

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

**HAFİF VE ORTA DERECE SENSORİNÖRAL İŞİTME
KAYIPLARINDA TÜRKÇE MATRİS TESTİ KULLANILARAK
KONUŞMA ANLAŞILABİLİRLİK DÜZEYİNİN İŞİTME CİHAZLI
VE İŞİTME CİHAZSIZ SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ömer Yücel AYTAÇ

**TEZ DANIŞMANI
Yrd. Doç. Dr. Mesut KAYA**

ANKARA 2016

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

**HAFİF VE ORTA DERECE SENSORİNÖRAL İŞİTME
KAYIPLARINDA TÜRKÇE MATRİS TESTİ KULLANILARAK
KONUŞMA ANLAŞILABİLİRLİK DÜZEYİNİN İŞİTME CİHAZLI
VE İŞİTME CİHAZSIZ SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ömer Yücel AYTAÇ

**TEZ DANIŞMANI
Yrd. Doç. Dr. Mesut KAYA**

ANKARA 2016

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI

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

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,

- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,

- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,

- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,

- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,

- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı beyan ederim.

...../...../2016

Ömer Yücel AYTAÇ

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Mesut KAYA, Turgut Özal Üniversitesi

JÜRİ ÜYELERİ KABUL ve ENSTİTÜ ONAY SAYFASI

Sağlık Bilimleri Enstitü Müdürlüğüne;

Ömer Yücel AYTAÇ tarafından hazırlanan “**Hafif ve orta derece sensorinöral işitme kayıplarında Türkçe Matris Testi kullanılarak konuşma anlaşılabilirlik düzeyinin işitme cihazlı ve işitme cihazsız sonuçlarının karşılaştırılması**” başlıklı bu çalışmada, **01 Mart 2016** tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oybirliği/oyçokluğu ile başarılı bulunarak jürimiz tarafından Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Doç. Dr. Hanifi KURTARAN, Turgut Özal Üniversitesi

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Mesut KAYA, Turgut Özal Üniversitesi

Üye: Prof. Dr. Yıldırım Ahmet BAYAZIT, İstanbul Medipol Üniversitesi

ONAY:

Bu Yüksek Lisans Tezi, yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve kabul edilmiştir.

...../...../ 2016 tarih ve sayılı Sağlık Bilimleri Enstitü Yönetim Kurulu kararı ile onaylanmıştır.

(İMZA)
(Ünvanı, Adı Soyadı)
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Tez çalışmam ve Odyoloji eğitimim boyunca sahip olduğu bilgi ve deneyimleriyle beni yönlendiren ve desteğini esirgemeyen değerli hocam ve danışmanım Y.Doç. Dr. Mesut Kaya 'ya,

Tez çalışma konumu oluşturma ve olgunlaştırma sürecinde beni yönlendirme ve bilgilendirmelerinden dolayı arkadaşım Sn. Uzm. Ody. Bünyamin Çıldıra'a,

Odyoloji eğitimim süresince gösterdikleri ilgi ve yardımlarından dolayı Tıp Fakültesi Dekanımız Sn. Prof. Dr. Mehmet Gündüz'e, ve her daim desteğini esirgemeyen odyoloji alanında bizi yönlendiren Sn. Uzm. Ody. Selim Ünsal'a,

Tez çalışmamda yapmış olduğu çalışmaları kaynak olarak bulundurmama izin veren veren, her türlü soruma içtenlikle cevap veren Sn. Doç. Dr. M. Didem Türkyılmaz'a ve HörTech firmasından Sn. Kamil Adiloğlu'na,

Bu zor süreçte maddi ve manevi desteğini esirgemeyen eşim Aybike Aytaç'a, teşekkürü borç bilirim.

Sevgili çocuklarım Mete ve Asya' ya ithafen

ÖZET

AYTAÇ, Ömer Yücel / Hafif ve Orta derece sensorinöral işitme kayıplarında Türkçe Matris Testi kullanılarak konuşma anlaşılabilirlik düzeyinin işitme cihazlı ve işitme cihazsız sonuçlarının karşılaştırılması Ankara, 2016.

Gürültü, tüm frekans bandlarındaki seslerin karışımı olarak ortaya çıkmakta ve istenmeyen sesler olarak tanımlanmaktadır. Gürültülü ortamlarda konuşmayı anlamadaki güçlük olması nedeniyle bireylerin iletişim problemleri ortaya çıkmaktadır. İşitsel sistemin aktivasyon fonksiyonel etkisi bireylerde gürültülü ortamlarda supresyon yaparak konuşma anlaşılabilirliğini kazanmasına izin vermektedir. Supresyonun olmayışı, efferent işitsel sistemin disfonksiyonunu gösteren patolojik bir bulgudur. Gürültülü ortamlarda konuşmayı anlamadaki güçlük saf ses odyometrik bulgularını çok iyi yansıtmamaktadır. Bir hastanın sorununu daha iyi anlamak için, hastanın gürültülü ortamlardaki iletişim yeteneğini değerlendirmek gereklidir. Son zamanlarda yapılan çalışmalarda, konuşma anlaşılabilirliğini değerlendirmek için kelimedenden daha çok cümle testlerinin kullanılması önerilmektedir. Türkçe Matris Testi, kendilerinden söz dizimsel kurallara uygun olarak rastgele cümleler oluşturulan ve bilinen on adet Türkçe isim, numara, sıfat, nesne ve fiil içeren sinyal gürültü oranını ve konuşma anlaşılabilirliğini değerlendiren bir test yöntemidir. Bu çalışmanın amacı; yaşla birlikte ortaya çıkan hafif ve orta derece sensorinöral işitme kayıplı hastalarda gürültüde Türkçe Matris testi kullanılarak işitme cihazı kullanmadan ve 3 ay kullanımından sonra konuşma anlaşılabilirlik düzeyinin sinyal gürültü oranına bağlı değişimini değerlendirmektir. Çalışmada, Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Odyoloji Anabilim dalına işitme şikayeti ile başvuran (yaş ortalamaları $43,52 \pm 15,94$) 29 birey dahil edilmiştir. Çalışmaya dahil olan tüm bireylere işitme anlaşılabilirliğini değerlendirmek için Türkçe Matris testi kullanılmıştır. İşitme kayıplı bireyler işitme cihazı olmaksızın ve 3 aylık işitme cihazı kullanımından sonra test edilmiştir. Cihaz kullanmaksızın bireylerin konuşma anlaşılabilirlik düzeyindeki sinyal gürültü değeri $15,11 \pm 10,90$ dB ve cihaz kullanımından sonraki aynı gruptaki bireylerin sinyal gürültü değerleri $8,00 \pm 11,05$ dB arasında istatistiksel olarak bir fark bulunmuştur. Bireylerin cinsiyetleri arasında ilişki bulunmamıştır. Bireylerin işitme cihaz kullanımından sonra sinyal gürültü oranı ve konuşma anlaşılabilirlik skoru artmıştır. Türkçe Matris testinin işitme kayıplı bireylerde daha güvenilir bir test bataryası olarak kullanılabilir.

Anahtar Sözcükler: Türkçe Matris Testi; Konuşma Anlaşılabilirlik; İşitme cihazı; Sinyal-Gürültü oranı (SGO)

ABSTRACT

AYTAC, Omer Yucel / Comparison of the result of speech intelligibility level with and without the hearing aid in mild and moderate sensorineural loss using Turkish Matrix Test Ankara, 2016.

Noise is emerging as a mixture of all frequencies in the audio band and is defined as unwanted sound. Because of the difficulty in understanding speech individual communication problems arise in noisy environments. The effect of functional activation of the auditory system speech intelligibility by suppression allows individuals in noisy environments. In the absence of suppression, efferent auditory system dysfunction indicates pathological finding. The difficulty of understanding speech in noisy environments is not very well reflected by pure-tone audiogram findings. To better understand a patient's problem, it is necessary to assess his or her communication ability in noisy environments. In recent studies, suggested the use of a test to assess speech intelligibility more than words is a sentence. The Turkish Matrix Test comprises a base matrix of ten well-known Turkish names, numbers, adjectives, objects, verbs, from which syntactically fixed sentences were randomly composed. The purpose of this study; Arise with age in mild and moderate sensorineural hearing loss the level of speech intelligibility the signal to noise ratio changes depending on to evaluate without hearing aid and with hearing aid after 3 months using Turkish Matrix Test in noise. In this Study, Department of Audiology, Hacettepe University Medical Faculty admitted with complaints of hearing (age average $43,52 \pm 15,94$) 29 individual included. All individuals who are involved in the study to assess the intelligibility of the Turkish Matrix Test was used to hearing. Individuals with hearing loss without hearing aid, and 3 months after using hearing aids were tested. The use of the without hearing aid in individuals the level of speech intelligibility the signal-to-noise value $15,11 \pm 10,90$ dB and for same group after use of hearing aid individuals signal-to-noise value $8,00 \pm 11,05$ dB. Between this two group was a statistically significant difference. There was no correlation between the gender of the individuals in the comparison. Individuals after using the hearing aid signal – noise ratio and speech intelligibility score increased. Turkish Matrix test is more reliable in individuals with hearing loss can be used as a testing battery.

Key Words: Turkish Matrix Test; Speech Intelligibility; Hearing Aid; Signal Noise Ratio (SNR)

İÇİNDEKİLER

Sayfa No:

Bilimsel Etik Bildirim Sayfası	
Jüri Üyeleri Kabul ve Enstitü Onay Sayfası	
Önsöz	i
Özet	iii
Abstract	iv
İçindekiler	v
Kısaltmalar	vii
Şekiller dizini	viii
Tablolar dizini	x
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. İŞİTME	3
2.2. KULAK ANATOMİSİ VE FİZYOLOJİSİ	4
2.2.1. Dış Kulak	5
2.2.2. Orta Kulak	5
2.2.3. İç Kulak	6
2.3. İŞİTME FİZYOLOJİSİ	7
2.3.1. Efferent İşitsel Yolların İşitmeye Etkisi	15
2.4. İŞİTME SİSTEMİNİN BASKILAMA ÖZELLİĞİ	17
2.5. KONUŞMA MUZU	19
2.6. KONUŞMA TESTLERİ	20
2.6.1. Konuşmayı Alma Eşiği (Speech Reception Threshold-SRT)	21
2.6.2. Konuşmayı Fark Etme Eşiği (Speech Detection Threshold-SDT)	21
2.6.3. Konuşmayı Ayırt Etme (Speech Discrimination-SD)	21
2.6.4. Rahatsız Edici Ses Seviyesi (Uncomfortable Loudness-UCL)	22
2.6.5. En Rahat Ses Seviyesi (Most Comfortable Loudness-MCL)	22
2.7. KONUŞMA ODYOMETRİSİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER	23
2.7.1. Psikolojik ve Akustik Faktörler	23
2.7.2. Dilsel Faktörler	23

2.7.3. Fiziksel Faktörler	23
2.7.3.1. Şiddet	23
2.7.3.2. Test Ortamı	23
2.7.3.3. Bilgisayar Kayıtlı Konuşma Testleri.....	24
2.7.3.4. Konuşmacının Cinsiyeti	24
2.7.3.5. Taşıyıcı Cümle	24
2.7.3.6. Şiddet Seviyesi	24
2.7.3.7. Okunan Kelime Sayısı	25
2.7.3.8. Maskeleye	25
2.8. GÜRÜLTÜ	25
2.9. SİNYAL GÜRÜLTÜ ORANI (SNR).....	25
2.10. GÜRÜLTÜDE KONUŞMAYI ANLAMA	27
2.11. İŞİTME KAYIPLARI.....	29
2.11.1. İşitme Kaybı Tiplerinin Sınıflandırılması.....	29
2.11.1.1. İletim Tipi İşitme Kayıpları	29
2.11.1.2. Sensöri-Nöral İşitme Kayıpları (SNİK)	30
2.11.1.3. Mikst Tip İşitme Kayıpları.....	31
2.12. İŞİTME KAYBININ DERECELENDİRİLMESİ.....	33
2.13. İŞİTME CİHAZLARI.....	34
2.13.1. İşitme Cihazlarının Temel Parçaları	35
2.14. GÜRÜLTÜDE KONUŞMA ODYOMETRİSİ (TÜRKÇE MATRİS TESTİ)	38
2.14.1. Türkçe Matris Testi Oluşturulması.....	39
2.14.2. Matris Testi İçin Uygulama Önerileri.....	42
2.14.3. Matris Testinin Uygulaması	44
3. GEREÇ ve YÖNTEM	46
4. BULGULAR.....	48
5. TARTIŞMA.....	53
6. SONUÇ ve ÖNERİLER	56
KAYNAKLAR	57
EKLER	
EK-1: Etik Kurul Kararı	
ÖZGEÇMİŞ	

KISALTMALAR

DKK	: Dış Kulak Kanalı
TM	: Timpanik Membran
SİY	: Santral İşitme Yolları
LL	: Lateral Lemniskus
SOK	: Superior Oliveri Kompleks
İK	: İnförior Kollikulus
MGC	: Medial Genikulat Cisim
DTH	: Dış Tüylü Hücreler
İTH	: İç Tüylü Hücreler
ANSI	: American National Standarts Institute
MTB	: Medial Trapezoid Body
GKAE	: Gürültüde Konuşmayı Ayırt Etme
SRT	: Konuşmayı Alma Eşiği (Speech Reception Threshold)
SDT	: Konuşmayı Fark Etme Eşiği (Speech Detection Threshold)
SD	: Konuşmayı Ayırt Etme (Speech Discrimination)
UCL	: Rahatsız Edici Ses Seviyesi (Uncomfortable Loudness)
MCL	: En Rahat Ses Seviyesi (Most Comfortable Loudness)
SNİK	: Sensöri-Nöral İşitme Kayıpları
SNR	: Sinyal Gürültü Oranı
OMA	: Oldenburg Measurement Application ()
SPL	: Sound Pressure Level
WDS	: Word Discrimination Score

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No:
Şekil 1. İşitmenin kulakta meydana gelmesi	3
Şekil 2. İşitme olayının meydana gelmesi	4
Şekil 3. Dış, orta ve iç kulağın görünümü	4
Şekil 4. Kulak kepçesi ve dış kulak kanalı	5
Şekil 5. Orta Kulak Ve Komşu Yapılar	6
Şekil 6. İç Kulak Yapısı	7
Şekil 7. Koklea.....	8
Şekil 8. Korti organı.....	9
Şekil 9. Frekans skalası.....	9
Şekil 10. Bazaldan Apekse Doğru İlerleyen Dalga	10
Şekil 11. Baziller membran boyunca farklı bölgelerdeki vibrasyon amplitüdüleri.....	11
Şekil 12. Korti organı iç ve dış tüy hücreler	12
Şekil 13. İşitsel Yollar	15
Şekil 14. SOC'a olan ana bağlantıların şematik gösterimi.	16
Şekil 15. Konuşma Muzu.....	19
Şekil 17. İletim Tipi İşitme Kaybı	30
Şekil 18. Sensörinöral Tipi İşitme Kaybı.....	31
Şekil 19. Mikst Tipi İşitme Kaybı	32
Şekil 20. İşitme kayıplarının işitme sisteminde etkili olduğu bölgeler.....	32
Şekil 21. İşitme Cihazı Parçaları.....	35
Şekil 22. Yönlü mikrofon şematik gösterimi.....	36
Şekil 23. b) Yönsüz mikrofon karakteristiği c) Kardoid	36
Şekil 24. d) Süper Kardoid, e) Bi directional f) Hiper kardoid	36
Şekil 25. İşitme cihazlarının genel parçaları.....	38
Şekil 26. Türkçe Matris'in yüzdelerlik fonem dağılımı.....	40
Şekil 27. Yaygın test düzeneği (1): İşitme cihazlarının faydası	42
Şekil 28. Yaygın test düzeneği (2): İkinci işitme cihazının faydası	43
Şekil 29. Yaygın test düzeneği (3): Tek işitme cihazının faydası.....	43

Şekil 30. Anlama eşiğini belirlemek için yapılmış adaptif prosedürü gösteren örnek bir ölçüm.45

TABLolar DİZİNİ

	Sayfa No:	
Tablo 1.Konuşmayı tanıma yüzdesi ile iletişimsel beceri ilişkisi	21	
Tablo 2. Ses kalitesi ile SNR arasındaki ilişki	27	
Tablo 3. İşitme Kaybının Derecelendirilmesi	33	
Tablo 4. İşitme kaybı konfigürasyonuna göre işitme kayıpları	34	
Tablo 5. 50 kelimelik temel düzeyden oluşan Türkçe Matris testi	41	
Tablo 6. Çalışmaya katılan bireylerin gruplara göre cinsiyet dağılımı ve yaş ortalamaları	46	
Tablo 7. Bireylerinin istatistiksel olarak karşılaştırılmasına ilişkin bulgular	48	
Tablo 8. Bireylerin İşitme cihazlı ve İşitme cihazsız Sonuçları	48	
Tablo 9. Bireylerin Cinsiyete Göre İşitme cihazlı Sonuçları	49	
Tablo 10. Bireylerin Yaş dağılımına Göre İşitme cihazlı Sonuçları	49	
Tablo 11. Bireylerin Cinsiyete Göre İşitme cihazsız Sonuçları	49	
Tablo 12. Bireylerin Yaş dağılımına Göre İşitme cihazsız Sonuçları	50	
Tablo 13. Bireylerin Cinsiyete Göre İşitme Cihazlı Anlaşılabilirlik Sonuçları	50	
Tablo 14. Bireylerin Yaş dağılımına Göre İşitme Cihazlı Sonuçları	51	
Tablo 15. Bireylerin Cinsiyete Göre İşitme Cihazsız Anlaşılabilirlik Sonuçları	51	
Tablo 16. Bireylerin Yaş dağılımına Göre İşitme Cihazsız Anlaşılabilirlik Sonuçları	51	
Tablo 17. Bireylerin İşitme cihazlı ve cihazsız Anlaşılabilirlik Sonuçları	52	

1. GİRİŞ

Gürültü; tüm frekans bandlarındaki seslerin karışımı olarak ortaya çıkmakta ve istenmeyen sesler olarak tanımlanmaktadır. Gürültülü ortamlarda iç kulaktaki dış tüylü hücrelerin ipsilateral ve kontralateral supresyonu gürültüde konuşma anlaşılabilirliğinin artmasına izin verir. İşitme kaybının başlangıçta özellikle dış tüylü hücreleri etkilemesi sebebiyle işitme kayıplı bireylerde konuşma anlaşılabilirliği bozulabilmektedir. Aynı zamanda 8. Sinirin koklear dalındaki bir patolojide veya sinirlerdeki nöral kayıplarda bu anlaşılabilirlik bozulabilmektedir. Son zamanlarda yapılan çalışmalarda, konuşma anlaşılabilirliğini değerlendirmek için kelimededen daha çok cümle testlerinin kullanılması önerilmektedir.

Konuşma iletişimi insanın işitsel sisteminin en önemli noktalarındandır. Günlük yaşamda konuşmalarda genellikle arka planda gürültü bulunmaktadır. İşitme engelli dinleyiciler özellikle gürültülü ortamlardaki anlama probleminden şikâyetçi olmaktadır. Bu nedenle işitme kayıplı hastalara işitme kaybının teşhis ve rehabilitasyonu için gürültülü ortamda konuşma odyometre testleri uygulamak gerekir.

Türkçe Matris Testi de cümle testleri ile günlük konuşmaların daha doğru bir biçimde işitme kayıplı bireylerde anlama problemini değerlendirmek için kullanılır. Türkçe Matris Testi ile işitme cihazı performansının farklı işitme cihazları kullanıldığında ortaya çıkan gürültülü ortamlardaki anlama farklarını daha gerçekçi gözleme yapma imkanı yakalanır.

Türkçe Matris Testleri ile gürültülü ortamlardaki adaptif konuşmayı alma eşiğini (SRT) ± 1 dB hassasiyetle değerlendirmeyi sağlar. Matris testindeki cümleler aynı yapılardan oluşur. Testlerdeki cümle testleri 50 kelime arasından rastgele oluşturulmaktadır. Cümleler rastgele oluşturulmasına rağmen sözdizimsel olarak doğrudur. Bu yolla 100.000 den fazla farklı cümle oluşabilir ve imkansız gibi görünen bu listeyi sistem hafızasında tutar. Hastaya kısa bir eğitimden sonra test sonuçları etkilenmeden tekrar tekrar uygulanabilir.

Testi uygulayacak kişiler hastayla konuşmak zorunda değildir, test içerisinde kelimeleri hastaya gönderen ses kaynağı sabittir. Hastaya uygulanan testlerdeki

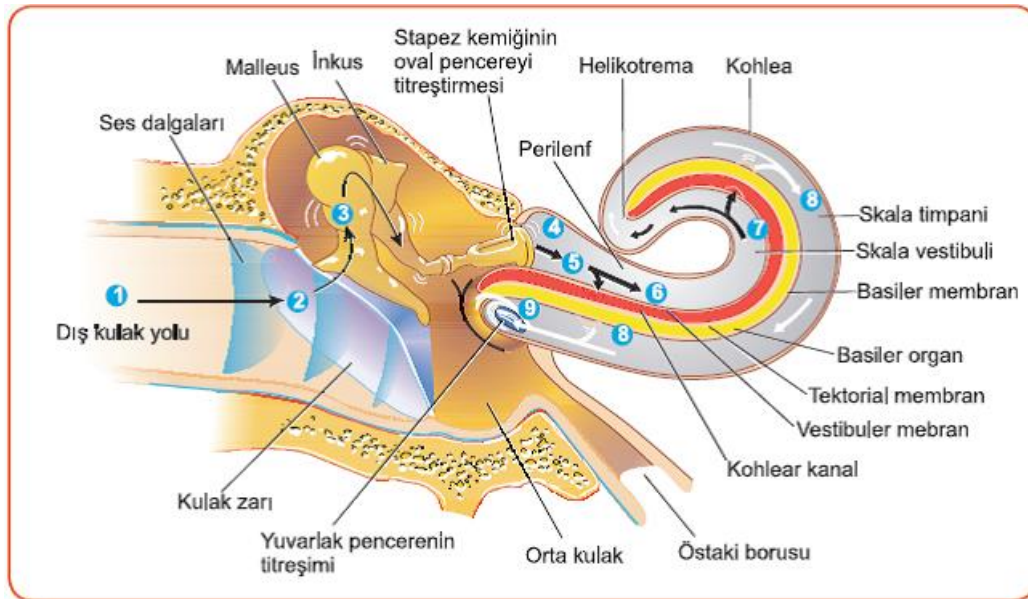
cümlelerde alınan sonuçlara göre sinyal gürültü oranı değişerek konuşmayı alma oranı (SRT) 20 adet cümle testi sonunda şekillenmektedir

Bu çalışmanın amacı; yaşla birlikte ortaya çıkan hafif ve orta derece sensorinöral işitme kayıplı hastalarda gürültüde Türkçe Matris Testi kullanılarak işitme cihazı kullanmadan ve 3 ay kullanımından sonra konuşma anlaşılrlık düzeyinin sinyal gürültü oranına bağlı değişimini değerlendirmektir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. İŞİTME

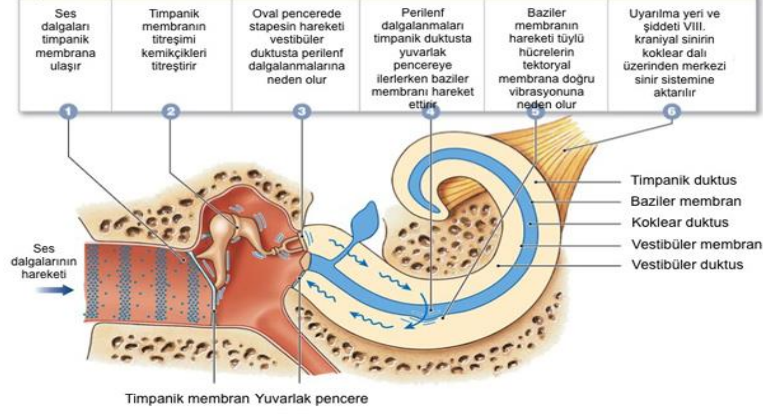
Aurikulanın topladığı ses enerjisinin dış kulak yolundan geçerek, kokleada elektriksel enerjiye dönüştükten sonra aksiyon potansiyelleri halinde beyine gönderilip burada algılanması olayına işitme denir(Karasalihoğlu AR, 1992). Dış, orta ve iç kulak ile santral işitme yolları ve işitme merkezi bu sistemin parçalarındandır. İşitme organı fonksiyonel açıdan iletim aygıtı ve persepsiyon aygıtı olarak iki kısımda incelenir. İletim aygıtı; dış ve orta kulak, persepsiyon aygıtı ise iç kulak, işitme siniri ve onun santral bağlantıları ile işitme merkezinden oluşur (Akyıldız AN, 1998).



Şekil 1. İşitmenin kulakta meydana gelmesi

İşitmenin gerçekleşebilmesi için, ilk olarak ses dalgalarının atmosferden korti organına iletilmesi gerekir (iletim - kondüksiyon). Bu mekanik bir olaydır ve sesin kendi enerjisi ile sağlanır. İkinci olarak korti organında, ses enerjisi biyokimyasal olaylar ile sinir enerjisi haline dönüştürülür (dönüşüm - transdüksiyon). Üçüncü olarak iç ve dış titreşim tüylerinde meydana gelen elektrik akımı ilgili sinir liflerini uyarır. Bu şekilde sinir enerjisi frekans ve şiddetine göre korti organında kodlanmış

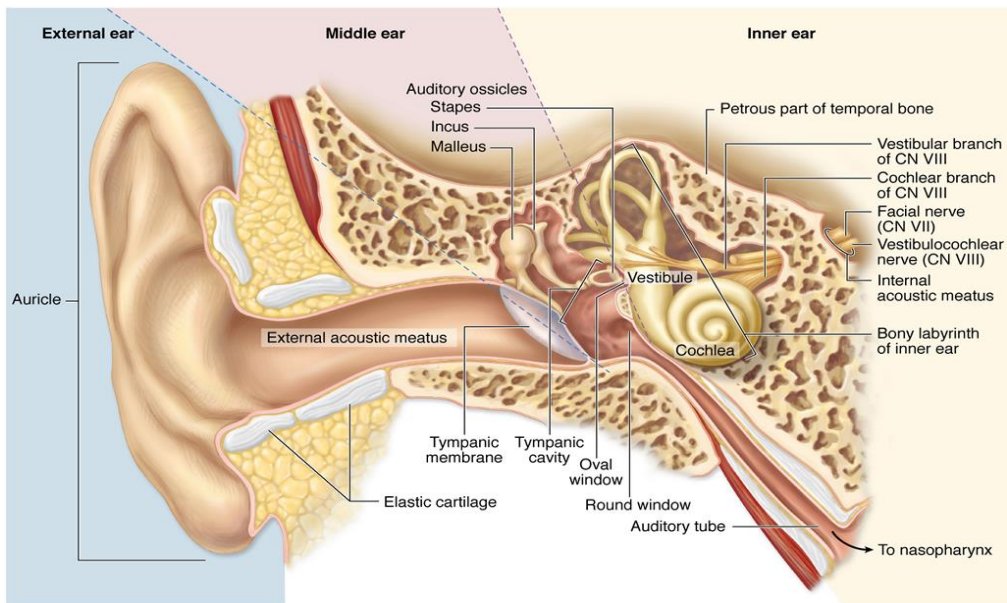
olur. Son olarak da tek tek gelen bu sinir iletimleri işitme merkezinde birleştirilir ve çözülür.



Şekil 2. İşitme olayının meydana gelmesi

İşitme fonksiyonu ses dalgalarının dış kulak yoluna ulaşması ile başlar. Dış kulak yolu ses dalgalarını sıkıştırır ve gergin olan kulak zarına iletir. Hava yolu iletimi denilen bu sisteme karşılık kafa kemikleri de titreşimleri iç kulağa kadar ulaştırabilmektedir. Buna kemik yolu iletimi denilmektedir (Taş A, 1999).

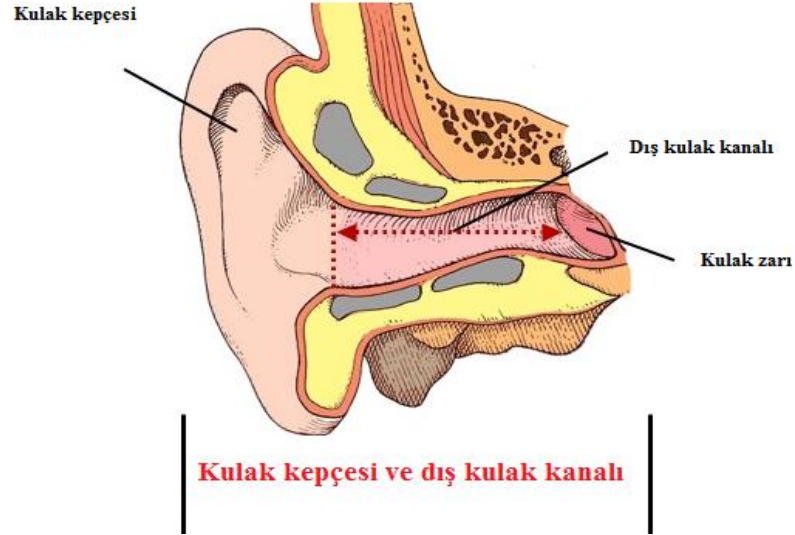
2.2. KULAK ANATOMİSİ VE FİZYOLOJİSİ



Şekil 3. Dış, orta ve iç kulağın görünümü

2.2.1. Dış Kulak

Kulak kepçesi ve dış kulak yolu (DKY)' ndan oluşur, orta kulak ile devam eder. Kulak kepçesi, konumu ve biçimi ile çevredeki sesleri toplamaya, yönlendirmeye yarar. Konka ise megafon görevi yapar ve ses dalgalarını dış kulak yolunda yoğunlaştırır. Bu şekilde ses dalgalarının şiddetini 7 dB arttırdığı sanılmaktadır. Dış kulak yolu ses dalgalarını sadece yönlendirmez aynı zamanda şiddetlendirir. Dış kulak yolunun girişi ve kanalın kendisi akustik rezonatör gibi rol oynar ve sonuçta kulak zarındaki ses basıncını etkiler. Dış kulak yolunun işitmedeki bir görevi de havayı vücut sıcaklığına getirmesidir (Akyıldız AN, 1998).



Şekil 4. Kulak kepçesi ve dış kulak kanalı

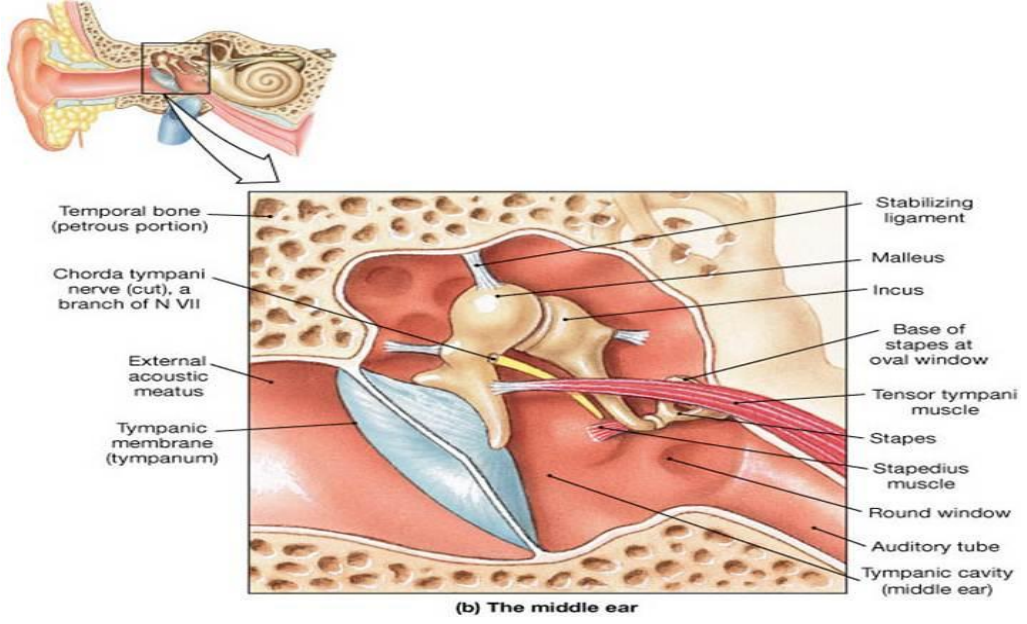
(<http://hearinghealthmatters.org/waynesworld/2014/human-ear-canal/>)

2.2.2. Orta Kulak

Orta ve iç kulak yapılarının büyük bir bölümü temporal kemiğin petröz parçası içerisinde yer almaktadır. Temporal kemik; skuamöz, petröz, timpanik ve mastoid kemiklerin birleşiminden oluşan bir kemik yapısıdır. Orta kulakta vücudun en küçük 3 kemiği olan malleus, inkus ve stapes bulunmaktadır. Tensör timpani ve

stapedius kasları ile kulak zarının ve iç kulağın korunması sağlanmaktadır (Akyıldız, 1998).

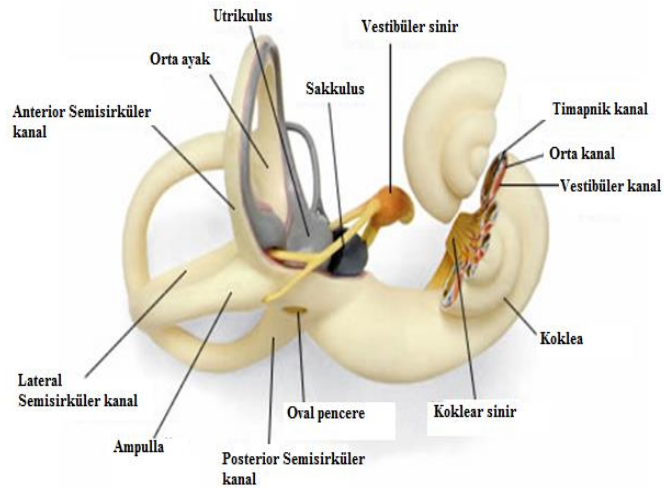
Orta kulak, dış ve iç kulak arasında bulunan havalı bir boşluktur. Orta kulak kemikçikleri ve kasları en önemli yapılarındandır.



Şekil 5. Orta Kulak Ve Komşu Yapılar

2.2.3. İç Kulak

İç kulak, petröz kemiğin derinliğine gizlenmiştir. İşitme ve denge organlarını barındırır (Moller AR.,2000).



Şekil 6. İç Kulak Yapısı

http://www.darwinismrefuted.com/irreducible_complexity_07.html

2.3. İŞİTME FİZYOLOJİSİ

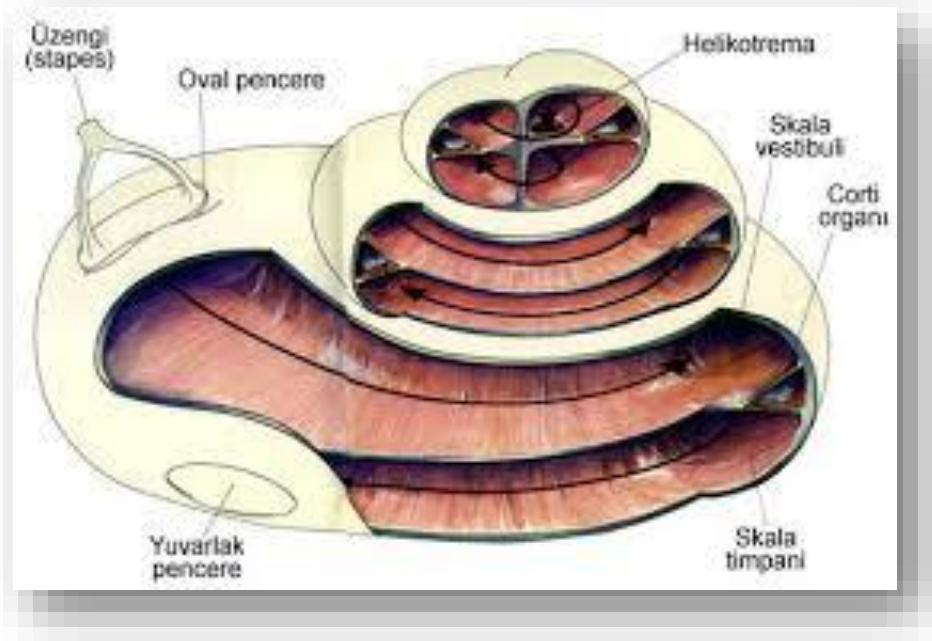
İç kulak birbirinin içinde kemik labirent ve membranöz labirent olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Kemik labirent temporal kemiğin petröz kısmında yer alan seri kanallardan oluşur ve bu kanalların içinde etrafını perilenf sıvısının çevirdiği içi endolenf ile dolu olan membranöz labirent yer almaktadır (Hall, J.W, 2000). Perilenf ve endolenf birbirine karışmadıkları gibi içerikleri de tamamen farklıdır (Hall, J.W, 2000; Hood, L.J., Berlin, C.I, 1996).

Koklea spiral şekilde bir organ olup, skala vestibuli, skala timpani ve skala media olmak üzere üç bölüm halindedir. Skala vestibuli ve skala timpani helikotremada birleşirler. Burası kokleanın apeks bölgesini meydana getirir. Skala vestibuli oval pencere ile orta kulak ile temas halindedir. Skala timpani ise yuvarlak pencere ile orta kulağa komşudur. Skala timpani tekrar orta kulağa doğru dönülen bir yer gibidir. Skala media ise orta kısımda yer alır ve helikotremada biter. Yani diğer iki kısım gibi bir birlikteliği bulunmamaktadır (Hall, J.W, 2000; Hood, L.J, 1999).

Skala media diğer ismi ile koklear kanal membran ile çevrili bir tüp gibidir.

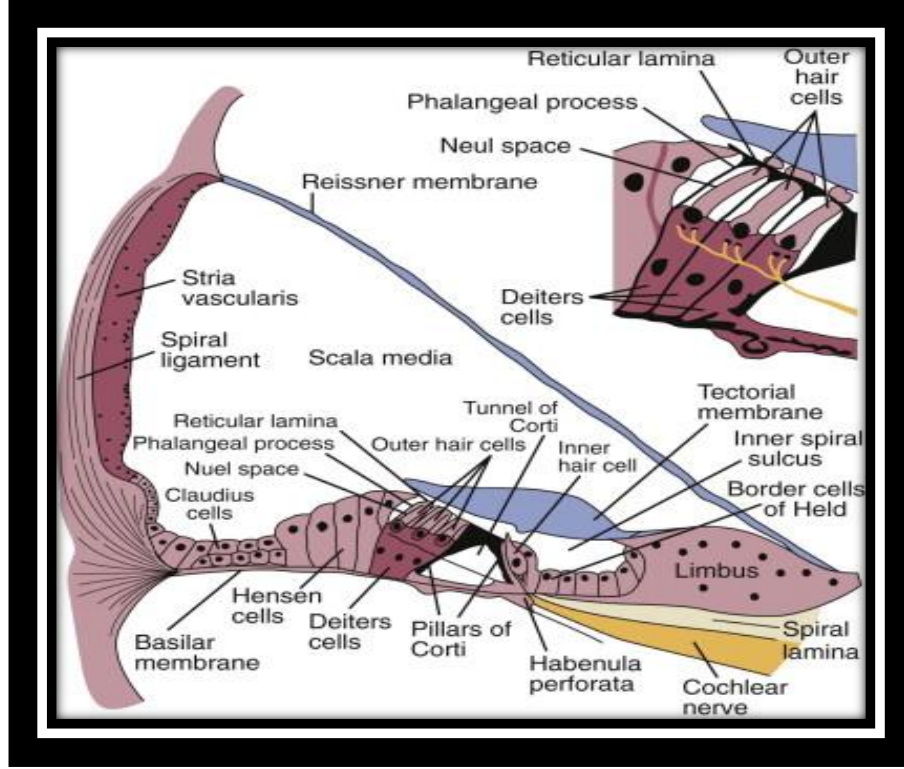
Koklea içinde skala vestibuli ve skala timpani arasında 35 mm kadar uzanır. Skala medianın duvarlarını basilar membran, Reissner membranı ve stria vaskularis oluşturur (Hood, L.J, 1999). Skala vestibuli ve skala media arasında yer alan Reissner membranı (vestibular membran olarak da adlandırılır) skala media ve skala timpani arasında yer alan basilar membrandan farklıdır.

Reissner mebranı, stapes kemikçiğinin oval pencereyi itmesi ile skala vestibuli içindeki perilenf sıvısında oluşturduğu dalgaları skala media içindeki endolenf sıvısına ulaştırabilecek özelliğe sahiptir (Hood, L.J, 1999).



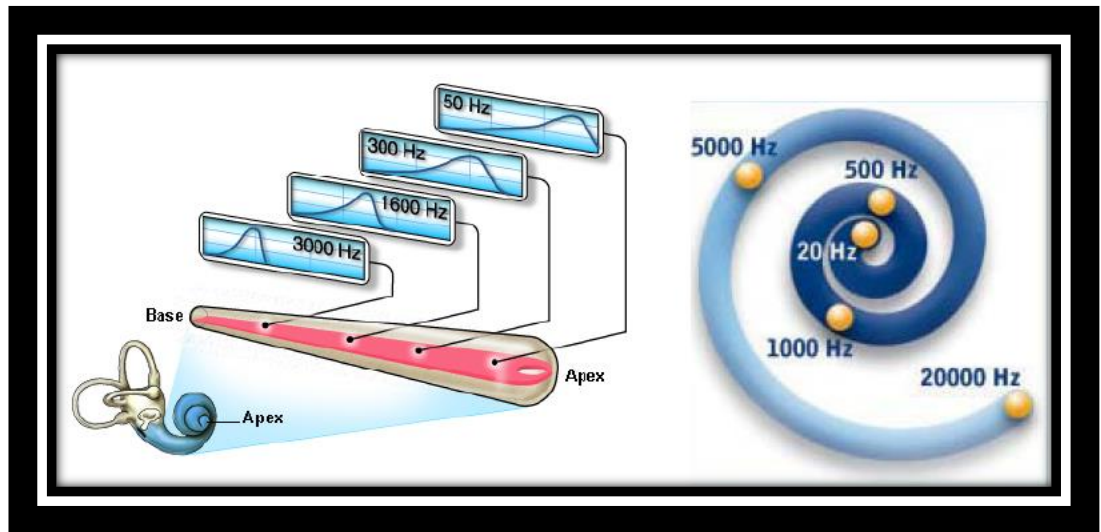
Şekil 7. Koklea

Basilar membran ise özelleşmiş bir bölgedir. Korti organının bulunduğu yer burasıdır. Korti organı, işitmede görev alan reseptör hücreleri buldurmaktadır. Perilenf ve endolenf sıvıları iyon içeriği olarak birbirinden farklıdır. Bu fark sayesinde işitmede görev alan hücrelerin potansiyellerinin değişmesinde rol alırlar. Skala vestibuli ve skala timpani içerisinde yer alan perilenf sıvısı serebrospinal sıvının özelliklerine benzeyen bir sıvıdır. Ancak skala media içerisinde yer alan endolenf yüksek konsantrasyonda $[K^+]$ (yaklaşık 145 mM) ve düşük $[Na^+]$ (yaklaşık 2 mM) içerir ve bu özellik hücre içi iyon dengesine benzer. Çünkü endolenf sıvısı yaklaşık +80 mV luk bir pozitif potansiyele sahiptir. Bu da koklea içinde yer alan tüy hücrelerin membranları arasında yaklaşık 140 mV'luk büyük bir potansiyel farkının oluşmasına yol açar. Endolenf sıvısı stria vaskularis tarafından sekrete edilir ve endolenfatik kanal yolu ile dural venöz sinüslere aktarılır. Sesin iletilmesinde görevli nöronal yapılar skala mediada (koklear kanalda) yer alan korti organındadır. Koklear kanal ya da skala media tabanında korti organının bulunduğu basilar membrane yer alır. Korti organı vibrasyon ile uyarılmaktadır. Birçok yapıdan oluşan korti organı dış tüy hücreleri, iç tüy hücreleri, tektorial membran ve birçok destek hücrelerini içerir



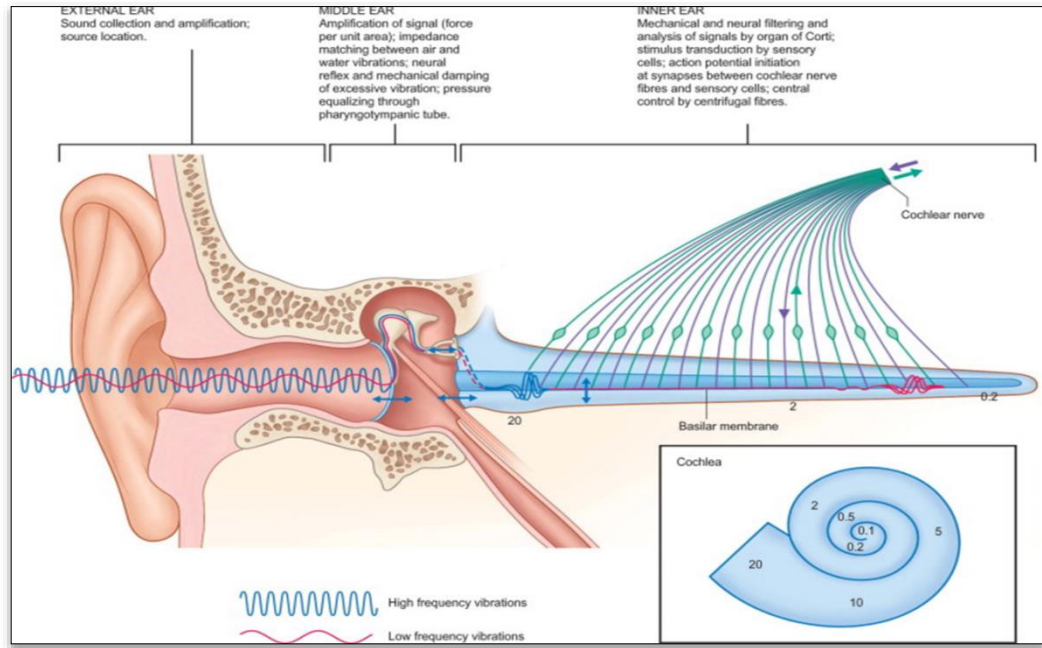
Şekil 8. Korti organı (Runge, Christina L.; Friedland, David R.. Anatomy of the Auditory System, Cummings Otolaryngology. Published January 1, 2015. Pages 19871993. e2. 2015.)

Koklea akustik sinyalin çeşitli frekans komponentlerini tanımlayan iletici bir sistemden oluşur ve yüksek frekanslı seslerin bazal bölgelerde, alçak frekanslı seslerin de apekse yerleşmesi ile frekans skalası koklea boyunca uzanmaktadır (Moore, B.C.J, 1989; Moller AR.,2000).



Şekil 9. Frekans skalası

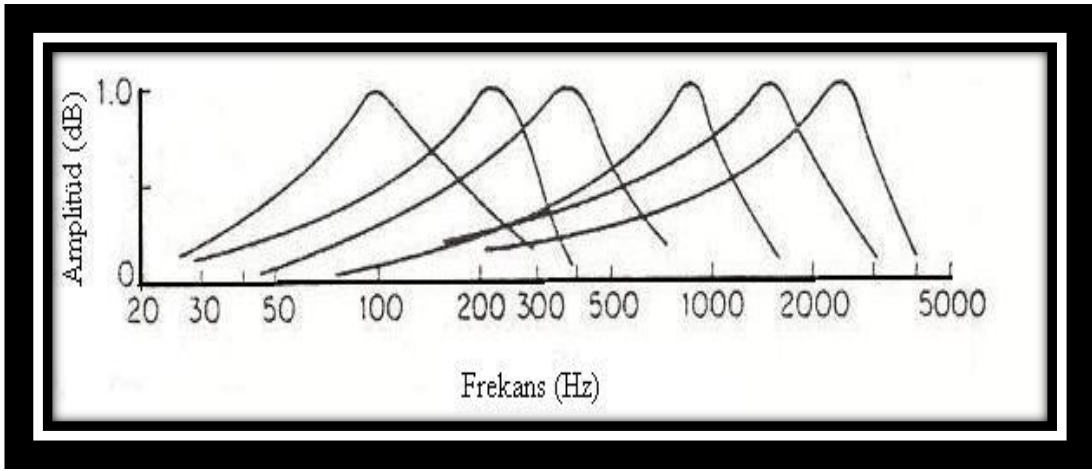
Kokleanın bazal kısmının sertliği apekse göre daha fazladır, sertlik bazaldan apekse doğru giderek azalmaktadır. (Seikel, A.J., King, D.W,1997; Moller AR, 2000) Baziller membranının daha sert bazal parçasında, sertliği azalan diğer parçalarına nazaran daha kolay koklear sıvıdan enerji transferi gerçekleşmektedir. Baziller membranının bazal parçasına transfer edilen enerji kokleanın apeksine doğru ilerleyen dalga olarak yayılmaktadır (Moore, B.C.J, 1989; Moller AR.,2000). Baziller membran bazaldan apekse doğru daha ağırlaşır ve bir yapının kütlesi arttıkça rezonans frekansı azalmaktadır. Baziller membran bazaldan apekse giderek daha geniş olmaktadır. Gerginlik, kütle ve genişlik özelliğinin değişken olması baziller membranı mükemmel bir frekans analizörü yapmaktadır ve bu sebeple ilerleyen dalga, baziller membranının derece derece değişen impedansı nedeniyle daima bazaldan apekse doğru ilerlemektedir(Seikel, A.J., King, D.W,1997; Moller AR, 2000).



Şekil 10. Bazaldan Apekse Doğru İlerleyen Dalga (Gray's Anatomy (2008), Fortieth Edition)

Baziller membranının daha az sert olan parçalarına(apekse doğru) ilerlerken dalganın yayılım hızı azalır, sonuç olarak hareketin dalga boyu kısalır. Dalga boyu küçüldükçe sürtünme sebebiyle olan kayıplar giderek artar ve dalga yayılımının sönmesine neden olmaktadır (Moller AR, 2000). İlerleyen dalga baziller membran boyunca hareket eder, maksimum gelişme noktasına gelene kadar yoluna devam eder

ve büyür, bu noktaya ulaştığında hızlıca sönmektedir. Baziller membran üzerinde ilerleyen dalganın maksimum amplitüd noktası, korti organındaki tüy hücresi nöral uyarımının temel noktasıdır. Bu sebeple ilerleyen dalga hareketinin sadece tek bir güçlü noktası vardır ve burası karakteristik frekans olarak tanımlanmaktadır. Baziller membran yukarı doğru hareket ettiğinde tüy hücreleri aktive olur, skala timpaniye doğru hareket ettiğinde tüy hücrelerinin elektrik aktivitesi inhibe olmaktadır (Seikel, A.J., King, D.W,1997).

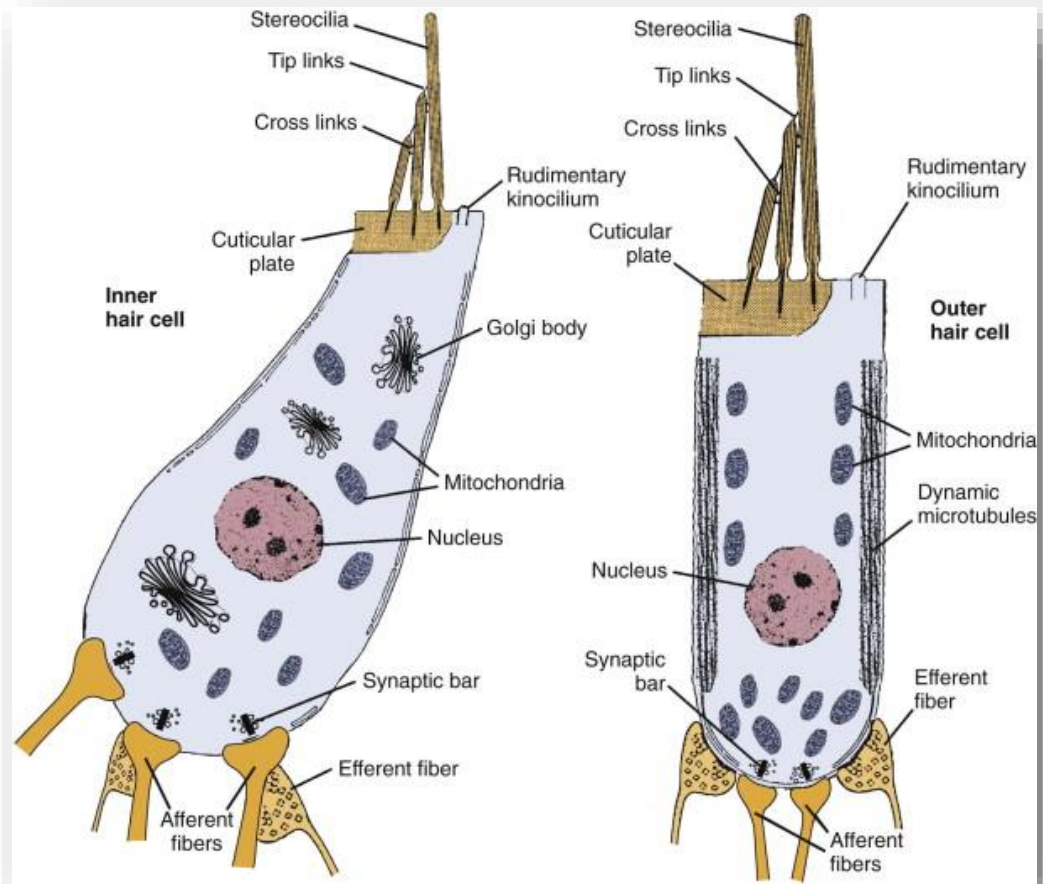


Şekil 11. Baziller membran boyunca farklı bölgelerdeki vibrasyon amplitüdüleri

Baziller membranın frekans seçiciliği düşük ses seviyelerinde daha yüksektir; bu yüzden uyarın seviyesine bağlı olarak baziller membran vibrasyonunun amplitüdü baskılanır ve lineer değildir. Baskılama fonksiyonu olmazsa kulak normal işitme aralığındaki sesleri bulup analizini yapamamaktadır (Moller AR, 2000). Lineer olmayan koklea, uyarana cevap verirken ayrıca baziller membranın maksimum amplitüd noktasını değiştirir. Baziller membranın maksimum değişim yeri, sadece sesin frekansına değil ayrıca sesin şiddetine bağlı bir fonksiyondur (Moller AR, 2000).

Kokleadaki frekans analizi; baziller membran, çevresindeki sıvı ve duyu hücreleri arasındaki etkileşimleri içeren karmaşık bir olaydır ve baziller membran hareketi ile dış tüy hücreleri aktif olarak etkileşim halindedir. 1975’de Evans tarafından oksijen eksikliğinden sonra işitsel sinir liflerinin frekans ayarının kötüleştiği gösterilmiş, aktif elemanlar olan dış tüy hücrelerinin baziller membran ayarını lineer olmayan duruma getirmek için metabolik enerjiyi kullanmasının

gerekliliği belirtilmektedir (Moller AR, 2000). Düşük ses şiddetlerinde baziller membrandaki enerji kayıplarını karşılayan hareketli dış tüy hücreleri, kulağın frekans seçiciliğini ve duyarlılığını artırmaktadır (Moller AR, 2000). Korti organı içerisinde bulunan iç ve dış tüy hücreleri afferent ve efferent innervasyon, morfolojik ve biyokimyasal özellikleri ile birbirlerinden farklıdır.



Şekil 12. Korti organı iç ve dış tüy hücreler (Runge, Christina L.; Friedland, David R.. Anatomy of the Auditory System Cummings Otolaryngology. Published January 1, 2015. Pages 1987-1993.e2. 2015.)

Dış tüy hücrelerinin silioları tektorial membran içerisine gömülüdür ve baziller membran boyunca ilerleyen dalga hareketi ile tektorial membrana doğru hareket etmektedir ve bu sayede shearing (makaslama) hareketi üretir ve ilerleyen dalganın maksimum hareket noktasında en büyüktür.

Düşük şiddetteki sese karşı oldukça duyarlı olan dış tüy hücreleri, baziller membran cevabını keskinleştirerek güçsüz seslerin şiddetlerinin artırılmasında mekanik bir yükseltici gibi rol oynamaktadırlar (Robert, M., McMahon, C, 2004).

Kokleanın aktif fonksiyonu, işitme duyarlılığının yaklaşık 50 dB'lik değerini karşılar ve dış tüy hücresi fonksiyonunun total kaybı yaklaşık bu değerde işitme kaybına neden olmaktadır (Moller AR, 2000).

İç tüy hücreleri ise tektorial membran içerisine gizlenmiş değildir ve spiral laminaya daha yakın yerleştikleri için makaslama hareketinden yararlanamazlar. İç tüy hücrelerinin uyarılması endolenfin sıvı hareketine bağlıdır. İlerleyen dalga baziller membran boyunca ilerlerken, nehir yatağındaki otların suyun akışı ile sürüklenmesi gibi siliolar sıvı hareketi ile yer değiştirir. Tüy hücreleri maksimum uyarılma noktasında sıvı daha hareketlidir bu sebeple buralarda daha fazla uyarılmış durumdadırlar (Seikel, A.J., King, D.W, 1997). Düşük şiddetteki seslere karşı duyarsız olan iç tüy hücreleri farklı frekanslara göre ayarlanmıştır. Dış tüy hücrelerinin düşük şiddetteki vibrasyonları güçlendirmesi sonucu iç tüy hücrelerinin gerçekten çok iyi frekans ayırt etme fonksiyonu gerçekleştirdikleri gözlenmektedir (Seikel, A.J., King, D.W, 1997).

Koklea'da bulunan periferik nöral hücre gövdeleri kümesi olan spiral ganglion nöronlarının santral çıkıntısı beyin sapındaki koklear nukleuslara gider. Spiral ganglion'daki Tip I primer afferent nöronlar beyne ulaşan tüm işitsel afferent girişin en azından %95'inden sorumludur ve her biri tek iç tüy hücresinde snaps yapar. Tip II afferent nöronları daha az sayıdadır (yaklaşık olarak %5) fakat daha çok kolu vardır ve çoğu memeli türünde her biri 5-28 dış tüy hücresini innerve eder (Roeser, R.J., Valente, M, 2000; Sahley, T.L., Nodar, R.H, 1997).

İşitme sınırı, kokleadan santral işitsel sisteme nöral aktiviteyi ileten liflerden oluşmuştur. 8. sinir nöronlarının yüksek eşik ve düşük eşik lifleri olmak üzere iki temel lif tipi bulunmaktadır ve her iki tip nöron şiddet kodlanırken kullanılmaktadır. Yüksek eşik nöronları, artan işitsel uyarana daha yüksek cevap verirken, arka plan ateşleme gürültüsüne çok az ya da hiç cevap vermemektedir. Düşük eşik lifleri, hiç uyarın yokken bile rastgele ateşlenen, eşik düzeyine yakın seslerin işitilmesinde fonksiyonu olan bir mekanizmadır. Yüksek eşik lifleri, sinyal şiddeti artarken düşük eşik liflerinin fonksiyonunun durduğu yerde ateşlenmektedir (Moller AR, 2000).

İşitsel yoldaki ilk istasyon koklear nukleuslardır, koklea ve 8. sinirdeki gibi tonotopik bir dizilim burada da vardır. İşitsel uyarana 8. sinir seviyesinde görülen sinir lifinin tek cevabına karşılık, koklear nukleuslarda en azından 6 farklı nöral

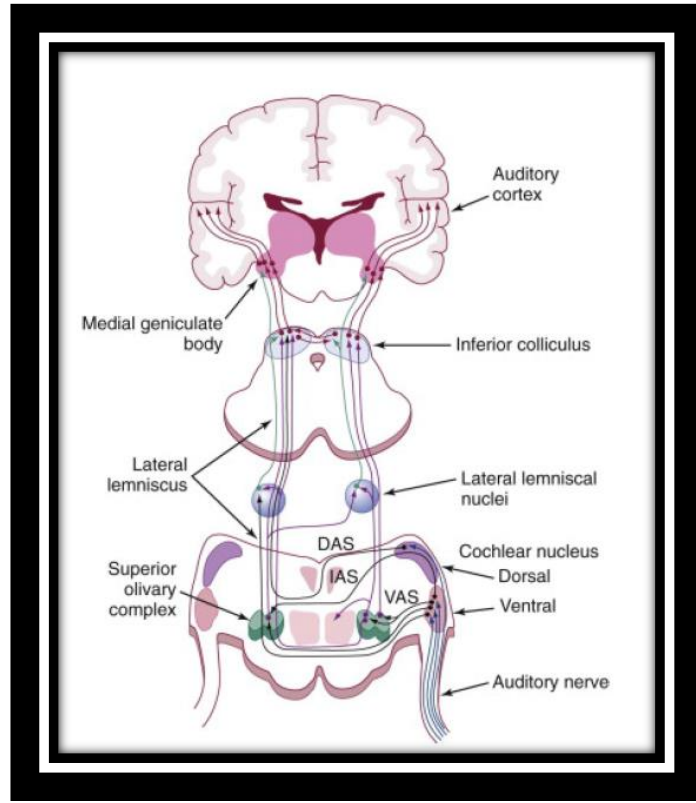
cevap gösterilmiştir. Kompleks bir etkileşim ve nöral işlevin sonucunda aynı ses uyarısına 6 farklı nöronun hepsi birden cevap verebilmektedir (Sinex, D.G, 2002).

İşitsel yolun ilk çift taraflı etkileşim yeri olan Superior Olivary Complex (SOC) her iki kulağın kokleasından gelen bilgiyi almaktadır ayrıca zaman ve şiddet ipuçlarına karşı duyarlıdır. SOC'un başarılı bir lokalizasyon, lateralizasyon ve çift taraflı işleme ile ilişkili olduğu gözlenmektedir. Superior olivary complex'te afferent işitsel yolun üç temel nukleusu (LSO lateral superior olive, MSO medial superior olive ve MTB medial trapezoid body nukleusu) vardır. LSO'ya büyük uzantıları olan MTB, afferent işitsel yolun önemli bir parçasıdır (Sahley, T.L., Nodar, R.H., Musiek, F.E, 1997). SOC içerisinde iki temel cevap ortaya çıkar. LSO doğrudan uyarın şiddeti ile ilişkilidir, Uyarıcı-Uyarıcı cevaplar olarak isimlendirilir ve başın bir tarafındaki sinyal ile diğer tarafındaki sinyalin karşılaştırılmasını sağlar. MSO'da oluşan Uyarıcı-Engelleyici cevapta, sol kulağa ulaşan uyarın sağ tarafın MSO' ni aktive ederken, sol kulağın MSO' ni inhibe eder. Ek olarak MSO' daki bazı hücreler varış zamanına karakteristik bir gecikme ile cevap verir, bu yüzden MSO iki kulak arasında sesin ulaşma zamanındaki çok küçük değişiklikleri ortaya çıkarır. Kulaklar arası faz (zaman) farkı alçak frekanslı seslerin, kulaklar arası şiddet farkı ise yüksek frekanslı seslerin lokalizasyonu için temel mekanizmadır (Roeser, R.J., Valente, M., Hosford-Dunn, H, 2000).

Inferior Colliculus, LSO'dan çift taraflı inervasyonu alırken lateral lemniskus yoluyla koklear nukleustan indirekt bilgiyi alır. Inferior Colliculus'da bulunan ve SOC' dakine benzer lokalizasyon fonksiyonunda kullanıldığı anlaşılan bazı nöronlar, kulaklar arası zaman ve şiddet farklılıklarına duyarlıdır. Koklear nukleulardan gelen frekans bilgisinin gönderildiği yer olan inferior colliculus, SOC'daki lokalizasyon işleme aracılığı ile faz ve şiddet bilgisini tekrar birleştirebilir (Seikel, A.J., King, D.W,1997).

Medial Geniculate Body (MGB), talamus'un nakledicisidir, beyin sapının son duyu istasyonudur. Ventral parçası temporal lobun primer işitsel algı alanına, medial parçası temporal lobun diğer bölgelerine uzanırken, dorsal parçası serebrumun asosiyasyon bölgelerine bilgiyi gönderir. Belli bir tonotopik düzenleme ve cevaplar arasında kompleks bir etkileşim bu seviyede de açıkça görülmektedir. Çok küçük şiddet farklılıklarına cevap veren nöronlar burada da çok sayıda (Seikel, A.J., King, D.W,1997).

Serebral Korteks, temel olarak ipsilateral MGB yoluyla kontralateral kulaktan gelen inputu alır. Baziller membran boyunca farklı bölgelerdeki frekans bilgisi yani tonotopik harita, temporal lob'da primer işitsel algı alanında aynı şekilde bulunur. İşitsel algı alanı sütunlar halinde düzenlenmiştir ve sütunlar içindeki farklı nöronlar, farklı uyaran (frekans, şiddet farklılıkları) parametrelerini cevaplandırır. Serebral korteks'deki nöronlar, işitsel input özelliklerini tanımak için daha önceki işleme safhalarından çıkarılan ipsilateral ve kontralateral, temporal ve spektral bilgiyi kullanmaktadırlar (Seikel, A.J., King, D.W,1997).

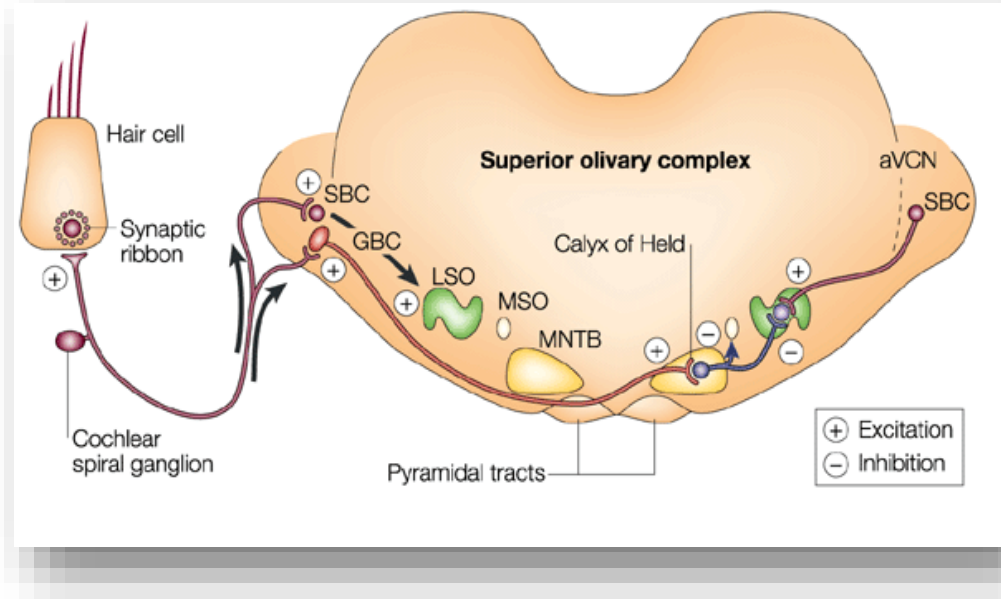


Şekil 13. İşitsel Yollar (Runge, Christina L.; Friedland, David R.. Published January 1, 2015. Pages 19871993. e2. © 2015.

2.3.1. Efferent İşitsel Yolların İşitmeye Etkisi

Efferent işitsel yollar; tek birim olarak fonksiyon görmekle birlikte, ikiye ayrılmış olarak incelenmektedir ve korteks'ten koklea'ya devam eden bir nöronlar zinciri biçimindedir (Sahley, T.L., Nodar, R.H., Musiek, F.E, 1997). Olivokoklear sistem, en çok çalışılan parçasıdır ve daha üst kısımlar ile ilgili daha az bilgi vardır.

Üst efferent yollar işitsel korteksten başlayıp, Medial Geniculate Body ve Inferior Colliculus'u da içeren orta beyin bölgelerine iner. Inferior Colliculus'tan Superior Olivary Complex'e inen alt efferent yolların bağlantıları çok iyi kurulamamakla birlikte, bu bağlantıların SOC'da bulunan nukleuslara ulaştığı yönünde bulgular bulunmuştur(Sahley, T.L., Nodar, R.H., Musiek, F.E, 1997). Korteksin elektriksel uyarımının alt işitsel sistemdeki birimlerde eksitasyon ya da inhibisyona yol açtığı bilinmektedir (Roeser, R.J., Valente, M., Hosford-Dunn, H, 2000).



Şekil 14. SOC'a olan ana bağlantıların şematik gösterimi.

Olivokoklear efferent sistem; beyin sapında Superior Olivary Complex'in daha büyük olan temel nukleuslarının çevresinde "periolivar" ya da "preolivar" (trapezoid body nukleusları) nukleuslar olarak tanımlanan küçük bir nöron kümesidir (Roeser, R.J., Valente, M., Hosford-Dunn, H, 2000). Superior Olivary Complex'ten kokleaya uzanan olivo-koklear sistemin morfolojik olarak farklı iki parçası vardır. İki efferent bölünmenin morfolojik farklılıkları ilk olarak 1942'de Rasmussen'in yaptığı çalışmalarla bulunmuştur. Olivokoklear demet; yapısı ve fonksiyonu ile ilgili pek çok araştırma yaptığı için Rasmussen bandı olarak adlandırılmıştır (Roeser, R.J., Valente, M., Hosford-Dunn, H, 2000).

Lateral efferent lifler; miyelinize olmayan ince liflerdir, Lateral Superior Olive'den çıkar, özellikle ipsilateral olarak gider ve iç tüy hücrelerine yakın koklear afferent nöron dendritleri ile snaps yapmaktadırlar. Daha büyük ve miyelinize olan

medial efferent lifler özellikle kontralateral olarak uzanırlar; Medial Superior Olive'den çıkar, orta hatta (IV. Ventrikül tabanında) çaprazlaşır. Bu çaprazlaşma yüzünden medial olivokoklear nöronlar, her iki koklea'nın karşılıklı dayanışmasını fasilite eden bir yol sağlar ve korti organındaki dış tüy hücrelerinin altına snaps yaparlar (Moller AR, 2000).

Olivokoklear nöral aktivitenin dış tüy hücrelerinin fonksiyonunu kontrol etmesi, efferent aktivitenin baziller membranın mekanik özelliklerini değiştirebildiğini göstermektedir (Brownell, W.E., Charles, R.B, 1985). Bu liflerin aktivitesi sonucunda dış tüy hücrelerinin dolayısıyla da baziller membranın mekanik özelliklerini etkileyen transmitter maddeler (örn. asetilkolin) serbest kalmaktadır (Brownell, W.E., Charles, R.B, 1985; Moller Ar, 2000).

Lateral olivokoklear sistemin, afferent sinir lifi deşarjlarının postsnaptik kontrolü ile ilişkili olması sebebiyle koklear nukleuslara ve santral sinir sistemine girişi kontrol ettiği düşünülmektedir (Moller AR, 2000). Medial Olivokoklear sistem ise, aktif mikromekanik özellikleri kontrol ettiği için seçici akustik amplifikasyon aracılığıyla işitsel sistemin frekans seçici özelliği ve yüksek duyarlılığından sorumludur (Aran, M-J., Pajor, A-M, 2002). Medial Olivokoklear sistem aracılığı ile oluşturulan dış tüy hücrelerinin mikromekanik özelliklerindeki değişiklikler, gürültüde sinyal bulmayı geliştirir ve koklear sinyal-gürültü oranı etkili bir şekilde artar (Aran, M-J., Pajor, A-M, 2002).

2.4. İŞİTME SİSTEMİNİN BASKILAMA ÖZELLİĞİ

Başlangıçta koklear aktivite, elektrokokleografi teknikleri ile ya da işitsel sinirden direk kayıt ile ölçülmekteydi. 1956'da Galambos, daha sonra da diğer araştırmacılar; efferent sistemin beyin sapı seviyesindeki elektriksel stimülasyonunun ya da kontralateral akustik stimülasyonun supresyona yol açtığını açıkça göstermişlerdir. Galambos ve diğer araştırmacılar efferent sistemin, beyin sapı düzeyindeki elektriksel stimülasyonun ya da kontralateral akustik stimülasyonun supresyona sebep olduğunu göstermişlerdir. Kontralateral sinyaller düşük seviyelerde verilmektedir. Verilen sinyal seviyesi, test edilen kulağa geçecek ve stapediale refleksi arkını çalıştıracak şiddet düzeyinin üstünde olmamalıdır. Kontralateral sinyal

verilerek yapılan efferent sistemin uyarılmasının karakteristik etkisi DTH'lerin supresyonudur.

Yapılan çalışmalar geniş bantlı fon gürültüsünde koklear efferent sistemin karışık sinyallerinin ayrılabilmesi yani sinyal gürültü oranını iyileştirmek için işlev görebilir görüşünü desteklemektedir. Şu anki ortak görüş, aktif transdüksiyon sürecinin, DTH'lerin efferent innervasyonu yolu ile olduğu şeklindedir. Ayrıca diğer deneysel sonuçlar olivokoklear sistemin akustik travmaya karşı korumaya yardımcı olabileceğini düşündürmektedir (Kemp, D.T, 2002).

Efferent işitsel sistem aktivasyonun fonksiyonel etkisi, dış tüy hücreleri yoluyla koklear aktivite inhibasyonudur. Supresyonun olmayışı, efferent işitsel sistemin disfonksiyonuna işaret eden patolojik bir bulgudur (Hall, J.W, 2000). Korti organında bulunan tüy hücreleri, efferent sistemin olivokoklear demeti ile innerve edilmektedir.

Olivokoklear demet fonksiyonu ile ilgili ilk çalışmalar dördüncü ventrikül tabanının yüzeyine yakın olarak elektrik uyarını kullanılması ile yapılan hayvan deneyleri oluşturmaktadır(Hall, J.W, 2000; Moller AR,2000). Efferent işitsel sistemin uyarımı sonucunda; yuvarlak pencereden kaydedilen aksiyon potansiyellerinin amplitüdlerinin azalması, işitsel sinir ve endokoklear potansiyelin deşarj hızının azalması ve koklear mikrofonik aktivitesinde artma gibi bulgular elde edilmiştir ve daha sonra bu bulgular insanlarda da ispatlamıştır. Efferent yollar, kimyasal ya da cerrahi olarak kesilmesi ile çalışamaz hale getirildiği zaman, inhibitör etkiler ortadan kalkmaktadır (Hall JW, 2000).

Medial olivokoklear sistemin çaprazlaşmayan lifleri her iki koklea arası yolu oluşturur, böylece bir kulaktaki sesin diğer kulaktaki cevapları etkilemesi sağlanmış olur. Bu olay çift taraflı koklear etkileşim olarak adlandırılır, otoakustik emisyon ölçümünde non-invazif olarak kontralateral gürültü yoluyla ortaya çıkar ve dış tüy hücreleri tarafından oluşturulduğu düşünülmektedir. Medial olivokoklear sistem, kontralateral akustik uyarı tarafından aktive edildiğinde, spontan ve uyarılmış otoakustik emisyon amplitüdlerinin her ikisinde de bir azalma şeklinde gözlenmektedir (Fıfıloğlu, A., Katz, J, 1992). Çalışmalar kontralateral ses uyarını ile oluşan efferent sistemin bu aktivasyonunun basiller membran tuning'ini ve otoakustik emisyonu değiştirebileceğini göstermektedir (Moller AR, 2000). Kontralateral uyarı ile uyarılmış otoakustik emisyon amplitüdündeki kontralateral

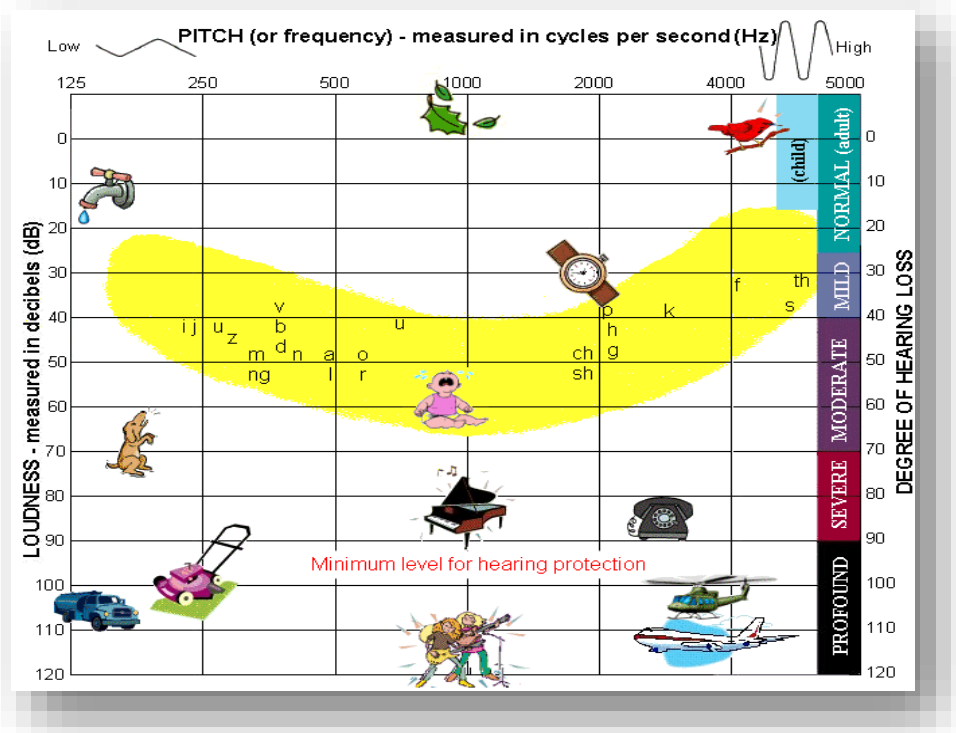
azalma ile çaprazlaşmayan medial olivokoklear efferent aktivite değerlendirilmektedir (Philibert, B., Veuillet, E., Collet, L, 1998).

.Alt beyin sapı ve özellikle Superior Olivary Complex içinde, afferent ve efferent işitsel nukleuslar arasında snaps yapan nöral bağlantılar vardır. Kontralateral sesin oluşturduğu efferent bölgelerin aktivasyonu, olivokoklear demetten her iki koklea'ya geri dönen efferent sinyallerin iletilmesine yol açar. Kontralateral ses ile efferent sistem stimülasyonunun karakteristik etkisi dış tüy hücresi fonksiyonunun supresyonudur (Hall JW, 2000).

2.5. KONUŞMA MUZU

Konuşmayı duymak ve anlamak için gerekli olan harf ve harf kombinasyonlarını kapsayan ve bunların odyogram üzerinde hangi frekans ve şiddette olduğunu gösteren tabloya konuşma muzusu denmektedir.

250-8000 Hz aralığındaki frekansları içerir. Q,W,X,Y dışındaki alfabenin tüm harfleri konuşma muzusunun içerisinde yer alır. İnci, ch, sh,th ve ng harf kombinasyonlarını da kapsamaktadır.



Şekil15. Konuşma Muzusu <http://www.listeningandspekenlanguage.org/SpeechBanana/>

Odyogram içinde görülen muz şekli 1(bir) metre mesafeden kulağa gelen konuşma sesinin analiz edilmesi sonucunda elde edilmiştir.

Normal bir konuşmada /S/ sesi, 4000 Hz civarında 25 dB şiddet seviyesindedir. /A/ ise 750 Hz civarında 45 dB şiddetindedir. Bu nedenle /S/ sesi /A/ sesine göre daha incedir

Ünlü harfler (a,o,ö,e,i,u ve ü) daha çok alçak frekans bölgesinde kalırken, ünsüz harfler (s,ş,z,t,h,ç gibi) daha çok yüksek frekans bölgesinde bulunmaktadır

Kalın sesler daha çok sesin duyulmasında belirleyici olurken, tiz sesler duyulan seslerin ayırt edilmesinde önemli rol oynamaktadır.

İşitme kayıplarının analiz ve yorumlanmasında, işitme kayıplarına bağlı konuşma bozukluklarının değerlendirilmesinde ve işitme cihazı uygulamalarında bize yardımcı olmaktadır (Listening and Spoken Language Knowledge Center)

2.6. KONUŞMA TESTLERİ

Konuşma odyometrisi, işitme kayıp kişilerin, gündelik yaşantılarında işitme kaybından dolayı oluşan sorunlarının değerlendirilmesinde, işitme kaybına yol açan lezyon yerinin saptanmasında, amplifikasyon gerekip gerekmediğine karar verilmesinde, işitme cihazlarının veya koklear implantların verimliliğinin değerlendirilmesinde ve saf ses odyometrinin çapraz sağlamasını yapmak amacıyla kullanılır (Mackersie CL, Boothroyd A, 2001;, Carhart R, 1968).

Saf ses odyometri testi ile hastanın sadece işitsel sorunlarının değerlendirilmesi yapılmış olup, iletişimsel sorunlarının ortaya konulması olanaklı değildir (Abdulhaq NMA, 2006; Stach BA, 1998). Konuşma algısının ve iletişimsel sorunların ortaya konması, konuşma gibi karmaşık sinyallerin kullanılması ile gerçekleştirilmektedir. (Abdulhaq NMA, 2006).

Bireyin iletişimsel becerisi, konuşmayı tanıma yüzdesi ile değerlendirilerek belirlenebilir. Jerger'in yaptığı bu sınıflandırma Tablo 1'de gösterilmektedir (Jerger J, 1977).

Tablo 1. Konuşmayı tanıma yüzdesi ile iletişimsel beceri ilişkisi

Konuşmayı Tanıma Yüzdesi (%)	İletişimsel Beceri
90-100	Normal ayırt etme yeteneği
75-90	Hafif derecede güçlük, telefon konuşmalarında zorluk çekmek
60-75	Orta derecede güçlük
50-60	İleri derecede güçlük
50 ve altı	Çok az ayırt etme yeteneği, akıcı konuşmayı takip edememe

2.6.1. Konuşmayı Alma Eşiği (Speech Reception Threshold-SRT)

Konuşma eşik testi olarak tanımlanır. SRT, belli bir şiddet seviyesinde hastanın kendisine okunan kelimelerin %50'sini doğru olarak tekrar edebilme becerisini ölçer (Çekiş Ş, 2006; Nilsson M, 1994). 500-1000 ve 2000 Hz'de saf ses odyometri eşiklerinin ortalamasıyla, konuşma eşik testinin (SRT) uyumlu olması beklenir (Loven FC, 1983; Beattie RC, 1977).

2.6.2 Konuşmayı Fark Etme Eşiği (Speech Detection Threshold-SDT)

Konuşma varlığının fark edildiği düzeydir. SRT ve SDT arasındaki fark iletim veya miks tip işitme kayıplı bireylerde normal işitene göre 5 dB veya daha az, hafif derecede sensorinöral kayıplarda 8 dB olarak bildirilmiştir (Çekiş Ş, 2006; Beattie RC, 1977).

2.6.3. Konuşmayı Ayırt Etme (Speech Discrimination-SD)

Konuşmayı anlama, tanıma testidir. Eşik üstü sabit bir seviyede tek heceli kelimeler kullanılarak hastanın konuşmayı anlaması değerlendirilir. Hastanın doğru tekrar ettiği kelimeler konuşmayı tanıma veya ayırt etme yüzdesi olarak belirlenir (Mullennix JW, 1989; Yacullo WS, 1996). Koklear veya retrokoklear patolojilerin

tanısında konuşmayı ayırt etme yüzdesi, önemli ölçüde bilgi vericidir (Kılıç MA, 2004; Bochner JH, 2003).

2.6.4. Rahatsız Edici Ses Seviyesi (Uncomfortable Loudness-UCL)

Hastanın konuşma seslerinden rahatsız olduğu işitme eşiğinin belirlenmesidir. İnsan kulağı rahatlıkla 110 dBHL' i algılar. Testi uygularken, hastaya rahat dinleme seviyesinden başlayarak akıcı bir konuşma ile uyarı verilerek yavaş yavaş ses şiddeti artırılır. Hastanın rahatsızlığını ifade ettiği seviye, rahatsız edici ses seviyesi olarak kaydedilir. Koklear patolojilerde rahatsız edici ses seviyesi düşerken, retrokoklear patolojilerde genellikle yüksektir (Akşit M, 2004).

2.6.5. En Rahat Ses Seviyesi (Most Comfortable Loudness-MCL)

Konuşma sesinin en rahat olduğu ses seviyesidir. Konuşma uyarını devam ederken, hastadan konuşmayı en rahat duyduğu ses seviyesini belirtmesi istenir. SRT'nin biraz üstündeki seviyen başlanarak ses şiddeti aşamalı olarak artırılarak değerlendirilir.

Normal işitme eşiğine sahip kişilerde;

En rahat Ses Seviyesi (Most Comfortable Loudness-MCL): 40-60 dB

Konuşmayı Ayırt Etme Skoru (SD-Speech Discrimination): %90-100

Rahatsız Edici Ses Seviyesi (Uncomfortable Loudness): 100-110 dB arasındadır.

2.7. KONUŞMA ODYOMETRİSİNİ ETKİLEYEN FAKTÖRLER

2.7.1. Psikolojik ve Akustik Faktörler

Her konuşmacının sesinin ses kalitesi, şiddeti, hızı, telaffuzu farklıdır. Bu farklar anatomik ve psikolojik unsurlardan kaynaklanır. Bu farklılıklar konuşmayı anlama üzerine etkilidir (Katz j, 2002).

2.7.2. Dilsel Faktörler

Konuşma odyometrisinde kullanılan kelimeler veya cümleler yapısal, bilinirlik bakımından birbirlerine yakın olmalıdırlar (Katz j, 2002).

Kelimelerin anlamlı veya anlamsız olması az veya çok bilinir olması skoru etkiler. Anlamlı anlamsıza, bilinen bilinmeyene göre avantajlı skor alınmasını sağlar (Akşit M.A.,1994).

2.7.3. Fiziksel Faktörler

2.7.3.1. Şiddet

Konuşma testinin yapılacağı şiddet seviyesi test sonucunu etkiler. Uyarının şiddet seviyesi artırıldığında puan da artar (Akşit M.A.,1994).

2.7.3.2. Test Ortamı

Test ortamı yeterince sessiz olmalıdır ve American National Standarts Institute (ANSI) standartları gözetilmelidir. Odanın ısısı, hava sirkülasyonu, ışık düzeyi yeterli olmalıdır (Katz j, 2002).

2.7.3.3. Bilgisayar Kayıtlı Konuşma Testleri

İletilmek istenilen mesaj aynı olmasına karşın her dinleyicide farklı etkiler yaratır ve kişiden kişiye değişiklik gösterir. Kayıtlı konuşma testlerinden elde edilen skorlar kayıtlı olmayanlara göre yüksek bulunmuşlardır (Katz j, 2002).

2.7.3.4. Konuşmacının Cinsiyeti

Konuşma testlerinde birçok araştırmacı cinsiyet ayrımının skora yansımadağını savunurken bazıları da kadın ve erkek sesindeki frekans bandı ve formant farklılığının özellikle yüksek frekansta işitme kaybı olan hastalarda erkek sesi lehine fark yarattığını ileri sürmektedirler (Akşit M.A.,1994).

2.7.3.5. Taşıyıcı Cümle

Konuşma testlerinde taşıyıcı sözcük kullanılıp kullanılmayacağı da ayrı bir fikir ayrılığını oluşturmaktadır. Fletcher ve Steinberg (1929) taşıyıcı cümlenin (şimdi söyleyeceğiniz kelime) söylenmesi gerektiğini savunurken, Martin ve ark. (1962) ise taşıyıcı cümlenin skor üzerine bir etkisi olmadığını savunmuşlardır (Katz j, 2002).

2.7.3.6. Şiddet Seviyesi

Konuşma testinin yapılacağı şiddet seviyesi test sonucunu etkilemektedir. Konuşmayı anlama eşiğinden başlanarak uyaran şiddet seviyesi artırıldığında puan da artmaktadır. Konuşmayı ayırt etme testlerinde genel kabul konuşmayı alma eşiğinin 30-40 dB üzeri olarak klinik kullnımda yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Akşit M.A., 1994).

2.7.3.7. Okunan Kelime Sayısı

Eğer konuşmayı ayırt etme testi yapılacaksa bu fonetik dağılımlı 50 kelime ile yapılmalıdır çünkü konuşmayı ayırt etme testlerinde fonetik dağılım 25 kelimelik test ile sağlanamaz ve güvenilirliği etkilenir (Katz j, 2002).

2.7.3.8. Maskeleme

Kulaklık ile yapılan konuşma testlerinde inter aural atenuasyon 45-50 dB'dir. İnsert kulaklık kullanıldığında ise kulaklığın türüne ve yerleşme şekline göre 55-80 dB aralığındadır. Ayrıca kullanılan gürültü şekli de maskelemeyi etkilemektedir (Katz j, 2002).

2.8. GÜRÜLTÜ

Tüm duyu organlarımız içerisinde işitme duyusunun en hayati önemi olan duyu olduğu savunulmaktadır. Gasaway, D.C (1985) Ne olursa olsun işitme; iletişim, dil ve sosyalleşmenin en önemli unsurudur.

Gürültü genel olarak istenmeyen ses olarak ya da insanları rahatsız eden ses kombinasyonu olarak tarif edilmektedir (who, 2000).

Ayrıca terimsel olarak istenmeyen, düzensiz ve periyodik olmayan, işitme sistemini olumsuz etkileyen sesler olarak açıklanmasının yanı sıra belirgin bir yapısı olmayan, içerdiği öğeler itibarıyla kişiyi bedensel ve psikolojik olarak etkileyebilen ve toplum üzerinde olumsuz etkiler oluşturan ve işitme sistemini olumsuz etkileyen istenmeyen ses düzeni olarakta açıklanabilmektedir.

2.9. SİNYAL GÜRÜLTÜ ORANI (SNR)

Sinyal Gürültü Oranı (SNR), konuşma kalitesini test eden objektif bir yöntemdir. Sinyalin enerjisinin gürültünün enerjisine oranı olarak tarif edilir.

$$E = \sqrt{\sum_{n=1}^N s^2(n)}. \quad (2.1)$$

esitligi sinyalin enerjisini göstermektedir.

E: Enerji, n: örnek, N: sinyal uzunluğu, s[n]: Sinyalin genlik degerleri

$$\text{SNR} = 20\log_{10} (E_s / E_g) \quad (2.2)$$

(2.2) esitligi Sinyal Gürültü Oranını dB cinsinden göstermektedir.

E_s: Sinyalin enerjisi, E_g: Gürültünün enerjisi

Sinyal Gürültü Oranı (SNR) 0 dB olan gürültülü sinyal, gürültünün temiz sinyal enerjisi kadar eklendiği anlamına gelmektedir.

(2.2) esitligi açılırsa (2.3) esitligindeki SNR'ın dB cinsinden ifadesi ortaya çıkar

(Louzio 2000).

$$\text{SNR} = 10\log_{10} \left[\frac{\sum_{n=1}^N s^2[n]}{\sum_{n=1}^N (s[n] - \tilde{s}[n])^2} \right] \text{dB} \quad (2.3)$$

s[n]: Orijinal temiz sinyal, $\tilde{s}[n]$: İyileştirilen sinyal

İyileştirilen sinyal, orijinal sinyal s[n] le ne kadar eşleşirse o kadar iyi iyileştirme yapılmış olur. Bu durumda SNR artar. Orijinal temiz ses sinyali ile iyileştirilen ses sinyalinin bire bir aynı olduğu kabul edilirse bu durumda Sinyal Gürültü Oranı'nın (SNR) sonsuz olması gerekir.

İki sinyal birbirinden çok farklıysa bu durumda Sinyal Gürültü Oranı (SNR) değeri azalır. O halde Sinyal Gürültü Oranı'nın (SNR) büyük olması istenilen bir durumdur.

Ses kalitesi ile SNR arasındaki ilişki çizelge 2.2’de verilmiştir (Constant 2000).

Tablo 2. Ses kalitesi ile SNR arasındaki ilişki

SNR(dB)	Kalite Yorumu
60	Mükemmel; gürültü yok
50	İyi; Konuşmayı etkilemeyecek kadar küçük miktarda gürültü var
40	Makul; küçük detaylar kaybolmuş ama konuşma anlaşılır durumda
30	Kötü; gürültü var konuşmayı etkiliyor
20	Çok kötü; büyük oranda gürültü var

2.10. GÜRÜLTÜDE KONUŞMAYI ANLAMA

İşitme kaybı olan kişilerin genel şikayeti gürültülü ortamlarda ve birden çok kişinin konuştuğu durumlarda konuşmayı anlamadır. Kişi normal işiten birey olsa dahi bu durumlarda problemle karşılaşır (Olsen. W.O, 1967).

İşitme cihazı kullananların %95’inin konuşma algısı ile ilgili en büyük istekleri gürültüde konuşmayı anlamadır. İşitme cihazı kullananların sadece %29’u cihazlarından gürültülü ortamlarda memnun olduklarını belirtmişlerdir (Kochkin, S, 2002).

Gürültülü ortamlarda konuşmayı anlama yeteneği etkili iletişimin en önemli becerilerinden biridir. Bununla beraber, gürültüde duymak işitme engelli bireyler ve işitme cihazı kullanıcıları için önemli bir sorunu teşkil eder (Cox, R.M, 2001).

Carhart ve Tillman (1970) arkaplan gürültünün olduğu konuşmalarda konuşmanın algılanmasının zorluğuna değinmiş ve bunun iletişimi güçleştirdiğini belirtmiştir (Strom, K. E. 2006).

Dirks, Morgan ve Dubno (1982) işitme kayıplı bireylerin gürültü varlığında 30 dB'ye varan Sinyal Gürültü Oranı'na (SGO) ihtiyaçları olduğunu belirtmişlerdir.

Carhart ve Tillman (1970) sensörinöral tip işitme kaybı olan yaşlı bireylerin gürültüde konuşmayı anlayabilmeleri için mevcut kayıplarına göre +14 dB'ye varan SGO'ya gereksinim duyduklarını belirtmişlerdir.

Plomp (1977) normal işiten dinleyicilerle kıyaslandığında hafiften ileri dereceye bilateral sensorinöral tip işitme kaybı olan bireylerin konuşmayı anlayabilmeleri için sinyalin gürültüden ortalama olarak fazladan 5 ila 10 dB'ye ihtiyaçları olduğunu göstermiştir.

Bununla beraber, gürültüde konuşmayı anlama problemi tek problem değildir. Yer belirleme ve mesafe algısı gibi beceriler de bireyin işitme becerilerinin kapsamlı değerlendirilmesi esnasında hesaplanmalıdır.

Wedel 'in belirttiğine göre gürültüde tek taraflı konuşma algısı konusundaki ilk araştırmalar Fletcher & Galt (1950), çift taraflı konuşma algısı konusundaki ilk araştırmalar ise Hirsh & Burgeat (1962), Licklider (1948) ve Jeffers ve ark. (1962) tarafından yapılmıştır. Musiek ve Rintelmann 'ın belirttiğine göre 1959'da Sinha GKAE testinde kortikal lezyonlu bireylerin kontralateral kulakları için zayıflamış bir performans olduğunu belirlemiş, Olsen, Noffsinger ve Kurdziel (1975) isimli araştırmacılar ipsilateral beyaz gürültü (0dB S/N) ve tek heceli kelime listeleri kullanmışlar, sadece gürültüde konuşmayı ayırt etme skorlarının bozulmadığını ayrıca GKAE fark skorlarının da bozulduğunu bulmuşlar ve 0 dB sinyal gürültü oranında %40'ın üzerindeki GKAE fark skorunun önemli olduğunu saptamışlardır. GKAE fark skorlarının önemli olduğunu açıklamalarına rağmen temporal lob lezyonu olan bazı hastalarda normal veriler elde etmişlerdir. Farklı patoloji grupları için benzer bulgular ve geniş bir dağılımı olan skorlar sebebiyle bu araştırmacılar, Gürültüde Konuşmayı Ayırt Etme testinin santral işitsel sinir sistemi bozukluklarının saptanmasında faydalı olduğu fakat lezyon yerini belirleyemediği sonucuna varmışlardır.

İnsan konuşmasının algılama ve üretim mekanizmalarının ölçülmesi bizim bilişsel yeteneklerimiz konusunda oldukça önemli bilgiler sağlamaktadır. Konuşmayı anlama dinleyici tarafından, konuşma sinyalini ayırt etme, teşhis, tanıma ya da kavrama modellerinin doğru bir şekilde alınmasına bağlıdır.

2.11. İŞİTME KAYIPLARI

İşitme organı, iletim yolları veya merkezlerindeki hasara sebebiyle işitmenin azalması ve seslerin algılanamaması işitme kaybı olarak isimlendirilir. İşitme kaybı işitsel ve işitsel olmayan sorunları beraberinde getirir. Bu sorunların başlıcaları duyamama, konuşulanları anlayamama, gürültüde konuşmaları algılayamama, gürültülü alanlarda rahatsız olma ve gelen seslerin doğal olmaması sayılabilmektedir (Ryan AF, 1996). İşitme ve konuşma insanların iletişim becerilerini direkt etkilediğinden dolayı depresyon içe kapanıklık, yaşamdan zevk almama gibi psikolojik problemlere ve sosyal sorunlara sebep olmaktadır (Belgin E, 1994).

2.11.1. İşitme Kaybı Tiplerinin Sınıflandırılması

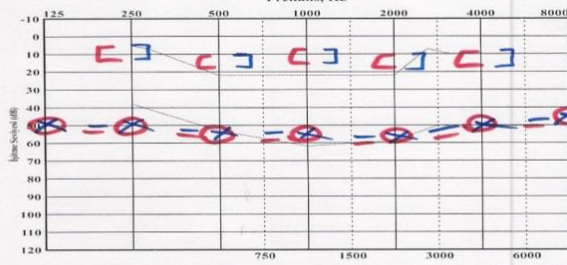
İşitme kaybı tiplerini iletim, sensörinöral ve mikst tip olarak sınıflandırmak mümkündür (Lee KJ, 2003).

2.11.1.1. İletim Tipi İşitme Kayıpları

Ses dalgalarının kokleaya kadar ulaşabildiği yollardan birincisi dış ve orta kulak yapılarının görev aldığı iletim mekaniği iken, ikincisi kafatası kemiklerinin titreşim ile kokleayı uyarmasıdır. DKY, dış kulak ve orta kulaktaki yapıların bir veya birden fazlasının fonksiyonlarının bozulmasından dolayı ortaya çıkan işitme kayıpları iletim tipi işitme kayıpları olarak isimlendirilir (Rappaport JM, 2002). Odyolojik değerlendirmede hava yolu işitme eşiklerinde düşüş olmakla birlikte genellikle kemik yolu işitme eşik değerleri normal sınırlardadır.

Adı Soyadı : Tarih : / /
Doğum Tarihi : Cinsiyeti : Gönderen Dr. :
Tel No : Değerlendiren :
Yaşadığı Şehir : Odyometre :

SAF SES EŞİK ODYOGRAMI (ANSI, 1969)



Akustik İmmitansmetri	
OKB (daPa)	Sağ Sol
Statik Admitans (ml)	

Akustik Refleks Eşiği (dB)	
	500 Hz 1000 Hz 2000 Hz 4000 Hz
Ipsi	Sağ Sol
Kontra	Sağ Sol

Saf Ses Ortalaması (500, 1000, 2000 Hz) (dB HL)	
	Sağ Sol
Hava Yolu (AC)	SS SS
Kemik Yolu (BC)	

Test	Kulak	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Weber						
Tone Decay (TTD) dB	Sağ					
	Sol					

TEOAE	1000 Hz 1500 Hz 2000 Hz 3000 Hz 4000 Hz				
	Sağ Sol				
DPOAE	1000 Hz 1500 Hz 2000 Hz 3000 Hz 4000 Hz				
	Sağ Sol				

ABR (V. Dalga Eşiği dB)	
Klık Eşiği	Sağ Sol
Tonal	500 Hz 1000 Hz 2000 Hz 4000 Hz
	Sağ Sol

Konuşma Testleri					
Test	Sağ	Sol	İşitme Cihazı	Koklear İmplant	Serbest Saba
Konuşmayı Anma Eşiği (MRT)	SS	SS			
Konuşmayı Ayırma (SD)					
Sıkıcı Ses					
En alarık Ses Eşiği (MCL) (dB)					
Fredrin Eşiği Ses Eşiği (UCL) (dB)					

Semboller			
Hava Yolu	Maskeaz	O-O	X-X
Kemik Yolu	Maskeaz	OC-OC	XC-XC
Strapes Refleksi	Maskeaz	---	---
İşitme Cihazı		C=C	▲
Serbest Alın		S=S	
Duyarım Yok		DY	
Netice Alınmadı		NA	

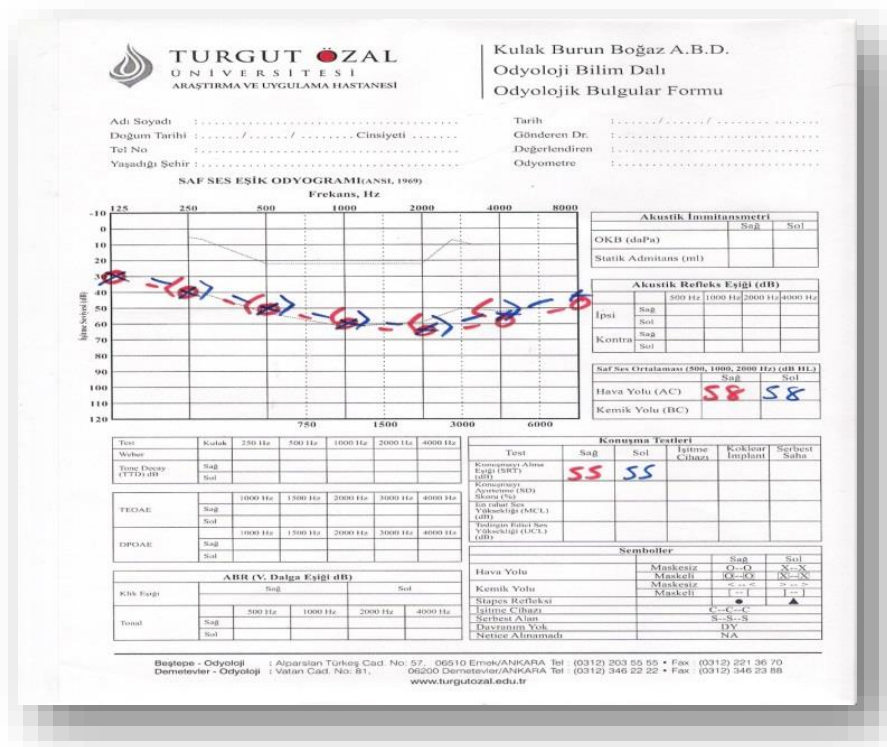
Beştepe - Odyoloji : Alparslan Türkeş Cad. No: 57, 06510 Emek/ANKARA Tel : (0312) 203 55 55 • Fax : (0312) 221 36 70
Demetevler - Odyoloji : Vatan Cad. No: 81, 06200 Demetevler/ANKARA Tel : (0312) 346 22 22 • Fax : (0312) 346 23 88
www.turgutozal.edu.tr

Şekil 17. İletim Tipi İşitme Kaybı

Atrezik kulak kepçesi, buşon, stenoz, yabancı cisim, external otit, karsinomlar, kulak zarı patolojileri, orta kulak patolojileri ve hastalıkları, östaki disfonksiyonu vb patolojiler iletim tipi işitme kayıplarının nedenleri olarak belirtilebilir (Akyıldız AN, 2002; Roeser RJ, 2000).

2.11.1.2. Sensöri-Nöral İşitme Kayıpları (SNİK)

Kokleada veya işitsel yolda meydana gelen hasara bağlı olarak ortaya çıkan işitme kaybı sensöri-nöral işitme kaybı olarak isimlendirilir (20). Bu işitme kayıplarının %90'ı koklea kaynaklıdır. Odyolojik değerlendirmede hava ve kemik yolları çakışık olmakla birlikte konuşmayı ayırt etme skorlarında işitme kaybının derecesine, odyogram tipine, hastanın yaşına, işitme kaybının süresine vb etkenlere bağlı olarak düşüşler gözlenmektedir.

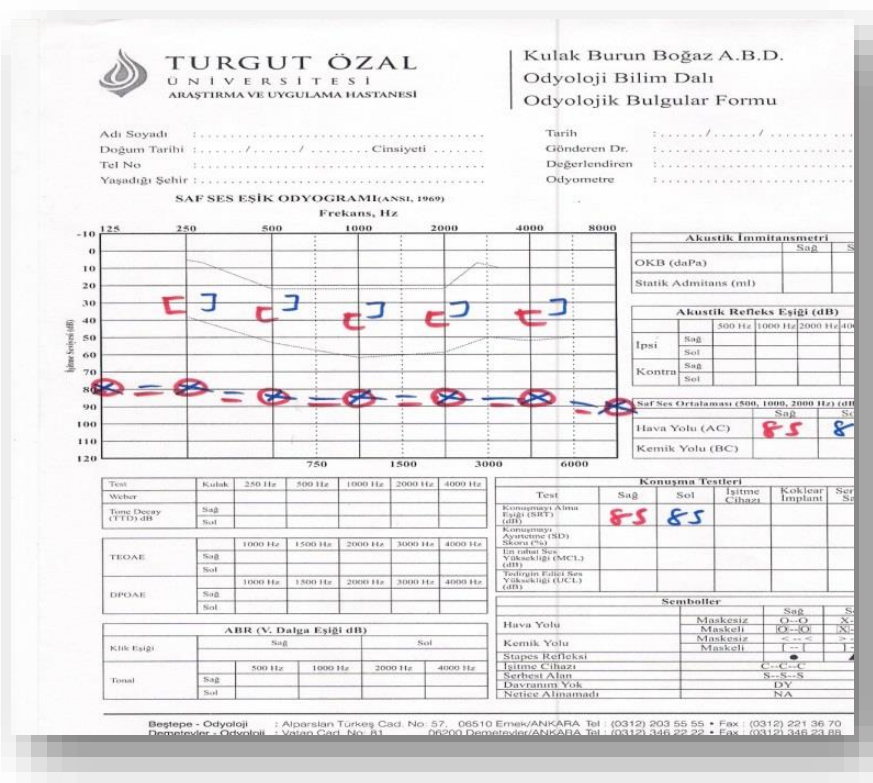


Şekil 18. Sensörinöral Tipi İşitme Kaybı

Meniere, labirentit, perilenf fistülleri, koklear otoskleroz, ototoksite, ani işitme kayıpları, akustik travma, tümörler, presbiakuzi, viral enfeksiyonlar vb patolojiler SNİK'lerin en sık görülen nedenlerindedir (Akyıldız AN, 2002).

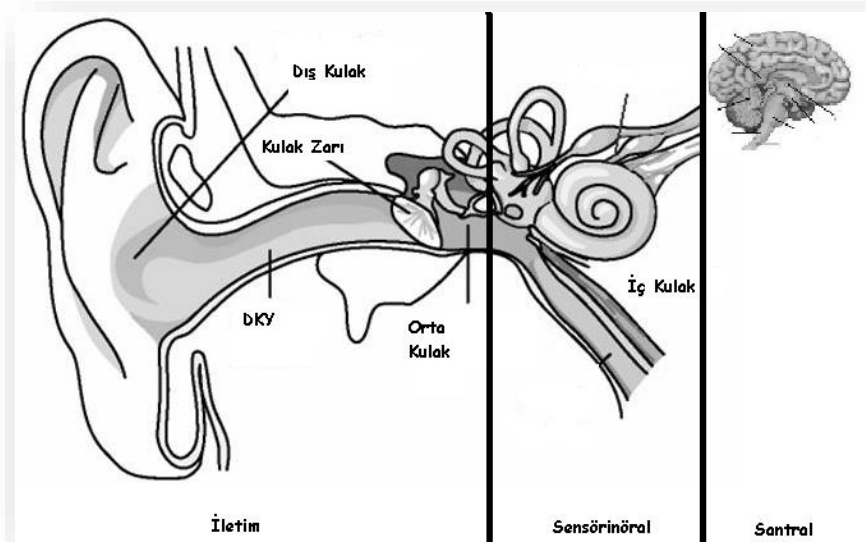
2.11.1.3. Mikst Tip İşitme Kayıpları

Aynı kulakta iletim ve sensöri-nöral patolojilerin bir arada olduğu işitme kayıplarıdır. Hava yolu işitme eşikleri ile kemik yolu işitme eşikleri 20 dB'den daha kötü, fakat sensörinöral tip işitme kaybının tersine hava yolu işitme eşikleri ile hava yolu işitme eşikleri arasında 10 dB ya da daha fazla bir fark vardır. Dış, orta ve iç kulakta problem olduğunda ortaya çıkmaktadır (Akyıldız AN, 2002- Stach BA, 1998).



Şekil 19. Mikst Tipi İşitme Kaybı

Kronik otitis media, bazı otosklerozlar, en sık görülen mikst tip işitme kayıplarına örnek olarak gösterilebilir.



Şekil 20. İşitme kayıplarının işitme sisteminde etkili olduğu bölgeler.

2.12. İŞİTME KAYBININ DERECELENDİRİLMESİ

İşitme kaybının derecelendirilmesinde odyolojik test bataryası sonuçların doğruluğu ve uygunluğu hakkında karşılaştırmalı değerlendirmeler yapılmasına olanak verir. Odyolojik değerlendirmede işitme kaybının tipinin ve derecesinin tespit edilmesi için kullanılan test bataryası; saf ses odyometresi (hava yolu ve kemik yolu işitme eşikleri), konuşma odyometresi (konuşmayı anlama-alma eşiği, konuşmayı ayırt etme testi vb), immittans-empedans ölçümleri (timpanometri ve akustik refleks) bölümlerinden oluşur (Katz J, 2000).

Tablo 3. İşitme Kaybının Derecelendirilmesi (Katz J, 2000)

İşitme Seviyesi	Sınıflama
-10—15 dBHL	Normal İşitme
16—25 dBHL	Çok Hafif Derecede İşitme Kaybı
26—40 dBHL	Hafif Derecede İşitme Kaybı
41—55 dBHL	Hafif-Orta Derecede İşitme Kaybı
56—70 dBHL	Orta Derecede İşitme Kaybı
71—90 dBHL	İleri Derecede İşitme Kaybı
>91 dBHL	Çok İleri Derecede İşitme Kaybı

İşitme kaybının sınıflandırılmasında derecesi ve tipinin yanında konfigürasyonuna göre de sınıflandırma yapmak gerekmektedir. İşitme kaybının konfigürasyonunun bilinmesi ve yorumlanması özellikle rehabilitatif yaklaşımların planlanmasında önemlidir (Martin FN, 2000).

Tablo 4. İşitme kaybı konfigürasyonuna göre işitme kayıpları (Carhart R, 1971)

Düz	Her oktav için ± 5 dB'lik fark gösterir.
Tedrici Düşen	Her oktav için 5-10 dB'lik düşüş gösterir.
Keskin Düşen	Her oktav için 15 dB ya da daha fazla düşüş gösterir.
Aniden Düşen	Alçak ve orta frekanslardan sonra keskin düşüş gösterir.
Yükselen	Her oktav için eşiğin 5 dB ya da daha fazla azalmasıdır. (düzeltme)
Çanak	Orta frekanslarda 0,5 ve 4 kHz'e göre 20 dB veya daha fazla azalmadır.
Ters Çanak	Uç frekanslarda (0,5 ve 4 kHz) orta frekanslara göre 20 dB veya daha fazla düşme olur.
Çentik	Tek bir frekansta keskin bir çentik ve hemen bir sonraki frekansta düzeltme şeklindedir.

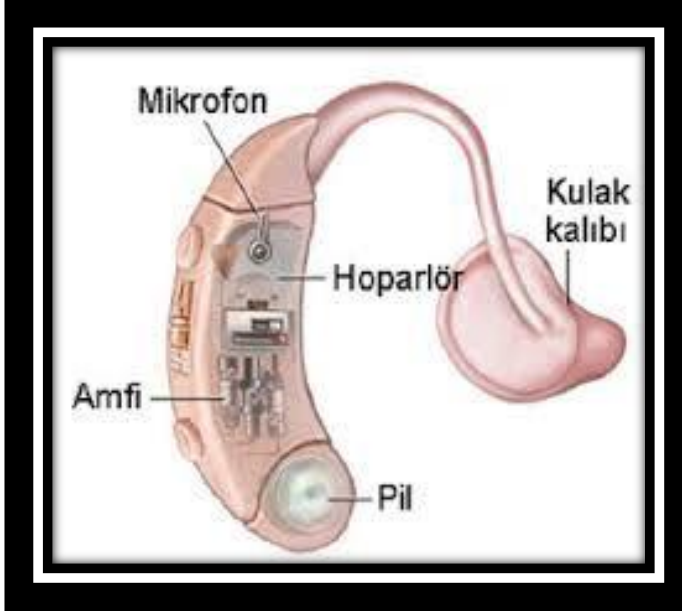
2.13. İŞİTME CİHAZLARI

İşitme kaybı medikal ve/veya cerrahi olarak tedavi edilemeyecek durumda olduğunda ortaya çıkan sorun kişilerin günlük yaşamlarını olumsuz etkilemektedir (Rappaport JM, 2002). İşitme kayıplı bireylerin konuşmanın anlaşılabilirliğinin azalması, dinamik aralığın daralması, frekans seçiciliğinde azalma ve temporal çözümlemede azalma karşılaştıkları temel sorunlar arasında sayılabilir (Lee KJ, 2003). Belirtilen olumsuz etkileri mümkün olduğu kadar ortadan kaldırmak için işitme kaybının rehabilitasyonu gerekmektedir. İşitme cihazı, koklear implant ve yardımcı işitme sistemleri işitme kaybının rehabilitasyonunda kullanılan temel işitme sistemleridir.

İşitme cihazları çevreden gelen sesleri toplayıp yükselterek işitme organına ulaştıran, işitme kazancı sağlayan aygıtlardır. Üretildiği dönemde amacı sadece sinyal amplifikasyonu olan işitme cihazları günümüzde kişiye özel işitme çözümleri ortaya koymak ve günlük hayatta işitme kayıplı bireyin karşılaştığı olumsuzluklara büyük oranlarda çözüm oluşturmuştur (Volanthen A, 1995).

2.13.1. İşitme Cihazlarının Temel Parçaları

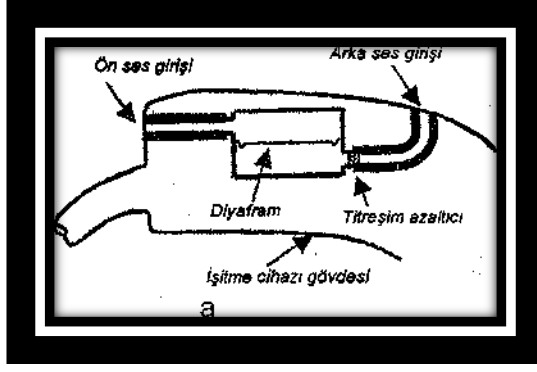
Günümüzde farklı işitme cihazları tipleri olmakla birlikte işitme cihazları temel olarak şu parçalardan oluşmaktadır (Dillon H, 2001).



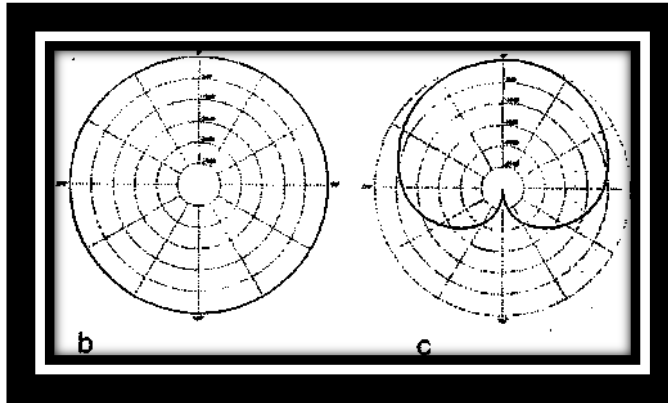
Şekil 21. İşitme Cihazı Parçaları

Mikrofon: Mikrofon çevreden gelen sesleri elektrik enerjisine çevirmektedir. Bu enerji değişimini yapan mikrofon ‘transducer’ olarak isimlendirilir. Teknolojinin hızlı gelişimi ile birlikte farklı mikrofon tipleri olmakla birlikte ilk defa 1980 yılında elektret mikrofon işitme cihazlarında kullanılmıştır. Kalıcı elektrik yükü taşıyan floro karbon plastikten yapılmıştır. Yüksek hassasiyetleri, mükemmel frekans cevapları, ince yapıda olmaları, mekanik titreşimlere duyarlı olmaları ve iç gürültülerinin az olması nedeniyle tercih edilmişlerdir (Green R, 1989).

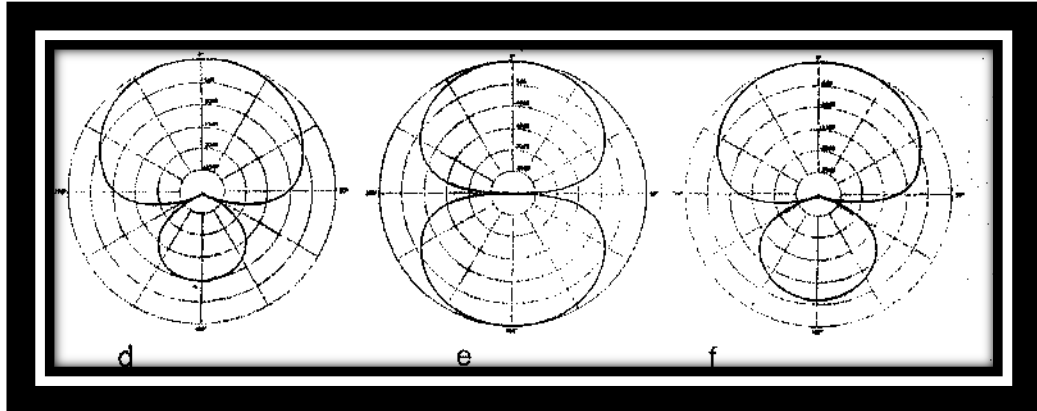
Mikrofonlar sesin geliş yönüne göre değişik seviyelerde hassasiyet gösterebilirler. Bütün yönlerden gelen seslere benzer hassasiyet gösteren mikrofonlara çok yönlü (omni-directional) mikrofon denir. Eğer mikrofon bir yönden gelen seslere daha fazla hassasiyet gösteriyorsa yönlü (directional) mikrofon olarak adlandırılır. Electret mikrofonlarda ses giriş yolu bir tane ise çok yönlü iki tane ise yönlü mikrofon olarak çalışır.



Şekil 22. Yönlü mikrofon şematik gösterimi



Şekil 23. b) Yönsüz mikrofon karakteristiği c) Kardoid



Şekil 24. d) Süper Kardoid, e) Bi directional f) Hiper kardoid

Günümüzde işitme cihazı kullanan kişiler çok değişik ortamlarda bulunabilmekte ve cihazlarının her ortamda en iyi performansı sağlamasını beklemektedirler. Bu nedenle işitme cihazlarında mikrofonun kullanımı önem kazanmıştır. Çok yönlü mikrofonlar daha çok gürültüsüz ortamlarda kullanılır ve kullanıcının her taraftan gelen sesleri eşit şekilde işitebilmesini sağlar. Yönlü

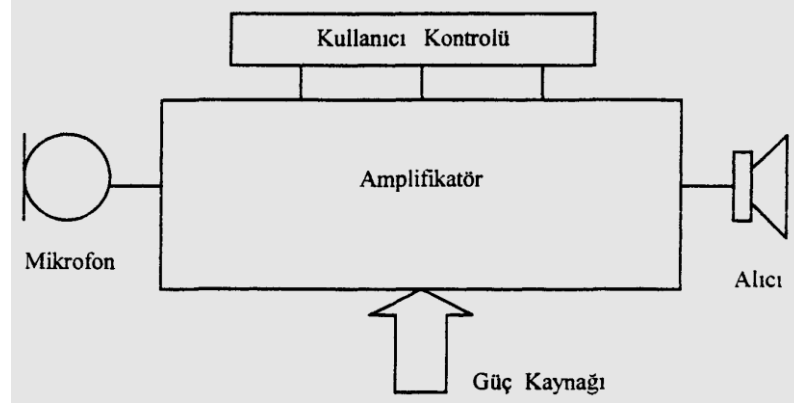
mikrofonlar ise işitme cihazının ön tarafından gelen seslere daha hassastır ve diğer yönlerden gelen seslerin bastırılmasını yardımcı olur. Böylece kullanıcı karşısındaki kişileri dinlerken konuşmalarım daha iyi anlayabilir.

Günümüzde işitme cihazlarında iki adet mikrofon bulunmaktadır. Bu iki mikrofondan gelen sinyallerin birlikte işlenmesi ile yönlü mikrofon karakteristiği elde edilmektedir. Mikrofonlardan birisi kullanıldığı zaman ise çok yönlü mikrofon özelliği sağlanır. Böylece kullanıcı istediği zaman tek yön istediği zaman çok yönlü özelliğini seçebilmektedir. Bu seçim dijital sinyal işleme devreleri kullanılmaya başladıktan sonra işitme cihazındaki algoritmalar tarafından ortamda bulunan seslerin analizi ile otomatik olarak en uygun şekilde yapılmaktadır.

Amplifikatör: Basit olarak fonksiyonu, devreye giren elektrik sinyalini en büyük elektrik sinyali haline getirmektir. En çok transistör amplifikatör kullanılmaktadır. Transistör mikrofon tarafından üretilen alternatif akımı amplifiye etmektedir. Buna elektronik amplifikasyon denir. Enerji kaynağı olarak batarya (pil) kullanılmaktadır. Sonuç olarak mikrofondan giren ses hoparlöre amplifiye edilerek ulaştırılır. Açma-kapama düğmesiyle kontrol edilir. Ayarlanabilir elektrik rezistansı olan ses ayar düğmeleri bulunur. Ayrıca ton ayar düğmesiyle frekans cevabı da değiştirilebilir. Sınıf A, B, D ve H olarak adlandırılan amplifikatör tipleri vardır. Sinyal işleyicinin özelliğine göre Analog sinyal işleyici, dijital olarak kontrol edilebilen analog sinyal işleyici ve dijital sinyal işleyiciler olarak 3 alt gruba ayrılmaktadırlar (Mynders JM, 1996; Sandlin RE, 1985).

Hoparlör: Amplifikatörde yükseltile elektrik enerjisini tekrar akustik enerjiye çevirmektedir. Amplifikatörün çıkış fazında görev alır, düşük voltajda çalışabilmektedirler. Magnetik alanda elektriksel uyarımlar titreşime çevrilerek hoparlörün diyaframına ulaşmakta, bu da ses olarak tüpe ve kulak kalıbına doğru iletilmektedir. Ton tüpü ve bağlantı tüpü içindeki hava belirli frekanslarda titreşerek ilerler. Bütün havalı boşlukların içlerindeki havayı maksimum rezonans edebilecekleri belirli frekanslar vardır. Ton tüpü ve bağlantı tüpünün rezonans tepelerini önlemek için bazı cihazlarda ton tüpüne akustik filtre yerleştirilir. Tüm işitme cihazları yukarıda belirtildiği gibi mikrofon, amplifikatör ve hoparlörden ve bunlara ek olarak taşıdıkları diğer özellik ve parçalar; yüksek-alçak frekans kazanç ayarı, telefon bobini, batarya, ses ayar düğmesi, açma-kapama düğmesi, filtreler, akustik

damperler, uzaktan kumanda parçalarından oluşmaktadır. Şekil..’da işitme cihazlarının genel parçaları gösterilmektedir (Griffing TS, 1983; Stabb WJ, 2000).



Şekil 25. İşitme cihazlarının genel parçaları (Volanthen A, 1995)

2.14. GÜRÜLTÜDE KONUŞMA ODYOMETRİSİ (TÜRKÇE MATRİS TESTİ)

Konuşarak iletişim insan işitme sisteminin en önemli olgularından biridir. Günlük hayatta, iletişim genellikle gürültülü ortamlarda gerçekleşir. İşitme kaybı olan bireyler özellikle gürültülü ortamlarda konuşmayı anlama zorluğu çektiklerinden şikayet ederler.

Bu nedenle işitme kaybının teşhisi ve rehabilitasyonu gürültülü ortamda konuşma odyometrisini de içermelidir. Türkçe Matris Testleri günlük hayatta yaşanan durumlara (bütün bir cümlenin gürültülü ortamda dinlenmesi) benzerlik göstermeleri nedeni ile çok daha hassas ölçümler sunarlar. Bu yüzden matris testleri gerçekçi ortamlarda değişik işitme cihazlarıyla uygulanarak değişik cihazlar arasındaki performans farklarını göstermek için de kullanılabilirler. Türkçe Matris Testleri +/- 1dB aralığında gürültüde konuşmayı anlama eşiğini ölçebilen adaptif testlerdir. Türkçe Matris Testinde kullanılan cümleler aynı yapıdan oluşmuştur. (Türkçe’de özne-sayı-sıfat-nesne-yüklem, örneğin “Seyhan sekiz temiz gömlek bulmuş”).

Test listeleri elli kelime bir envanterden (matris) raslantısal olarak seçilmiş cümlelerden oluşur. Böylece her kategoride on kelime bulunur. Cümleler raslantısal olarak oluşturulsa bile gramer yapıları doğrudur. Bu şekilde yaklaşık 100.000 değişik

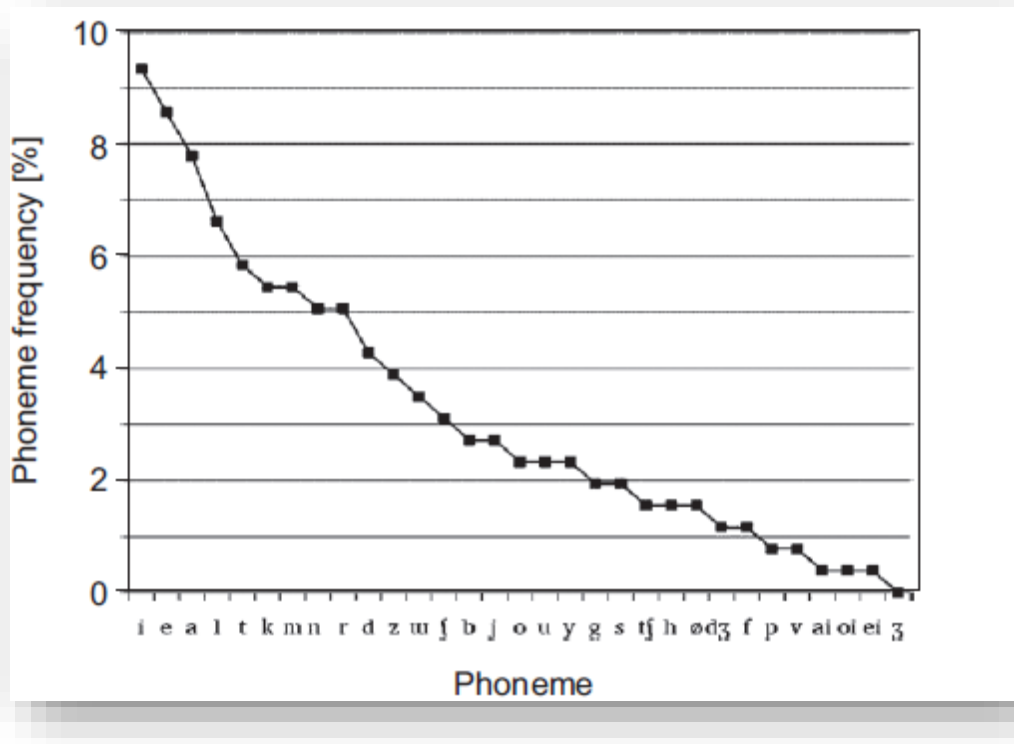
cümle oluşturulabileceğinden cümlelerin hatırlanması imkansızdır. Sonuç olarak kısa bir alıştırmadan sonra matris testi aynı hastaya test sonuçlarını etkilemeksizin defalarca uygulanabilir. Odyologun hastanın dilini konuşmasına da gerek yoktur: Türkçe Matris Testleri kapalı test formatında da uygulanabilir. Kapalı test formatında hasta duyduğu kelimeleri ekranda göreceği matristen kendisi seçebilir. Sonuç olarak matris testleri, dünyada ilgili dilin konuşulduğu her yerde rahatlıkla uygulanabilir. Benzer cümle yapıları nedeni ile değişik dillere ait matris testleri de birbirleriyle rahatlıkla karşılaştırılabilir.

2.14.1. Türkçe Matris Testi Oluşturulması

Türkçe Matris için konuşma materyalleri dilbilimci ve ortak yazarlar olan D.F ve I.E tarafından seçilmiş ve geliştirilmiştir. Konuşma materyallerinin dizaynı ve seçimi İsveç testi Hagerman (Hagerman, 1982) ile aynı yöntemi izlemiş ve Uluslararası Rehabilitatif Odyometri Cemiyeti (ICRA) tarafından önerilen tasarım kriterlerine uymuştur (Akeroyd ve arkadaşları, 2015).

Tablo da aynı cümle yapısına sahip beş kelimededen oluşan on cümlelik temel dizeyi göstermektedir. Bu temel dizeyin tek kelime grupları içerisinde benzetik rastgele kelime seçimleri ile yeni cümleler oluşturulabilmektedir. Kelimeler Türkçe sözcük dizilişi içerisinde düzenlenmiştir: isim+ sayı+ sıfat+ nesne+ fiil (Melanie A. Zokoll, Dilek Fidan, Didem Türkyılmaz, 2015).

Test içerisinde bulunan kelimeler günlük konuşma Türkçesinde en sık kullanılan kelimeler arasından seçilmiştir. Türkçe için kelime sıklığı külliyatı bulunmadığından dolayı, dil bilim uzmanlarının kelimelerin sıklığı hakkındaki fikirleri sorulmuştur. Farklı yaş grupları için semantik nötrlüğe ve kelimelerin aşinalığına özel dikkat verilmiştir. Soyut kelimeler envanterden çıkarılmıştır. Buna ek olarak, yazarlar yumuşak g nin (ğ) Türkçe 'de bir ses değil yalnızca ünlü harfleri uzatan veya dilde diftong (iki ünlü barındıran tek hece) yaratan bir fonksiyona sahip olmasından dolayı yumuşak g (ğ) harfi barındıran kelimeleri de envanterden çıkarmışlardır (Fidan, 2011).



Şekil 26. Türkçe Matris'in yüzdelik fonem dağılımı (Melanie A. Zokoll, Dilek Fidan, Didem Türkyılmaz, 2015)

Mesela, burada listelenen fonemlerin her biri test içerisindeki bütün fonemlerin toplam sayısı ile ayrılmış test envanteri içerisinde ne sıklıkla kullanıldığıdır. Fonemler sıklıklarına göre sıralanmışlardır.

Yalnızca yaygın kelimeleri kullanmanın sonucunda, [3] sesini içeren kelimeler sıklığı düşük olduğu için yine veri tabanına alınmamıştır. Türkçe Matris in sonuç olarak oluşan fonem dağılımı Şekil 26'da gösterilmiştir. Ne yazık ki, Türkçe için hiçbir referans fonem dağılımı mevcut olmadığından, testin fonem dağılımı ile Türkçe'nin var sayılan fonem dağılımı arasında bir karşılaştırma yapmak mümkün değildir. Bunun yanında diğer dillerdeki ana tümce testlerinden elde edilen deneyimlere dayanılarak ve Uluslararası Rehabilitatif Odyometri Cemiyeti (ICRA) önerilerinde ortaya konduğu şekilde (Akeroyd ve arkadaşları, 2015), temel matrisin büyüklüğü ve Türkçe'de yaygın olan kelimelerin kullanılmasıyla sayesinde esas fonem dağılımının yeterli oranda sunulduğu söylenilebilmektedir.

Envanterin son halinin Türkçe dilbilim özellikleri şu şekildedir: İsim (adlar ve nesnelere de dahil olmak üzere) birleştirme veya eş söyleyiş ortaya çıkmasını engellemek için yalnızca sessiz bir harfle başlayan ve biten iki heceli kelimeleri

içermektedir. Hiçbir son ek kullanılmamıştır. Dahası, Türkçe 'deki bütün sesli harfler kullanılmıştır. Seslerin çıkış biçimlerinin dağılımı dikkate alınmıştır (aynı şey aşağıda bahsedilecek olan sıfat ve fiil kelime gruplarına da uygulanmıştır). Sıfatlar yalnızca sessiz bir harfle başlayan ve iki heceli olan kelimeleri içermektedir. Bunlardan altı tanesi aynı zamanda bir sessiz harfle de bitmektedir; kalan dördü ise sesli bir harfle bitmektedir. Hiçbir son ek kullanılmamıştır ancak Türkçe 'deki bütün sesli harfler kullanılmıştır (Melanie A. Zokoll, Dilek Fidan, Didem Türkyılmaz, 2015).

Tablo 5. 50 kelimelik temel düzeyden oluşan Türkçe Matris testi (Melanie A. Zokoll, Dilek Fidan, Didem Türkyılmaz, 2015)

İsim	Sayı	Sıfat	Nesne	Fiil
Gönül	Yedi	Mavi	Sepet	Haketmiş
Zuhal	Bir	Yeni	Kilim	Verdi
Fırat	Sekiz	Beyaz	Yatak	Satmış
Hikmet	Üç	Küçük	Çatal	Getirdi
Tuncay	Altı	Yeşil	Cımbız	Bulmuş
Nurşen	Beş	Temiz	Gömlek	Çizmiş
Poyraz	Dokuz	Renkli	Balon	Fırlatmış
Seyhan	On	Bordo	Minder	Gördü
Meltem	İki	Güzel	Terlik	Kazanmış
Dilek	Dört	Siyah	Fincan	Yolladı

50 kelimelik temel düzeyden oluşan Türkçe ana tümce testinin konuşma materyalleri aynı sentaktik yapıya sahip on adet cümle içermektedir. Kalın olarak yazılmış kelimeler test cümlelerinden birini oluşturmak için rastgele seçilmiştir.

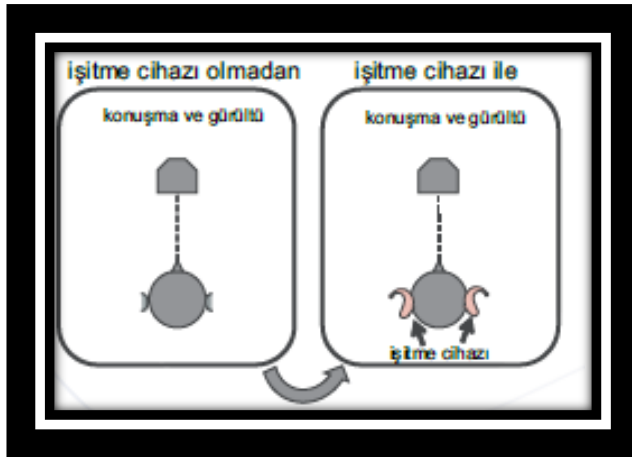
Sayılar iki heceli beş kelime ve yine tek heceli beş kelimedenden oluşmaktadır. Tercihen 1 ve 10 arasındaki sayılar bu kategoride kullanılmıştır ve 'birkaç', 'biraz', 'hiç' gibi kelimelerin kullanımından kaçılmıştır. Yine hiçbir son ek kullanılmamıştır. Fiiller beş adet iki heceli kelime ve beş adet te üç heceli kelime kullanılmıştır. Bu kelime grubunda, bütün kelimeler sessiz bir harfle başlamaktadır ve Türkçe 'deki bütün sesli harfler kullanılmıştır. Bunun yanında filler, isimler ve nesnelere arasında

bir tutarlılık olmasına dikkat edilmiştir. Üçüncü tekil şahıs ve geçmiş zaman eki kullanılmıştır. Türkçe 'de iki adet geçmiş zaman eki bulunmaktadır. Bir tanesi duyulan geçmiş zaman eki –MİŞ, diğeri ise görülen geçmiş zamana işaret eden –Dİ'dir (Melanie A. Zokoll, Dilek Fidan, Didem Türkyılmaz, 2015).

2.14.2. Matris Testi İçin Uygulama Önerileri

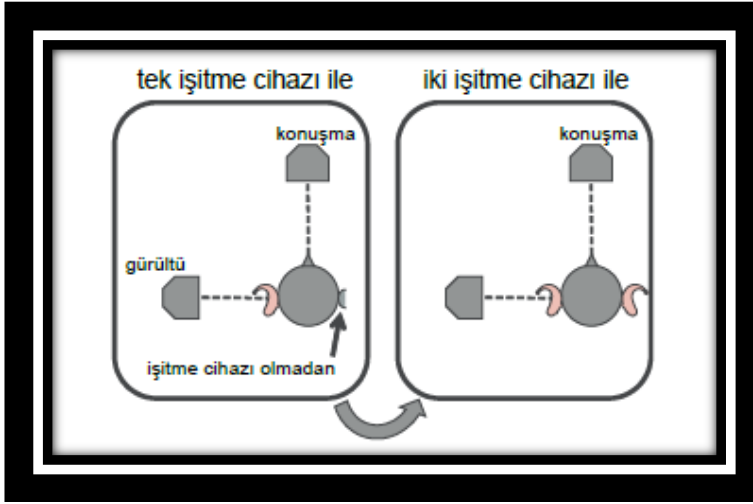
Matris testi sizin gürültülü ortamda konuşmayı anlama becerinizi ölçer. Bunun için arka plan gürültüsü eşliğinde yirmi cümle duyacaksınız. Duyacağınız her cümle beş kelimedenden oluşur ve her cümlede aynı cümle yapısı kullanılmıştır: özne-sayı-sıfat-nesne-yüklem, örneğin “Seyhan sekiz temiz gömlek bulmuş.“ Her cümle gramer olarak doğru olmakla beraber anlamlı olmayabilir. Duyduğunuz her cümleyi sesli olarak tekrar edin. Doğru tekrar ettiğiniz her kelimeyi tek tek işaretleyeceğim. Eğer cümlenin tamamını anlamadıysanız sadece anladığımız kelimeleri tekrar edin. Emin olmadığınız kelimeler için tahmin yürütebilirsiniz.

Duyduğunuz bazı cümlelerin tamamını kolaylıkla anlarken, bazı cümlelerde hiç bir kelimeyi anlayamayabilirsiniz. Bu durum beklenen bir durumdur ve testin bir parçasıdır. Moralinizi bozmayın ve sadece anladığımız kelimeleri tekrar edin. Eğer cümlelerin ses seviyesi sizin için çok yüksek ise, lütfen beni uyarın. Sizin sormak istediğiniz bir şey var mı?



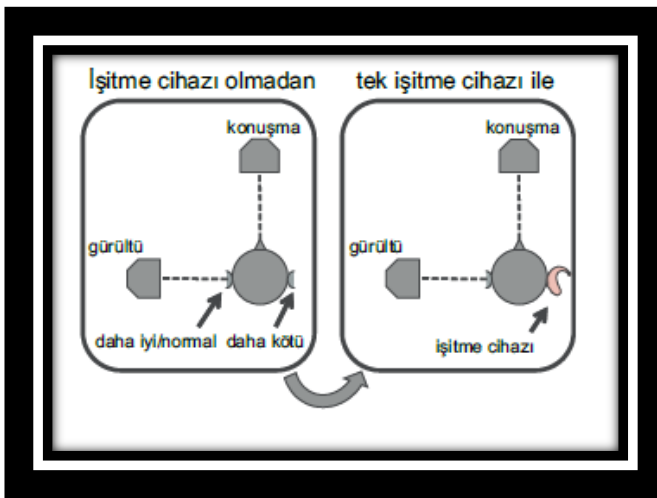
Şekil 27. Yaygın test düzeneği (1): İşitme cihazlarının faydası

Bilateral işitme cihazı uygulamasının etkisini serbest alanda matris testi uygulaması ile göstermek için (yeterli alıştırmadan sonra) konuşmayı anlama eşiğinde belirgin bir iyileşmenin (azalma) ölçülebilmesi gerekir.



Şekil 28. Yaygın test düzeneği (2): İkinci işitme cihazının faydası

İkinci işitme cihazının sağladığı yarar, serbest alan matris testiyle (yeterli alıştırmadan sonra) gürültüde anlama eşiği ölçülerek tespit edilir. Bu ölçüm önce tek işitme cihazı ile yapıldıktan sonra, ikinci işitme cihazı kullanılarak tekrarlanır. Her iki ölçümde de konuşma hastanın karşısındaki hoparlörden, gürültü hastanın işitme cihazı kullandığı taraftan hastaya göre 90 dereceden verilir. İkinci cihazın faydası iki işitme cihazı ile yapılan ölçümde anlama eşiğindeki iyileşmeyle (azalma) tespit edilir (Melanie A. Zokoll, Dilek Fidan, Didem Türkyılmaz, 2015).



Şekil 29. Yaygın test düzeneği (3): Tek işitme cihazının faydası

Tek işitme cihazının sağladığı yarar, serbest alan matris testiyle (yeterli alıştırılmadan sonra) gürültüde anlama eşiği ölçülerek tespit edilir. Bu ölçüm önce cihazsız olarak yapıldıktan sonra tek cihaz kullanılarak tekrarlanır. Her iki ölçümde de konuşma hastanın karşısındaki hoparlörden, gürültü hastanın daha iyi duyduğu taraftan hastaya göre 90 dereceden verilir.

İşitme cihazıyla yapılan ölçümde hasta işitme cihazını daha az duyan kulağına takar. İşitme cihazının faydası cihazla yapılan ölçümde anlama eşiğindeki iyileşmeyle (azalma) tespit edilir (Melanie A. Zokoll, Dilek Fidan, Didem Türkyılmaz, 2015).

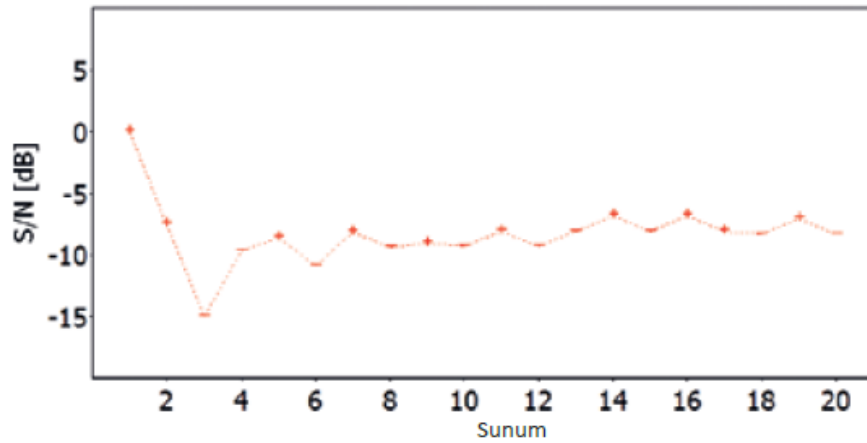
2.14.3. Matris Testinin Uygulaması

Matris testleri hastalara uygulanmak üzere profesyonel bir odyoloji yazılımı olan Oldenburg Measurement Application (OMA) yazılımı içerisinde çalıştırılır. Bu yazılım piyasada mevcut pek çok odyometre ile uyumludur. Matris testleri genellikle adaptif bir prosedürle gürültüde %50 konuşmayı anlama eşiğini tespit etmek için uygulanır. Ancak %20 ve %80 arasında değişen konuşmayı anlama eşikleri için de matris testi yapmak mümkündür.

Adaptif ölçümlerde gürültü seviyesi hastanın kolaylıkla işitebileceği bir seviyede (varsayılan seviye 65dB-SPL.) sabit tutulur. İlk cümle (uyaran) hastaya 0dB sinyal / gürültü oranında (0dB SGO) dinletilir. Takip eden cümlelerde konuşma seviyesi hastanın bir önceki cümleye verdiği yanıtı göre belirlenir. Hastanın en az üç kelimeyi doğru olarak tekrar ettiği durumlarda sinyal / gürültü seviyesi düşürülür. Doğru tekrar edilen kelimelerin sayısı üçten az ise seviye artırılır. Sinyal / gürültü seviyesinin artma / azalma adımları değişkendir ve test ilerledikçe bu adımlar küçülür. Bu sayede testin sonunda adaptif prosedür hastanın anlama eşiğine yakınsar.

Test sona erdikten sonra hastanın anlama eşiği en çok olabilirlik yöntemi ile (maximum likelihood) belirlenir. Hasta tam karşısında duran bir hoparlörden ya da serbest alana uygun kalibre edilmiş odyometrik bir kulaklıktan monaural olarak cümleleri dinler. Cümleler ilgili teste özel gürültü ile beraber sunulur. Gürültü genellikle sunulan cümleyle beraber başlar ve biter. İstenirse gürültü tüm ölçüm boyunca kesintisiz olarak da sunulabilir. Bu seçenek işitme cihazının gürültüye

adaptasyonunun test boyunca en iyi seviyede kalmasını sağlayacağı için önemlidir. Matris testleri 20 ya da 30 cümle kullanılarak uygulanabilir. 20 cümleden oluşan bir testin uygulanması ortalama 4 dakika sürer. Klinik ortamlarda yapılan uygulamalarda 20 cümle kullanılarak yapılan testler yeterlidir. Ancak daha hassas bir anlama eşiği ölçümü gerekiyorsa 30 cümle kullanılarak da test yapılabilir. 20 cümlelik bir testin ölçüm hassasiyeti +/-1dB aralığındadır. Hastanın testi tanınması ve ona alışması için iki kez, 20 cümleden oluşan bir testin deneme amaçlı olarak yapılması gereklidir. Matris testi işitme kaybının teşhisi için kullanılabilir. Sabit bir konfigürasyonda (serbest alan yada kulaklık ile) elde edilen konuşmayı anlama eşiği (SRT) normal işiten bireylerdeki referans SRT dağılımı ile karşılaştırılabildiği için, gürültüde konuşmayı anlama eşiğine ilişkin işitme kaybı miktarı da hesaplanabilir. Matris testlerinin yüksek eğimli psikometrik onksiyonu sebebiyle anlama eşiğindeki ufak farklar konuşmanın anlaşılması (speech intelligibility) aşamasında büyük farklılıklar yaratabilir. Anlama eşiğindeki 3dB'lik fark konuşmanın anlaşılmasında %40'a kadar varan bir fark oluşturabilir. Matris testleri, teşhisin dışında değişik durumların karşılaştırılması için de kullanılabilir. Bu uygulamalara örnek olarak işitme cihazı ile ya da işitme cihazsız; uygulamalar, cerrahi öncesi ve sonrası uygulamalar, farklı işitme cihazları ya da aynı işitme cihazı için farklı ayarların etkisinin gösterilmesi, verilebilir. Bu gibi durumlarda genellikle serbest alan testi uygulanır. Matris testleri gürültüde konuşma eşiğini ölçme testleri oldukları için konuşma ve gürültü farklı yönlerdeki farklı hoparlörlerden verilerek, gerçek ortamların değerlendirilmesine yardımcı olabilir (Melanie A. Zokoll, Dilek Fidan, Didem Türkyılmaz, 2015).



Şekil 30. Anlama eşiğini belirlemek için yapılmış adaptif prosedürü gösteren örnek bir ölçüm. (Melanie A. Zokoll, Dilek Fidan, Didem Türkyılmaz, 2015)

3. GEREÇ ve YÖNTEM

Bu çalışma Hacettepe Üniversitesi Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Ünitesinde yapılmıştır. Turgut Özal Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmaları Etik Kurulunun 16.12.2015 tarih 99950669/292 sayılı kararı ile etik kurul onayı alınmıştır.

Bu çalışmaya 20-60 yaş arasında ortalama $43,52 \pm 15,94$ birey (19 erkek, 10 kadın) katılmıştır.

Tablo 6. Çalışmaya katılan bireylerin gruplara göre cinsiyet dağılımı ve yaş ortalamaları

Sayı	Cinsiyet				Yaş ortalaması ve standart sapma
	Kız		Erkek		
N	N	%	N	%	
29	10	34.5	19	65.5	43,52+15.94

Çalışma grubunu oluşturan 29 kişinin çalışmaya dahil edilmesinde aşağıdaki kriterler dikkate alınmıştır:

- ✓ Kulak enfeksiyonu olmaması,
- ✓ Ototoxite, otolojik travma öyküsü gibi işitme kaybı meydana getirecek kulak hastalığı olmaması,
- ✓ Rutin KBB muayenesi normal ve otolojik bir problem olmaması,
- ✓ İşitme eşiklerinin saf ses ortalamasına (500 Hz, 1000 Hz ve 2000 Hz) göre <25 dB işitme seviyesinde olması (ANSI), (yüksek frekans kayıpları-presbiakuzi 60 dB'e kadar göz ardı edilmiştir).
- ✓ Hava ve kemik yolu işitme eşik değerleri arasında en fazla 5 dB fark olması,
- ✓ Retrokoklear patolojilerin dışlanması için yüksek frekans kayıpları ile konuşmayı ayırt etme skorlarının (WDS) uyumlu olması,

Çalışmaya dahil edilmeme kriterleri:

- ✓ Kulakla ilgili herhangi bir cerrahi işlem görenler,
- ✓ İleri derecede işitme kaybı olanlar,

- ✓ Mevcut dış ve orta kulak problemi olanlar,
- ✓ Kulak zarı perfore olanlar çalışma dışı bırakılmıştır.

Hastalara Kulak Burun Boğaz muayenesinden sonra saf ses odyometri (Otometrics ASTERA2 Audiometer Madsen, Denmark), yapılmıştır. Saf ses işitme testleri TDH-39 standart kulaklık kullanılarak hava yolu işitme eşikleri 125-8000 Hz arasında sessiz kabinde ölçülmüştür.

Türkçe Matris Test uygulanmasında Odyometre cihazı (Otometrics ASTERA2 Audimeter Madsen,Denmark) içerisinde Oldenburg Matris Test (OMA) uygulaması (HörTech gGmbH,Oldenburg,Germany) kullanılmıştır.Ayrıca bilgisayar sistem özelliği Lenovo marka,Intel Core i3-4030UCPU,Windows 8) ve Serbest alan hoparlörü Spekon Audio marka,Control-6,180W Peak Power,İmpedance:8 ohm, Frequency:45-22000 Hz dir.

Serbest Alan Hoparlörlerinin kalibrasyonu yapılırken, Larson Davis marka ,System 824 model ,Digital Sound Level Meter(SLM) cihazı kullanılmıştır.

Sonuçların değerlendirilmesinde SPSS 15.00 istatistiksel analiz programı kullanılmıştır. Tüm gruplar arasında demografik bilgiler T Testi, araştırmamıza katılan tüm grupların gürültülü ortamda işitme cihazlı ve işitme cihazsız ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması Bağımsız T Testi, Eşleştirilmiş T Testi ve Mann-Whitney- U testi kullanılmıştır. Ölçümle belirtilen iki değişken arasındaki doğrusal ilişkinin belirlenmesinde Pearson Korelasyon analizi kullanılmıştır. Tüm analizlerde yanılma olasılığı $p < 0,05$ olarak alınmıştır.

4. BULGULAR

Çalışmamıza 20-60 yaş aralığında toplam 29 birey dahil edilmiştir. Bireylerin yaş ortalaması $43,52 \pm 15,94$ tür. İşitme kayıplı bireylerin cihazlı ve cihazsız konuşma anlaşılabilirliğini değerlendirmek amacı ile yaptığımız çalışmamızda gruplar arası ve grup içi karşılaştırmada elde edilen bulgular değerlendirme sırasına göre aşağıda sunulmuştur.

Tablo 7. Bireylerinin istatistiksel olarak karşılaştırılmasına ilişkin bulgular

	Yaş	İşitme Cihazlı Sonuç (dB)	İşitme Cihazsız Sonuç (dB)	İşitme Cihazlı Anlaşılabilirlik (%)	İşitme Cihazsız Anlaşılabilirlik (%)
Ortalama	$43,5 \pm 15,9$	$8 \pm 11,05$	$15,11 \pm 10,90$	$44,7 \pm 14,0$	$39,28 \pm 16,9$
Minimum.	20	-5	2,10	7	1
Maksimum	60	42,2	42,90	56	56

Araştırmamıza katılan 20-60 yaş aralığındaki 29 kişinin cinsiyet, yaş, işitme cihazlı ve işitme cihazsız sonuç, işitme cihazlı ve işitme cihazsız anlaşılabilirlik değerlerinin istatistiksel frekans analizi yukarıdaki gibidir.

Tablo 8. Bireylerin İşitme cihazlı ve İşitme cihazsız Sonuçları

	N	Ortalama SNR(sinyal gürültü oranı) dB	p değeri
İşitme Cihazlı Sonuç (dB)	29	10,00	,000
İşitme Cihazsız Sonuç (dB)	29	13,64	

Araştırmaya katılan 29 kişiden işitme cihazlı ve İşitme cihazsız sonuçları karşılaştırıldığında işitme cihazlı ortalamaları 10,00 dB SNR, işitme cihazsız ortalamaları 13,64 dB SNR olarak bulunmuştur. İstatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmiştir ($p < 0,05$).

Tablo 9. Bireylerin Cinsiyete Göre İşitme cihazlı Sonuçları

Cinsiyet		Ortalama SNR(sinyal gürültü oranı) dB	p değeri
İşitme Cihazlı Sonuç (dB)	Erkek	15,28	,502
	Kadın	13,10	

Araştırmaya katılan 29 kişiden işitme cihazlı sonuçları cinsiyete göre karşılaştırıldığında; erkeklerin ortalaması 15,28 dB SNR kadınların ortalaması 13,10 dB SNR olarak bulunmuştur. İstatistiksel olarak aralarında anlamlı bir ilişki yoktur ($p>0,05$).

Tablo 10. Bireylerin Yaş dağılımına Göre İşitme cihazlı Sonuçları

	N	Ortalama SNR(sinyal gürültü oranı) dB	Minimum	Maksimum	p değeri
20-30 yaş arası	8	11,57	7	56	,038
30-50 yaş arası	8	10,19	45	53	
50 yaş üstü	13	18,73	15	55	

Araştırmaya katılan 29 kişiden işitme cihazlı sonuçları yaşa göre karşılaştırıldığında; 20-30 yaş arası ortalama 11,57 dB SNR, 30-50 yaş arası ortalama 10,19 dB SNR, 50 yaş üstü ortalama 18,73 dB SNR olarak gözlenmiştir. İstatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0,05$).

Tablo 11. Bireylerin Cinsiyete Göre İşitme cihazsız Sonuçları

Cinsiyet		Ortalama SNR(sinyal gürültü oranı) dB	p değeri
İşitme Cihazlı Sonuç (dB)	Erkek	15,19	,155
	Kadın	10,80	

Araştırmaya katılan 29 kişiden işitme cihazsız sonuçları cinsiyete göre karşılaştırıldığında; erkeklerin ortalaması 15,19 dB SNR çıkarken kadınların ortalaması 10,80 dB SNR çıkmaktadır. İstatistiksel olarak aralarında anlamlı bir ilişki yoktur ($p>0,05$).

Tablo 12. Bireylerin Yaş dağılımına Göre İşitme cihazsız Sonuçları

	N	Ortalama SNR(sinyal gürültü oranı) dB	Minimum	Maximum	p değeri
20-30	8	11,71	1	56	,755
30-50	8	13,75	32	52	
50 ve üstü	13	14,45	2	56	

Araştırmaya katılan 29 kişiden işitme cihazsız sonuçları yaşa göre karşılaştırıldığında; 20-30 yaş arası 11,71 dB SNR, 30-50 yaş arası 13,75 dB SNR ve 50 yaş üstü 14,45 dB SNR olarak bulunmuştur. İstatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ($p>0,05$).

Tablo 13. Bireylerin Cinsiyete Göre İşitme Cihazlı Anlaşılabilirlik Sonuçları

Cinsiyet		Ortalama(%)	p değeri
İşitme Cihazlı Anlaşılabilirlik Sonuç (%)	Erkek	14,42	,612
	Kadın	16,10	

Araştırmaya katılan 29 kişiden işitme cihazlı anlaşılabilirlik sonuçları cinsiyete göre karşılaştırıldığında; erkeklerin ortalaması % 14,42 kadınların ortalaması % 16,10 olarak gözlenmiştir. Aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ($p>0,05$).

Tablo 14. Bireylerin Yaş dağılımına Göre İşitme Cihazlı Sonuçları

	N	Ortalama(%)	p değeri
20-30	8	11,75	,422
30-50	8	15,50	
50 ve üstü	13	16,69	

Araştırmaya katılan 29 kişiden işitme cihazlı anlaşılabilirlik sonuçları yaşa göre karşılaştırıldığında; 20-30 yaş arası % 11,75, 30-50 yaş arası % 15,50 ve 50 yaş üstü % 16,69 bulunmuştur. İstatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ($p>0,05$).

Tablo 15. Bireylerin Cinsiyete Göre İşitme Cihazsız Anlaşılabilirlik Sonuçları

	Cinsiyet	Ortalama(%)	p değeri
İşitme Cihazsız Anlaşılabilirlik Sonuç (dB)	Erkek	12,97	,077
	Kadın	18,85	

Araştırmaya katılan 29 kişiden işitme cihazsız anlaşılabilirlik sonuçları cinsiyete göre karşılaştırıldığında; erkeklerin ortalaması % 12,97 kadınların ortalaması % 18,85 olarak bulunmuştur. İstatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ($p>0,05$).

Tablo 16. Bireylerin Yaş dağılımına Göre İşitme Cihazsız Anlaşılabilirlik Sonuçları.

	N	Ortalama(%)	p değeri
20-30	8	12,69	,664
30-50	8	16,00	
50 ve üstü	13	15,81	

Araştırmaya katılan 29 kişiden işitme cihazsız anlaşılabilirlik sonuçları yaşa göre karşılaştırıldığında; 20-30 yaş arası 12,69, 30-50 yaş arası 16 ve 50 yaş üstü 15,81 olarak bulunmuştur. Aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur ($p>0,05$).

Tablo 17. Bireylerin İşitme cihazlı ve cihazsız Anlaşılabilirlik Sonuçları

	N	Ortalama(%)	p değeri
İşitme Cihazlı Sonuç (dB)	29	9,63	,000
İşitme Cihazsız Sonuç (dB)	29	14,76	

Araştırmaya katılan 29 kişiden işitme cihazlı ve cihazsız anlaşılabilirlik sonuçları işitme cihazlı sonuç % 9,63, işitme cihazsız sonuç % 14,76 olarak bulunmuştur. Aralarında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0,05$).

5. TARTIŞMA

Gürültü; tüm frekans bandlarındaki seslerin karışımı olarak ortaya çıkmakta ve istenmeyen sesler olarak tanımlanmaktadır. Gürültülü ortamlarda iç kulaktaki ve 8. sinirin fonksiyonel ve fiziksel bütünlüğü gürültüde konuşma anlaşılabilirliğinin artmasına izin verir. İşitme kayıplı hastalarda patolojinin başlangıçta özellikle dış tüylü hücreleri etkilemesi sebebiyle bu bireylerin konuşma anlaşılabilirliği bozulabilmektedir. Aynı zamanda 8. sinirin koklear dalındaki bir patolojide veya sinirlerdeki nöral kayıplarda bu anlaşılabilirlik bozulabilmektedir. Son zamanlarda yapılan çalışmalarda, konuşma anlaşılabilirliğini değerlendirmek için kelimedenden daha çok cümle testlerinin kullanılması önerilmektedir.

Türkçe Matris Testi de günlük konuşmaların daha doğru bir biçimde işitme kayıplı bireylerde anlama problemini değerlendirmek için kullanılır. Türkçe Matris Testi ile işitme cihazı performansının farklı işitme cihazları kullanıldığında ortaya çıkan gürültülü ortamlardaki anlama farklarını daha gerçekçi gözleme yapma imkanı yakalanır.

Türkçe Matris Testi için mevcut olan konuşma odyometrik testlere yeni bir cümle tanıma testi eklemektedir. Aynı yapıdaki hali hazırda var olan testlerdeki prensiplere göre geliştirilmiştir (Wagener ve arkadaşları, 1999a,b,c, 2003; Jansen ve arkadaşları, 2012, Hochmuth ve arkadaşları, 2012, Dietz ve arkadaşları, 2014). Gürültüde bu konuşma tanıma testi hastanın sesli bir ortamdaki iletişim yeteneğini değerlendirmek için kullanılabilir. Hassasiyet kaybından bağımsız olan işitme kayıplarından dolayı ortaya çıkan işitme sisteminde meydana gelen eşik üstü bozulmaların değerlendirilmesinde de kullanılabilir. Türkçe Hearing in Noise Test(HINT) in aksine (Cekic & Sennaroglu, 2008), Türkçe Matris Testi düşük ölçüde semantik (anlamsal) içerik göstermektedir ki bu da testi araştırma ve rehabilitasyon uygulamaları gibi sık sık yeniden test uygulamalarının gerektiği durumlar için daha uygun hale getirmektedir.

Kayıtlarda kesilen kelimelerin dizilmesi ile oluşturulan sentaktik açıdan aynı cümlelerin kullanmasına rağmen, ana tümce testi cümle içerisinde arka arkaya kullanılan kelimeler arasında eş söyleyişin korunmasına bağlı olarak yüksek derecede doğallık göstermektedir; bu prosedür Wagener ve meslektaşları (1999)

tarafından ortaya atılmıştır. Konuşulan cümlelerin doğallığı aynı zamanda optimizasyon sırasında konuşma materyallerinin seviye ayarlamalarının kısıtlanması ile korunmuştur (Hochmuth ve ark, 2012). Bu kısıtlama testin uygulanacağı dilin anadili olduğu dinleyiciler tarafından konuşulan cümlenin doğallığını bozmayacak şekilde ayarlanmaktadır;

Bu çalışmanın amacı; yaşla birlikte ortaya çıkan hafif ve orta derece sensorinöral işitme kayıplı hastalarda gürültüde Türkçe Matris Testi kullanılarak işitme cihazı kullanmadan ve 3 ay kullanımından sonra konuşma anlaşılabilirlik düzeyinin sinyal gürültü oranına bağlı değişimini değerlendirmektir.

Bu çalışmadaki cinsiyet dağılımına baktığımızda, erkek-kız arasında işitme cihazı kullanmadan önce ve sonra sinyal gürültü oranı ve konuşma anlaşılabilirliği arasında bir ilişki bulunamamıştır. Litaratürde bu konu üzerine yapılan çalışma bulunmamaktadır.

Çalışmaya katılan işitme cihazlı ve cihazsız sonuçları işitme cihazlı sinyal gürültü oranı (SNR) 10,00 dB, işitme cihazsız sinyal gürültü oranı (SNR) 13,64 dB olarak bulunmuştur. İstatiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmiştir. Litaratürde bu konu üzerine yapılan çalışma bulunmamaktadır.

Çalışmaya katılan bireylerin cinsiyete göre işitme cihazlı sonuçları karşılaştırıldığında; erkeklerin ortalaması 15,28 dB SNR, kadınların ortalaması 13,10 dB SNR olarak bulunmuştur. Litaratürde bu konu üzerine yapılan çalışma bulunmamaktadır.

Çalışmaya katılan bireylerin işitme cihazlı sonuçları yaşa göre karşılaştırıldığında; 20-30 yaş arası ortalama 11,57 dB SNR, 30-50 yaş arası 10,19 dB SNR, 50 yaş üstü 18,73 dB SNR olarak gözlenmiştir. Litaratürde bu konu üzerine yapılan çalışma bulunmamaktadır.

Çalışmaya katılan bireylerin işitme cihazsız sonuçları cinsiyete göre karşılaştırıldığında; erkeklerin ortalaması 15,19 dB SNR, çıkarken kadınların ortalaması 10,80 dB SNR çıkmaktadır. Litaratürde bu konu üzerine yapılan çalışma bulunmamaktadır..

Çalışmaya katılan bireylerin işitme cihazsız sonuçları yaşa göre karşılaştırıldığında; 20-30 yaş arası 11,71 dB SNR, 30-50 yaş arası 13,75 dB SNR ve 50 yaş üstü 14,45 dB SNR olarak bulunmuştur. Litaratürde bu konu üzerine yapılan çalışma bulunmamaktadır..

Çalışmaya katılan bireylerin işitme cihazlı anlaşılabilirlik sonuçları cinsiyete göre karşılaştırıldığında; erkeklerin ortalaması % 14,42 kadınların ortalaması % 16,10 olarak gözlenmiştir. Litaratürde bu konu üzerine yapılan çalışma bulunmamaktadır..

Çalışmaya katılan bireylerin işitme cihazlı anlaşılabilirlik sonuçları yaşa göre karşılaştırıldığında; 20-30 yaş arası % 11,75, 30-50 yaş arası % 15,50 ve 50 yaş üstü % 16,69 bulunmuştur. Litaratürde bu konu üzerine yapılan çalışma bulunmamaktadır.

Çalışmaya katılan bireylerin işitme cihazsız anlaşılabilirlik sonuçları cinsiyete göre karşılaştırıldığında; erkekler % 12,97 kadınların ortalaması % 18,85 olarak bulunmuştur. Litaratürde bu konu üzerine yapılan çalışma bulunmamaktadır..

Çalışmaya katılan bireylerin işitme cihazsız anlaşılabilirlik sonuçları yaşa göre karşılaştırıldığında; 20-30 yaş arası % 12,69, 30-50 yaş arası % 16 ve 50 yaş üstü % 15,81 olarak bulunmuştur. Litaratürde bu konu üzerine yapılan çalışma bulunmamaktadır.

Çalışmaya katılan bireylerin işitme cihazlı ve cihazsız anlaşılabilirlik sonuçları işitme cihazlı sonuç % 9,63, işitme cihazsız sonuç % 14,76 olarak bulunmuştur. Litaratürde bu konu üzerine yapılan çalışma bulunmamaktadır.

Çalışmaya katılan bireylerin işitme cihazlı Türkçe Matris Test skorlarının işitme cihazsız skorlarına göre anlamlı bulunması sebebiyle bireylerin cihaz kullanımından fayda sağladığının bir göstergesidir. Aynı zamanda bireylerin cihaz kullanımı sonucunda konuşma anlaşılabilirliklerinin anlamsız çıkmasına rağmen cihaz kullanımından sonra anlaşılabilirlik yüzdesinde gelişme olduğu bu çalışma sırasında gözlenmiştir.

Sonuç olarak, işitme cihazı kullanımının hastaların konuşma anlaşılabilirliklerinin ve sinyal gürültü oranını geliştirdiği gözlenmiştir. Sinyal gürültü oranı bireylerin konuşma anlaşılabilirliği açısından önemli bir kriterdir. Bu çalışmamızda cinsiyet göre cihazlı ve cihazsız sonuçlarının anlamlı bulunmaması bireylerin yetersiz sayıda olmasından kaynaklanmaktadır. Yaşa göre işitme cihazlı ve işitme cihazsız sonuçların anlamlı bulunması ise işitme cihazı kullanan bireylerin yaş artışına bağlı işitme cihazını kullanımının olumlu yönde etkilerinin olduğunu göstermektedir. Gelecekteki çalışmalarda daha fazla hasta sayısı ile ve daha çok hastalık grubu ile bu çalışmanın yapılması bireylere uygulanacak rehabilitasyon açısından önemli olmaktadır.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Türkçe Matris Testi ilk defa AB projeleri HearCom ve Hurdig 'de (Kollmeier ve arkadaşları, 2015) uygulanan prensiplere göre geliştirilmiş ve diller arasında karşılaştırılabilir odyometrik konuşma testlerinin oluşturulması için Uluslararası Rehabilitatif Odyoloji Cemiyeti (ICRA, Akeryord ve arkadaşları, 2015) önerilerine göre düzenlenmiştir.

Türkçe Matris Testi ile bireylerin işitme cihazlı ve işitme cihazsız sonuçları karşılaştırıldığında; işitme cihazlı sinyal gürültü oranı (SNR) 10,00 dB, işitme cihazsız sinyal gürültü oranı (SNR) 13,64 dB olarak bulunmuştur. İstatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmiştir.

1. Bireylerin cinsiyete göre işitme cihazlı sonuçları erkeklerin ortalaması 15,28 dB SNR, kadınların ortalaması 13,10 dB SNR olarak bulunmuştur.
2. Bireylerin yaş dağılımına göre işitme cihazlı sonuçlarına bakıldığında 20-30 yaş arası ortalama 11,57 dB SNR, 30-50 yaş arası 10,19 dB SNR, 50 yaş üstü 18,73 dB SNR olarak gözlenmiştir. İstatistiksel olarak aralarında anlamlı bir fark gözlenmiştir.
3. Burada raporlanan değerlendirme ölçümlerinde yer alan hafif/orta işitme kayıplı düzeyine 29 kişilik sınırlı sayıdaki dinleyici için, oldukça önemli derecedeki korelasyon sessizlikte konuşmayı alma eşiği (SRT) ve ortalama odyogram arasındaki yakın ilişkiyi doğrulamıştır. Literatürden beklendiği gibi (ör. Plomp, 1978; Kollmeier, 1998), sessizlikteki konuşmayı alma eşiği (SRT) ve gürültüdeki konuşmayı alma eşiği (SRT) arasındaki görece zayıf bir ilişki söz konusudur ve gürültüde konuşma tanıma testlerinin bir bireyi işitsel faktör olarak değerlendirdiği yani odyogramdan bağımsız olduğu tezini desteklemektedir.

Özet olarak, Türkçe Matris Testi gelecek vaat eden Türkçe için makul özellikler barındıran seste cümle tanıma testidir. Elde edilen bulguların farklı konfigürasyona sahip işitme kaybı olan dinleyiciler için de genellenebilir olup olmadığını belirlemek için gelecek çalışmaların yapılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

1. Belgin, E. İşitme Sisteminde akustik Prensipler (2.bölüm) “Temel Odyoloji” Kitabı, Editör: Prof. Dr. Erol Belgin, Yardımcı Editör: Doç. Dr. A. Sanem Şahlı, Güneş Tıp Kitapevleri, 2014.
2. Van Ligtenberg, C.I. Wanink A. Basic Audiology, 6th Edition, 1982.
3. Yost, W.A. Fundamental of hearing. 4th Edition, San Diego: Academic Press, 2000. 2000).
4. Dallos, P. The Auditory periphery: Biophysics and physiology, Academic pres, New York,1973.
5. Yüksel, M; Gumus N:M “ Akustik Fizik(2. Bölüm) Odyolojide Temel Kavramlar ve Yaklaşımlar Kitabı Editör: Prof. Dr. Mehmet GÜNDÜZ, Yardımcı Editör: Doç. Dr. A. Hayriye KARABULUT, Nobel Tıp Kitapevleri, 2015
6. Carhart, R., Jerger, JF. Preferred method for clinical determination of pure-tone thresholds. Journal of Speech and hearing Disorders, 24 (4): 330-345, 1959.
7. Cooper, J.,Lightfoot, G.A. Modified pure tone audiometry technique for medico-legal assessment. British Journal of Audiology, 34 (1): 37-46, 2000.
8. Purdy, S., Williams, W. Guideline for diagnosing occupational noise-induced hearing loss, Part 3: Audiometric standarts, Purdy & Williams: Guidelines for audiometry for diagnosis of NIHL, November 2012.
9. Mc Grath, A.P. Pure Tone Audiometry, Erişim tarihi: 15.01.2015, web adresi: <http://www.womenandinfants.org/services/upload/pure-tone-audiometry.pdf>
10. Hood, J.D. Theprinciples and practice of bone conduction audiometry. Laryngoscope, 70: 1211-1228, 1960
11. Stach BA. Clinical Audilogy An Introduction. Second Edition. Delmar, 2010.
12. Ryan AF and Dallos P, The Physiology of the Cochlea. In Northern J, editors. Hearing Disorders. 3 rd ed. Boston: Allyn and Bacon; 1996; 15-31.
13. Rappaport JM, Provencal C. Hearing Loss In: Katz J, editor. Handbook of Clinical Audiology Baltimore, USA: Lippicott Williams &Wilkins; 2002; 19-26.

14. Akyıldız AN, Kulak Hastalıkları ve Mikrocerrahisi-I. Ankara, Bilimsel Tıp Yayınevi;2002.
15. Roeser RJ, Valente M, Dunn HH. Audiology Diagnosis New York: Thieme; 2000.
16. Stach BA. Clinical Audiology: An Introduction. San Diego, ABD, Singular Pub; 1998.
17. Martin FN. Pseudohypacusis. In Katz J. (ed) Hand Book of Clinical Audiology. Baltimore ABD: Lippicott Williams & Wilkins: 584-594 2000.
18. Katz J, Hand Book of Clinical Audiology. Baltimore ABD: Lippicott Williams & Wilkins; 2000.
19. Carhart R, Porter LS. Audiometric Configuration and Prediction of Threshold for Spondees. J Speech Hear Res. 1971 14 (3): 486- 495.
20. Belgin E, İşitme Fizyolojisi. Koç C. editör. Kulak Burun Boğaz Hastalıkları ve Baş-Boyun Cerrahisi. 1. baskı. Ankara, Güneş Kitabevi; 1994; 63-71.
21. Lee KJ, Essential Otolaryngology. 8 ed. ABD; 2003.
22. Lee KJ, Essential Otolaryngology. 8 ed. ABD; 2003.
23. Rappaport JM, Provençal C. Hearing Loss In: Katz J, editor. Handbook of Clinical audiology Baltimore, USA: Lippicott Williams & Wilkins; 2002; 19-26.
24. Volanthen A, Hearing Instrument Technology. NY. 1995.
25. Dillon H. Hearing Aid Components in Hearing Aids. Australia: Boomerang Pres, 2001; 18-47.
26. Mynders JM. How Hearing Aids Work, Chapter 5. In Hearing Aids: A Manual For Clinicians. editor. Goldeberg RA, Philadelphia: Lippincot-Raven Publishers; 1996.
27. Sandlin RE, Hearing Instrument Science and Fitting Practise. Livonia: M. I. National Institute of Hearing Instruments Studies, 1985.
28. Green R, Day S, Comparison ve Evaluation A Four Ahearing Aid Selection Procedures. I-Speech Discrimination Measures Of Benefit, Brit. J. Of Audiology 1989; 185-199.

29. Griffing TS, Heide J. Automatic Signal Processor Aids. *Hearing Instruments*, 36. 1983.
30. Stabb WJ, Hearing Aid Selection: An Overview: In Sandlin RE, editor. *Textbook of Hearing Aid Amplification*. Sec Ed. San Diego: Singular Pub; 2000.
31. Staab WJ, and Finlay B. A Fitting Rationale for Deep Canal Hearing Instruments, *Hearing Instruments* 1991; 42 (6): 10-50.
32. Berger KW. *The Hearing Aid-Its operation and development*. Livonia: MI: National Hearing Aid Society. Grune & Stratton; 1986.
33. Şerbetçioğlu B, Kırkım G. Etkin İşitme Cihazı Uygulaması, 28. Türk Ulusal Otolarengoloji ve Baş Boyun Cerrahisi Kongresi Sunumu. Öz F (ed), Mayıs 2005 Antalya.
34. Cudahy E, Levitt H. Dijital Hearing Aids: A Historical Perspective. In Sandlin, RE. editor. *Understanding Digitally Programmable Hearing Aids*. Boston: Allyn and Bacon, 1994; 1-13.
35. Ataş A. Dijital ve Dijital Olarak Programlanabilen İşitme Cihazları, Koç C. editör. *Kulak Burun Boğaz Hastalıkları ve Baş-Boyun Cerrahisi*. 1. baskı Ankara: Güneş Kitabevi; 1994; 393-402
36. Robertson PA. Guide to NOAH compatible programmable fitting software. *Hear Rev* 1996.
37. Dillon H, Compression in Hearing Aids. In Sandlin RE, editor. *Handbook of Hearing Aid Amplification*. Theoretical and Technical Considerations. College-Hill Pres, 1988; 121-146.
38. Newman CW, Sandridge SA. Benefit from, Satisfaction with, and Cost-Effectiveness of Three Different Hearing Aid Technologies. *AJA*. 1998.
39. Holube I, Velde TM. DSP Hearing Instruments In Sandlin RE, *Textbook Of Hearing Aid Amplification*. Sec. Ed. San Diego: Singular Pub. 2000.
40. Mackersie CL, Boothroyd A, Minniear D. Evaluation of the Computer-Assisted Speech Perception Assessment Test (CASPA). *J Am Acad Audiol*, 2001; 12: 390-396.
41. Carhart R. Problems in the measurement of speech discrimination. *Arch Otolaryngol*.1965; 82 (3): 253-260. 58

42. Abdulhaq NMA. Speech Perception Test for Jordanian Arabic Speaking Children. USA, University of Florida, The Degree of Doctor of Philosophy, 2006; 1-78.
43. Stach BA. Clinical Audiology: An Introduction. London, Singular Publishing Group Inc, 1998; 229-248.
44. Jerger J, Hayes D. Diagnostic speech audiometry. Arch. Otolaryngol, 1977; 103 (4):216-222.
45. Çekiç Ş. Gürültüde Konuşmayı Anlama Testi. Ankara, Hacettepe Üniversitesi, Bilim Uzmanlığı Tezi, 2006;1-53.
46. Nilsson M, Soli SD, Sullivan JA. Development of the hearing in noise test for the measurement of speech reception thresholds in quiet and in noise. Journal of Acoustical Society of America, 1994; 95(2):1085-1099.
47. Loven FC, Hawkins DB. Interlist Equivalency of the CID W-22 Word lists presented in quiet and in noise. Ear & Hear. 1983; 4 (2): 91-97.
48. Beattie RC, Edgerton BJ, Svihovec DV. A comparison of the audiotape of St. Louis cassette recordings of NU-6 and CID W-22 on a normal-hearing population. J Speech Lang Hear Res, 1977; 42 (1): 60-64.
49. Mullennix JW, Pisoni DB, Martin CS. Some effects of talker variability on spoken Word recognition. J Acoust Soc Am. January 1989; 85 (1): 365-378.
50. Kent RD, Wiley TL, Strennen ML. Consonant discrimination as a function of presentation level. Audiology, 1979; 18: 212-224.
51. Yacullo WS. Clinical Masking Procedures. Boston, Allyn & Bacon, 1996; 1-322.
52. Kılıç MA, Ögüt F. The effect of the speaker gender on speech intelligibility in normalhearing subjects with simulated high frequency hearing loss. Laryngol Otol Rhinol, 2004; 125 (1): 35-38
53. Bochner JH, Garrison WM, Susman JE, Burkard RF. Development of materials for the clinical assessment of speech recognition: The speech sound pattern discrimination test. J Speech Lang Hear Res, 2003; 46 (4): 889-900.
54. Akşit M. Konuşmayı Ayırt Etme Testi İçin İzofonik Tek Heceli Kelime Listelerinin Oluşturulması. İstanbul, Marmara Üniversitesi, Bilim Uzmanlığı Tezi, 1994; 1-46.

55. The Speech Banana (n.d.). *Listening and Spoken Language Knowledge Center*. Retrieved September 9, 2015 from <http://www.listeningandspokenlanguage.org/SpeechBanana/>
56. Katz j., Medwetsky L., Burkard R., Hood L., 2002. Handbook of Clinical Audiology. 96-110
57. Akşit M.A., 1994. Konuşmayı Ayırt etme Testi İçin İzofonik Tek Heceli Kelime Listelerinin Oluşturulması, Yüksek Lisans Tezi. M.Ü.
58. Gasaway, D.C. (1985) *Hearing Conservation, A Practical Manual And Guide*, Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, NJ.
59. Ong, W.J (1982) *Oraliyy&Literacy, The Technologizing Of The World*, Routledge, New York, N.Y
60. Public Health Service. *Healthy People 2000: National Health Promotion and Disease Prevention Objectives*; DHHS Publication No. (PHS) 90-50212; US Government Printing Office: Washington, DC, USA, 1990.
61. Olsen. W.O., Carhart. R, Development Of Test Procedures For Evaluation Of Binaural Hearing Aids. *Bull Prosthet Res.* 10(7):22-49, 1967
62. Kochkin, S, (2002). MarkeTrack VI: Consumers rate improvements sought in hearing instruments: What do hearing instrument users want from us and our products. *The Hearing Review.* 9(1 I), 18-20. 22
63. Cox, R.M., Gray, G.A. & Alexander, G.C. 2001. Evaluation of a revised speech in noise (RSIN) test. *J Am Acad Audiol*, 12, 423_/432
64. Strom, K. E. (2006). TheHR2006 Dispensing Survey. *Hearing Review*, 13, 16–39
65. Dirks DD, Morgan DE, Dubno JR.A. procedure for quantifying the effects of noise on speech recognition. *Journal Speech Hear Disord.* 1982 May;47(2):114-23.
66. Carhart R, Tillman TW. Interaction of competing speech signals with hearing losses. *Arch Otolaryngol.* 1970 Mar;91(3):273-9
67. Plomp, R. 1977. Acoustical aspects of cocktail parties. *Acustica*, 38, 186_/191.
68. Gatehouse, S. & Noble, W. 2004. The speech, spatial and qualities of hearing scale (SSQ). *Int J Audiol*, 43, 85_/99.

69. Moller AR. Hearing Its Physiology and Pathophysiology. USA:Academic Press; 2000
70. Karasalihoğlu AR: Kulak Burun Boğaz Hastalıkları ve Baş-Boyun Cerrahisi (2.baskı). Ankara. Güneş Kitabevi, 1992: 3-16, 93-97.
71. Akyıldız AN. Kulak Hastalıkları ve Mikrocerrahisi. Cilt 1, Ankara: Bilimsel Tıp Yayınevi, 1998: 29-61, 77-102, 143-197.
72. Taş A. İşitme Kaybı İçin Yüksek Riskli Yeni Doğanlarda Beyin Sapı Uyarılı Cevap Odyometrisi (BERA) ve Transient Otoakustik Emisyon (TEOAE)'nun Karşılaştırılması. Uzmanlık Tezi. Edirne: Trakya Üniversitesi; 1999
73. Hall, J.W.III. (2000). Otoacoustic Emissions: Then and Now. "Handbook of Otoacoustic Emissions" (Ed. J.W.III. Hall)'de, Singular Publishing Group, Canada, 2-28.
74. Hood, L.J., Berlin, C.I., Hurley, A., Cecola, P., Bell, B. (1996). Contralateral suppression of transient-evoked otoacoustic emissions in humans. Hearing Research, 101, 113-8.
75. Hood, L.J. (1999). A review of objective methods of evaluating auditory neural pathways. Laryngoscope, 109, 1745-8.
76. Moore, B.C.J. (1989). "An Introduction to the Psychology of Hearing". Academic Press, London.
77. Seikel, A.J., King, D.W., Drumright, D.G. (1997). "Anatomy and Physiology for Speech, Language and Hearing". Singular Publishing Group, London.
78. Robert, M., McMahon, C. (2004). Auditory Physiology and Psychoacoustics, Department of Linguistics, Macquarie University. Erişim: [www.ling.mq.edu.au/~rmannell/sph307/]. Erişim Tarihi: 27 Ocak 2004.
79. Roeser, R.J., Valente, M., Hosford-Dunn, H. (2000). Diagnostic Procedures in the Profession of Audiology, "Audiology Diagnosis" (Ed. Roeser R.J., Valente M., Hosford-Dunn H.)'de, Thieme, New York.
80. Sahley, T.L., Nodar, R.H., Musiek, F.E. (1997). Structure and Function, "Efferent Auditory System". Singular Publishing Group, San Diego.
81. Sinex, D.G. (2002). Central Auditory System Anatomy. Department of Speech and Hearing Science, Arizona State Universty. Erişim: [www.asu.edu/clas/shs/sinex/shs311/4-brain/anatomy.htm]. Erişim Tarihi: 7 Ekim 2003.

82. Brownell, W.E., Charles, R.B., Bertrand, D., de Ribaupierre, Y. (1985). Evoked mechanical responses of isolated cochlear outer hair cells. *Science*, 227, 194-6.
83. Aran, M-J., Pajor, A-M., de Sauvage, R.C., Erre, J-P. (2002). Role of the efferent medial olivocochlear system in contralateral masking and binaural interactions: an electrophysiological study in guinea pigs, *Audiology*, 39, 311-21.
84. Kemp, D.T. (2002). Otoacoustic emissions, their origin in cochlear function and use. *British Medical Bulletin*, 63, 223-41.
85. Hall, J.W.III. (2000). Distortion Product and Transient Evoked OAEs: Nonpathologic Factors Influencing Measurement. "Handbook of Otoacoustic Emissions" (Ed. J.W.III. Hall)'de, Singular Publishing Group, Canada, 204-216.
86. Fıfıloğlu, A., Katz, J. (1992). Understanding speech in noise: cerebral lateralization and role of corpus callosum. *Audiology in Europe Conference*, September 21-24, Cambridge, UK.
87. Philibert, B., Veuillet, E., Collet, L. (1998). Functional asymmetries of crossed and uncrossed medial olivocochlear efferent pathways in humans. *Neuroscience*, 253 (2), 99-102.
88. Melanie A. Zokoll, Dilek Fidan, Didem Türkyılmaz, Sabine Hochmuth, İcll Ergen, Gonca Sennaroğlu & Birger Kollmeier (2015). Development and evaluation of the Turkish matrix sentence test
89. HörTech , Türkçe Matris Testi, Güvenilir Gürültüde Konuşma Odyometrisi
90. Kollmeier B., Warzybok A., Hochmuth S., Zokoll M.A., Uslar V.N. et al. 2015. The multilingual matrix test: Principles, applications, and comparison across languages: A review. (accepted for publication in the *Int J Audiol*) Kornfilt J. 1997. Turkish. London and New York: Routledge.

EKLER

EK-1: Etik Kurul Kararı



TURGUT ÖZAL ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU KARAR ÖRNEĞİ

SAYI : 99950669/292

16.12.2015

KONU : Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Kararı

SAYIN YRD.DOÇ.DR. MESUT KAYA

Fakültemiz Klinik Araştırmalar Etik Kurulunun 16 Aralık 2015 tarih ve 2015/12 Sayılı toplantısında sunulan “Hafif ve Orta derece sensorinöral işitme kayıplarında Türkçe Matris Testi” kullanılarak konuşma anlaşılabilirlik düzeyinin işitme cihazlı ve işitme cihazsız sonuçlarının karşılaştırılması” 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. Binyamin IŞIK

Doç. Dr. Ayşe Esra YILMAZ

Doç. Dr. Özlem EVLİYAĞLU

Doç. Dr. Nurhayat 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

ÖZGEÇMİŞ

08 Ağustos 1982 tarihi, Ankara doğumluyum. İlk, Orta ve Liseyi Ankara da tamamladıktan sonra, Gaziantep Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İngilizce Fizik Mühendisliği bölümüne kaydoldum. Bu bölümden 2007 yılında mezun olduktan sonra, askerlik görevimi İstanbul Topkule 66. Mekanize Tugayında tamamladım. 2008-2009 yılları arasında Katar'da Kalite Kontrol Mühendisliği yaptım. 2010 yılından beri işitme cihazları sektöründe Türkiye'de işitme cihazı üretimi yapan özel bir şirkette çalışmaktayım. 2013 yılında özel öğrenci olarak, 2014 yılında da asil öğrenci olarak, Turgut Özal Üniversitesi Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimime başladım.

Özel ilgi alanlarım, işitme cihazları, odyolojik ekipmanlar, yazılım tabanlı algoritmalar ve stratejik süreç yönetimidir.

Yabancı dilim İngilizce olup, evli ve 2 çocuk babasıyım.

Ömer Yücel AYTAÇ