, 1969. **89**(1): p. 25-30.
35. Stephens, M.M. and W.F. Rintelmann, *THE INFLUENCE OF AUDIOMETRIC CONFIGURATION ON THRESHOLDS OF ADULTS WITH SENSORINEURAL HEARING LOSSES PURE-TONE, WARBLE-TONE AND NARROW-BAND NOISE*. Ear and Hearing, 1978. **3**(5): p. 221-226.
36. Potts'k, L.G., et al., *Recognition and Localization of Speech by Adult*. Journal of the American Academy of Audiology, 2009. **20**(6): p. 353fi373.
37. Holube, I. and T.M. Velde, *DSP hearing instruments*. Textbook of hearing aid amplification. 2nd ed, Singular, San Diego CA, 2000: p. 285-321.
38. Cox, R.M., J.A. Johnson, and G.C. Alexander, *Implications of High-Frequency Cochlear Dead Regions for Fitting Hearing Aids to Adults with Mild to Moderately-Severe Hearing Loss*. Ear and hearing, 2012. **33**(5): p. 573.

39. Cox, R.M., et al., *Cochlear dead regions in typical hearing aid candidates: Prevalence and implications for use of high-frequency speech cues*. Ear and hearing, 2011. **32**(3): p. 339.
40. Council, H.A., *The Hearing Aid Council Code of Practice, Examinations and Registration*. 1990, Hearing Aid Council, Milton Keynes.
41. Kochkin, S., *MarkeTrak VII: Hearing loss population tops 31 million people*. Hearing review, 2005. **12**(7): p. 16-29.
42. ANSI, S., *3.22 Specification of Hearing Aid Characteristics*. American National Standards Institute, 1976.
43. Hawkins, D.B. and J.A. Cook, *Hearing aid software predictive gain values: How accurate are they?* The Hearing Journal, 2003. **56**(7): p. 26-28.
44. Tobin, H., *Practical Hearing Aid Selection and Fitting*. Vol. 1. 1997: Diane Publishing.
45. Cox, R.M., D. Stephens, and S.E. Kramer, *Translations of the international outcome inventory for hearing aids (IOI-HA)*. International Journal of Audiology, 2002. **41**: p. 3-26.
46. Arakawa, A.M., et al., *Evaluation of User Satisfaction of Hearing Aids (HA) in the Amazon*. Int Arch Otorhinolaryngol, 2010. **14**(1): p. 38-44.
47. Başkanlığı, T.B.D.İ.E., et al., *Türkiye özürülüler araştırması 2002: Turkey disability survey*. 2004: Devlet İstatistik Enstitüsü Başkanlığı yayınları.
48. HOSFORD-DUNN, H., *Hearing Aid User Attitudes*. Textbook of Hearing Aid Amplification, 2000: p. 467.
49. Stephens, D., *The International Outcome Inventory for Hearing Aids (IOI-HA) and its relationship to the Client-oriented Scale of Improvement (COSI): El Inventario Internacional de Resultados para Auxiliares Auditivos (IOI-HA) y su relación con la Escala de Mejoría Orientada hacia el Cliente (COSI)*. International journal of audiology, 2002. **41**(1): p. 42-47.
50. Walden, T.C. and B.E. Walden, *Predicting success with hearing aids in everyday living*. Journal of the American Academy of Audiology, 2004. **15**(5): p. 342-352.
51. Humes, L.E., et al., *Changes in hearing-aid benefit following 1 or 2 years of hearing-aid use by older adults*. Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 2002. **45**(4): p. 772-782.
52. Souza, P.E., et al., *Fitting hearing aids with articulation index: Impact on hearing aid effectiveness*. Journal of rehabilitation research and development, 2000. **37**(4): p. 473.
53. Smith, S.L., *A study of hearing aid user satisfaction based on the hearing aid performance inventory*. 1985.
54. Taubman, L. and C. Palmer, *Dur rant, JD, & Pratt, S.(1999). Accuracy of hearing aid use time as reported by experienced hearing aid wearers*. Ear and Hearing. **20**: p. 299-305.
55. Bille, M. and A. Parving, *Expectations about hearing aids: demographic and audiological predictors*. International journal of audiology, 2003. **42**: p. 481-488.
56. Moore, B., *Prevalence of dead regions in subjects with sensorineural hearing loss*. Ear and hearing, 2007. **28**(2): p. 231-241.
57. Stelmachowicz, P.G., et al., *Effect of stimulus bandwidth on the perception of/s/in normal-and hearing-impaired children and adults*. The Journal of the Acoustical Society of America, 2001. **110**(4): p. 2183-2190.

58. Phillips, S.L., et al., *Frequency and temporal resolution in elderly listeners with good and poor word recognition*. Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 2000. **43**(1): p. 217-228.
59. Ries, P.W., *Prevalence and characteristics of persons with hearing trouble: United States, 1990-91*. Vital and health statistics. Series 10, Data from the National Health Survey, 1994(188): p. 1-75.
60. ARIÖZ, U., *Developing Subject-Specific Hearing Loss Simulation to Apply Different Frequency Lowering Algorithms for the Enhancement of Sensorineural Hearing Losses*. 2012, MIDDLE EAST TECHNICAL UNIVERSITY.
61. Strong, W.J. and E.P. Palmer, *Speech coding hearing aid system utilizing formant frequency transformation*. 1977, Google Patents.



EKLER



**TURGUT ÖZAL ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
KLİNİK ARAŞTIRMALARI
ETİK KURULU KARAR ÖRNEĞİ**

SAYI : 99950669/244

16.12.2015

KONU : Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Kararı

SAYIN PROF.DR. MEHMET GÜNDÜZ

Fakültemiz Klinik Araştırmalar Etik Kurulunun 16 Aralık 2015 tarih ve 2015/12 Sayılı toplantısında sunulan “Yüksek Frekans İşitme Kayıplarında İşitme Cihazı Frekans kaydırma Özelliğinin Konuşmayı Ayırt Etmeye Etkisinin Araştırılması” başlıklı araştırma projesi öneriniz incelenmiş, etik ve bilimsel ilkelere uygun olduğuna oybirliğiyle karar verilmiştir.

Prof.Dr. Osman ÖZCAN
Başkan

Prof. Dr. Ali AKÇAY

Prof. Dr. Esra GÜNDÜZ

Doç. Dr. Bülent BOZKURT
Başkan Yardımcısı

Doç. Dr. Bünyamin IŞIK

Doç. Dr. Ayşe Esra YILMAZ

Doç. Dr. Özlem EVLİYAĞLU

Doç. Dr. Nurbayat BAYAZIT

Doç. Dr. Hilmi DEMİRİN

Doç. Dr. Mehmet KAYA

Doç.Dr.Rüveyda İrem DEMİRCİOĞLU

Yrd.Doç.Dr. Ayşe GÜREL
Raportör

Yrd.Doç.Dr. Duygu AYDIN

Avukat Meltem BAĞCI

Yasin GÜRSOY

T.C.
TURGUT ÖZAL ÜNİVERSİTESİ
İnsan Araştırmaları Etik Kurulu
Gönüllü Katılım (Bilgilendirilmiş Onay) Formu

Araştırmacılar: Prof. Dr. Mehmet GÜNDÜZ

Gökhan PALABIYIK Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Yüksek Lisans Öğrencisi

Araştırmacıların Kurumu: Turgut Özal Üniversitesi Tıp Fakültesi KBB Anabilim Dalı ve Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Bilim Dalı

Araştırmanın Amacı Yüksek Frekans İşitme Kayıplı Hastalarda Frekans Kaydırma Özellikli İşitme Cihazlarının Konuşmayı Ayırt Etmeye Etkisinin ne düzeyde olduğunu belirlemektir.

Katılımın olası yararları ve (varsa) potansiyel risk: Çalışmada kullanılan test yönteminin insan sağlığı üzerinde herhangi bir olumsuz etkisi bulunmamaktadır. Katılımcılar açısından bireysel olarak izlem esnasında işitme kaybı riski yoktur. Test esnasında hastalara acı veya ağrı oluşturacak herhangi bir işlem yapılmayacaktır. Toplam test süresi 45dk civarındadır. Çalışmada kullanılan testler girişimsel olmayan (non-invazive) yöntemler olduğu için herhangi bir potansiyel risk ve komplikasyon ihtimali bulunmamaktadır. Herhangi bir girişim ve müdahale içermediği için katılımcının fiziksel ve zihinsel gelişimine risk oluşturmamaktadır.

Katılımcıdan beklenen: İşitme Cihazı kullanan Katılımcıların işitme testi ve Konuşma testlerini yaptırmaları beklenmektedir. Bu testler sırasıyla Cihazsız, İşitme Cihazı İle ve Frekans Kaydırma Özelliği Devreye alınarak Cihaz uygulanarak yapılacaktır.

Katılım gönüllülük esasına dayanmaktadır ve katılmamaktan ötürü ya da katılımdan vazgeçme sonunda olumsuz hiçbir sonuç olmayacaktır.

Araştırmaya yönelik sorularla ilgili olarak iletişime geçilebilecek kişiler

Gökhan PALABIYIK 0541 541 87 00

Katılacağım çalışmanın amacı, şekli, uygulayıcılar ve riskleri konusunda bilgilendirildim. Bu çalışmaya katılımım kendi rızam dâhilindedir.

KATILIMCININ

AÇIKLAMAYI YAPAN

Adı Soyadı:

Adı Soyadı:

Telefon:

İmza:

Adres:

İmza:

Yaş:

ÜÇ HECELİ KELİME LİSTESİ

PORTAKAL	ARABA
KAHRAMAN	ÇARŞAMBA
ÖĞRETMEN	KIRMIZI
HATIRA	FOTOGRAFI
ATATÜRK	BİSİKLET
MİSAFİR	YABANCI
HASTANE	PENCERE
BAKLAVA	DOMATES
ÇAYDANLIK	AKASYA
HASTANE	PANAYIR
SALATA	PERŞEMBE
ARKADAŞ	GÜNAYDIN
HEDİYE	YETENEK
PATİKA	YARASA
MERHABA	SIYASET
HEMŞİRE	KUMBARA
MAKARNA	YABANCI
KİTAPLIK	YATALAK
SİNEMA	ANKARA
GECELİK	KUMBARA

İZOFONİK TEK HECELİ KELİME LİSTESİ

Baş	Zor	Süz	Beş	Maç	Bil
Fon	Tip	Fil	Zıt	Yık	Kaş
Hiç	Rol	Gök	Taş	Tüm	Tik
Rus	Muş	Caz	Raf	Şiş	Bey
Tüp	Dik	Bek	Lop	Laf	Zar
Zil	Tav	Her	Kov	Bul	Sun
Cam	Ney	Püf	Fes	Rum	Küp
Git	Böl	Dip	Göç	Güz	Tef
Kök	Lif	Zam	Cem	Zat	Vim
Muz	Kaç	Yen	Yün	Not	Gör
Pek	Hür	Çit	Kur	Pis	Fal
Şef	Ses	Boy	Ney	Fen	Cop
Yıl	Pay	Loş	Pik	Din	Çık
Tez	Ger	Kış	Biz	Çöp	Kez
Soy	Kum	Şut	Hak	Bay	Biç
Bir	Bez	Rey	Şal	Koş	Has
Dün	Çim	Taç	Sim	Ter	Put
Vay	Yay	Kim	Tüy	Haz	Nem
Kem	Van	Sav	Var	Cep	Yiv
Bit	Kız	Tap	Bin	Kay	Saz
Leş	Bük	Vur	Kap	Bak	Lor
Çar	Can	Nal	Ser	Sil	Ray
Kav	Fiş	Ben	Mal	Ver	Şen
Nar	Set	Kar	Çiz	Sev	Mat
Sap	Mis	Dut	Kır	Düş	Sap

ÖZGEÇMİŞ**Gökhan PALABIYIK**

Mimarsinan Mah & Cad. No:72/B 16330 Yıldırım / BURSA

+90 541 541 87 00

gokhan_palabiyik@hotmail.com

KİŞİSEL BİLGİLER

Doğum Yeri & Tarihi : Sivas - 1980
Vatandaşlık : Türkiye
Askerlik Durumu : Yapılmış.
Medeni Durumu : Evli – 2 Çocuk

EĞİTİM BİLGİLERİ

2010 –2012 Fatih Üniversitesi, Yüksek Lisans MBA İşletme
2005 – 2010 Anadolu Üniversitesi, Lisans Çalışama Ekonomisi ve Endüstriyel İlişkiler Bölümü
2001 – 2003 Cumhuriyet Üniversitesi, Ön Lisans Endüstriyel Elektronik Bölümü

İŞ DENEYİMLERİ (Tam Zamanlı)

2015 – Devam Ediyor UZMAN İŞİTME CİHAZLARI SATIŞ ve UYGULAMA MERKEZİ
YÖNETİCİ- MESUL MÜDÜR
2005 -Devam Ediyor AKADEMİ İŞİTME CİHAZLARI SATIŞ ve UYGULAMA MERKEZİ
YÖNETİCİ
2003-2004 MEDİ TEKNİK TIBBİ CİHAZLAR TEKNİK SERVİSİ
TEKNİK SERVİS SORUMLUSU, END. ELEKTRONİK TEKNİKERİ
1997 – 2002 CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ HASTANESİ
BAŞHEKİMLİK ÖZEL KALEM