

**BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KULAK BURUN BOĞAZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI
ODYOLOĞİ TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**SENSORİNÖRAL TİP İŞİTME KAYBINDA FONEM BAZINDA
ŞİDDET ARTIŞININ KONUŞMAYI AYIRT ETME SKORLARI
ÜZERİNE ETKİŐİ**

HAZIRLAYAN

KÜBRA KÖMOĞLU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ANKARA-2022

**BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KULAK BURUN BOĞAZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI
ODYOLOJİ TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**SENSORİNÖRAL TİP İŞİTME KAYBINDA FONEM BAZINDA
ŞİDDET ARTIŞININ KONUŞMAYI AYIRT ETME SKORLARI
ÜZERİNE ETKİSİ**

**HAZIRLAYAN
KÜBRA KÖMOĞLU**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**TEZ DANIŞMANI
DOÇ. DR. ARZU TÜZÜNER**

ANKARA - 2022

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı Odyoloji Tezli Yüksek Lisans Programı çerçevesinde Kübra Kömoğlu tarafından hazırlanan bu çalışma, aşağıdaki jüri tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 1/04/2022

Tez Adı: Sensorinöral Tıp İşitme Kaybında Fonem Bazında Şiddet Artışının Konuşmayı Ayırt Etme Skorları Üzerine Etkisi

Tez Jüri Üyeleri (Unvanı, Adı - Soyadı, Kurumu)

İmza

ONAY

Enstitü Müdürü

Tarih: ... / ... /

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

Tarih: 16/03/2022

Öğrencinin Adı, Soyadı: Kübra Kömoğlu

Öğrencinin Numarası:21820335

Anabilim Dalı: Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı

Programı: Odyoloji Tezli Yüksek Lisans

Danışmanın Unvanı/Adı, Soyadı:

Tez Başlığı: Sensorinöral Tıp İşitme Kaybında Fonem Bazında Şiddet Artışının Konuşmayı Ayırt Etme Skorları Üzerine Etkisi

Yukarıda başlığı belirtilen Yüksek Lisans tez çalışmamın; Giriş, Ana Bölümler ve Sonuç Bölümünden oluşan, toplam 54 sayfalık kısmına ilişkin 16/03/2022 tarihinde tez danışmanım tarafından TURNİTİN adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı %19'dur. Uygulanan filtrelemeler:

1. Kaynakça hariç
2. Alıntılar hariç
3. Beş (5) kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

“Başkent Üniversitesi Enstitüleri Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Usul ve Esaslarını” inceledim ve bu uygulama esaslarında belirtilen azami benzerlik oranlarına tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Öğrenci İmzası:

ONAY

Tarih: / /

Öğrenci Danışmanı Unvan,Ad,Soyad,İmza

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim süresince ve tezimin her aşamasında bana her türlü desteği sağlayan, bilgi ve deneyimlerini benden esirgemeyen tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Arzu TÜZÜNER' e çok teşekkür ederim.

Yüksek lisans eğitimim boyunca bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım değerli hocalarım Sayın Prof. Dr. Levent ÖZLÜOĞLU' na, Sayın Prof. Dr. Selim ERBEK'e, Sayın Prof. Dr. Hatice Seyra ERBEK'e, Sayın Prof. Dr. Adnan Fuat BÜYÜKLÜ 'ye, Sayın Doç. Dr. Evren HIZAL' a, Sayın Yrd. Doç. Dr. Işıl ÖZ' e

Klinik deneyimlerini benimle paylaşan ve bu süreçte birlikte olmaktan mutluluk duyduğum Uzm. Ody. Özge KALE'ye, Uzm. Ody. Cevahir TURAY' a ve Ody. Zeynep GÖKBULUT' a

İdari işler ve yazışmalarda emeğini esirgemeyen ve her telefonuma sabırla cevap veren Fatoş KAYA' ya en içten dileklerimle teşekkür ediyorum.

Lisans eğitimim boyunca yan yana olduğumuz ve yollarımızın hiç ayrılmadığı, tecrübeleri ile bana destek olan dostlarım Aybüke KILIÇ' a ve Sebahat KOÇ' a

Yaşamım boyunca beni her zaman desteklemiş olan, en başta sevgileri dahil benden hiçbir şeyi esirgemeyen ve bu süreçte de sabırla yanımda olan biricik ailem, annem Melek KÖMOĞLU'na ve babam Dinçer KÖMOĞLU' na; aramızda mesafeler olsa da her zaman yan yana olduğumuzu hissettiğim minik kardeşim Büşra KÖMOĞLU' na sonsuz teşekkürler.

ÖZET

Kübra Kömoğlu, Sensorinöral tip işitme kaybında fonem bazında şiddet artışının konuşmayı ayırt etme skorları üzerine etkisi. Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı Odyoloji Tezli Yüksek Lisans Programı. Ankara, 2021

Amaç: Bu çalışmada amacımız sensorinöral tip işitme kaybı (SNİK) olan hastalarda konuşmayı ayırt etme skorlarında (KAS) daha iyi sonuçlar elde etmek ve hastaların konuşma anlaşılabilirliklerinin artmasını sağlamaktır.

Yöntem: Bu çalışma 2021 yılında Başkent Üniversitesi Hastanesi KBB Anabilim Dalı'na başvuran 18-80 yaş arası SNİK olan 80 birey ile gerçekleştirilmiştir. KBB kliniğine başvuran ve odyolojik değerlendirme sonrası bilateral hafif ve orta derecede sensorinöral tip işitme kaybı olan bireylere klinikte uygulanan rutin konuşmayı ayırt etme testi yapılmış ve skorları belirlenmiştir. Sonrasında ses stüdyosunda kayıt alınan kelimelerin yalın halleri (1. versiyon) 1.ölçüm olarak ve fonemlerinin şiddetlerinin arttırıldığı halleri (2. versiyon) 2. ölçüm olarak hastalara dinletilmiştir. 1. KAS ve 2. KAS belirlenmiştir.

Bulgular: Çalışma 80 kişinin katılımı ile gerçekleştirilmiştir. Katılımcıların 49'u (%61,3) kadın, 31'i (%38,8) erkektir. İşitme kaybı orta derece olan olan 31, hafif derece olan 49 birey çalışmaya dahil edilmiştir. Sağ KAS 1.ölçüm ($48,60 \pm 23,24$) sağ KAS 2. ölçüm skorlarına ($37,08 \pm 23,73$) göre daha yüksek gözlenirse de ilgili farkın istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olmadığı gözlenmiştir ($p=0,610$). Benzer olarak sol kulakta da 1.ve 2. ölçüm skorları farkının da istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olmadığı görülmüştür ($p=0,822$).

Sonuç: Çalışmanın sonucunda beklentimiz 2. ölçümlerde anlaşılabilirliğin artacağı yönündeydi. Fakat bu yönde bir artış olmadı ve 2. ölçüm sonucu KAS düşmüştür. Kayıt esnasında kullanılan teknik geliştirilerek daha iyi sonuçlara ulaşılabilir. Hastaların konuşma anlaşılabilirliğine yönelik işitme cihazı teknolojilerinde kullanılabilecek sistemler geliştirilebilir. Bunun için daha kapsamlı ve detaylı çalışmalara ihtiyaç olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Sensorinöral İşitme Kaybı, Konuşmayı Ayırt Etme Testi, Konuşma Odyometrisi

ABSTRACT

Kübra Kömoğlu, Impact Of Increased Phonem Intensity With Sensorineural Hearing Loss Patients On Speech Discrimination Score. Baskent University, Institute of Health Sciences Department M. Sc. Thesis in Audiology. Ankara, 2021

Objective: In this study, our aim is to achieve better results in speech discrimination scores (SD) and to increase speech discrimination in patients with sensorineural hearing loss (SNHL).

Methods: This study was carried out with 80 individuals with SNHL between the ages of 18-80 who applied to Başkent University Hospital ENT Department in 2021. The routine speech discrimination test applied in the clinic was performed on individuals with bilateral sensorineural type mild and moderate hearing loss who applied to the ENT clinic and after the audiological evaluation, and their scores were determined. Afterwards, the plain forms of the words recorded in the sound studio (1st version) were listened to as the 1st measurement, and the phonemes with increased intensities (2nd version) were listened to the patients as the 2nd measurement. 1st SD and 2nd SD were determined.

Results: The study was carried out with 80 individuals. 49 (61.3%) of the participants were female and 31 (38.8%) were male. 31 individuals with moderate hearing loss and 49 individuals with mild hearing loss were included in the study. Although right SD 1st measurement (48.60 ± 23.24) was higher than right SD 2nd measurement scores (37.08 ± 23.73), it was observed that the relevant difference was not statistically significant ($p=0.610$). Similarly, the difference in the 1st and 2nd measurement scores in the left ear was not statistically significant ($p=0.822$).

Conclusion: As a result of study, our expectation was that the intelligibility of speech would increase in the 2nd measurements. However, there was no increase in this direction and SD decreased as a result of the 2nd measurements. Better results can be achieved by improving the technique used during recording. Systems that can be used in hearing aid technologies for speech intelligibility of patients can be developed. For this, it has been seen that more comprehensive and detailed studies are needed.

Keywords: Sensorineural Hearing Loss, Speech Discrimination Test, Speech Audiometry

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
TABLOLAR LİSTESİ.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	viii
1.GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2.GENELBİLGİLER.....	3
2.1.İşitme.....	3
2.1.1.İşitme anatomi ve fizyolojisi.....	4
2.1.1.a.Dış kulak.....	4
2.1.1.b.Orta kulak.....	4
2.1.1.c.İç kulak.....	5
2.1.1.d. Santral yollar.....	6
2.1.2.İşitme kaybı ve sınıflandırması.....	7
2.1.2.a.İletim tip işitme kaybı.....	9
2.1.2.b.Sensorinöral tip işitme kaybı.....	9
2.1.2.c. Mikst tip işitme kaybı.....	11
2.1.2.d.Santral tip işitme kaybı.....	11
2.1.2.e.Fonksiyonel (organik olmayan) işitme kayıpları.....	11
2.2.Odyometrik Değerlendirme.....	12

2.2.1.Saf ses odyometrisi.....	12
2.2.2.Konuşma odyometrisi.....	13
2.2.2.a.Konuşma odyometrisinin tarihçesi.....	13
2.2.2.b.Konuşma odyometrisi testleri.....	15
2.2.2.c.Konuşma test listeleri.....	16
2.3.İşitme Kaybının Konuşmayı Anlamaya Etkisi.....	19
3.GEREÇVE YÖNTEM.....	23
3.1.Bireyler.....	23
3.2.Odyolojik Değerlendirme.....	23
3.3.Konuşma Anlaşılrlığının Değerlendirilmesi.....	24
3.3.1.Kelime listelerinin oluşturulması.....	24
3.3.2.Kelime listelerinin sunumu.....	27
3.4.İstatistiksel Yöntem.....	27
4.BULGULAR.....	29
4.1.DemografikVeriler.....	29
4.2.Test Sonucu Bulguları.....	30
5.TARTIŞMA.....	38
6.SONUÇ VE ÖNERİLER.....	44
KAYNAKLAR	46

TABLÖLAR LİSTESİ

Sayfa

Tablo 1. Yetişkinlerde işitme kaybının derecelendirilmesi.....	8
Tablo 2. Çeşitli yazarlara göre işitme kaybının derecelendirilmesi.....	8
Tablo 3. Konuşmayı tanıma yüzdesi ile iletişimsel beceri ilişkisi.....	16
Tablo 4. Fonetik sınıfların akustik özellikleri.....	21
Tablo 5. Kelime listesi (1).....	24
Tablo 6. Kelime listesi(2).....	24
Tablo 7. Kelime listesi (3).....	25
Tablo 8. /Çaç/ sözcüğü yoğunluk (dB) değerleri.....	25
Tablo 9. Katılımcıların genel özelliklerinin dağılımı.....	29
Tablo 10. Birinci ve ikinci KAS ölçümleri ve arasındaki farklar.....	30
Tablo 11. İşitme kaybı gruplarının parametrelerinin ilk ve ikinci ölçüm düzeylerinin grup içi ve gruplar arasında karşılaştırılması.....	31
Tablo 12. Cinsiyete göre 1. ve 2. ölçüm düzeylerinin sağ ve sol kulak için karşılaştırılması (cinsiyet değişkenlerinin parametrelerinin ilk ve ikinci ölçüm düzeylerinin grup içi ve gruplar arasında karşılaştırılması).....	32
Tablo 13. Ölçüm farklarının (1. ve 2. ölçüm) cinsiyet ve işitme kaybı düzeylerinde incelenmesi.....	33
Tablo 14. Gardner'in yüksek frekanslı ünsüz ayırt etme testinin sözcük listeleri.....	39
Tablo 15. Pascoe 'nin yüksek frekanslı kelime listesi.....	39
Tablo 16. Hacettepe Frekansa Spesifik Konuşmayı Ayırt Etme Testi'nde yer alan listelerin frekans aralıkları, ortalamaları, standart sapmaları	40

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1. İnsan kulağının anatomik yapısı.....	4
Şekil 2. Orta kulağın direnç eşleştirme faktörleri.....	5
Şekil 3. (A) Koklea ve (B) korti organı anatomileri.....	6
Şekil 4. Santral işitsel yollar.....	7
Şekil 5. İnsan baziler membranın şematik temsili.....	20
Şekil 6.“çaç” kelimesi ilk /ç/ sesbirimi.....	26
Şekil 7./a/ ses birimi.....	26
Şekil 8.“çaç” kelimesi son /ç/ ses birimi.....	27
Şekil 9. Sağ KAS değerlerinin hafif ve orta işitme kaybı gruplarında bar grafikleri.....	34
Şekil 10. Sol KAS değerlerinin hafif ve orta derece işitme kaybı gruplarında bar grafikleri.....	35
Şekil 11. Yaş gruplarına göre hastaların rutin uygulanan KAS (ilk) değerlerinin ortalamaları.....	36
Şekil 12. Yaş gruplarına göre hastaların 1. ölçüm KAS değerlerinin sağ ve sol kulak için ortalamaları.....	36
Şekil 13. Yaş gruplarına göre hastaların 2. ölçüm KAS değerlerinin sağ ve sol kulak için ortalamaları.....	37
Şekil 14. Yaş gruplarına göre 160 kulağın ilk, 1. ve 2. ölçüm KAS değerlerinin ortalamaları.....	37

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

dB	desiBel
Hz	hertz
ICA	Industrial Acoustic Company
KAE	konuşmayı alma eşiği
KAS	konuşmayı ayırt etme skoru
kHz	kiloHertz
KFE	konuşmayı fark etme eşiği
LSO	Lateral Superior Olive
MCL	most comfortable level
MSO	Medial Superior Olive
SSO	saf ses ortalaması
SNİK	sensorinöral tip işitme kaybı
SOK	superior oliver kompleks
SPL	sound pressure level

1. GİRİŞ VE AMAÇ

İşitme, anlamlı çevresel sesleri fark etmeyi, sesin kaynağını ve yerini tanımlamayı ve konuşulan dili algılamayı ve anlamayı sağlar (1). Konuşulanları duymak ve anlamak hayatımızda büyük bir öneme sahiptir. İşitme kaybı, bireyin başkalarının söylediklerini anlayamamasına, sıklıkla söylenenleri tekrar ettirmek zorunda kalmasına yol açarak diğer insanlarla iletişimini ve sosyal ilişkilerini etkiler. Yetişkinler için konuşmayı algılama ve anlamadaki zorluk, günlük yaşamın çeşitli aktivitelerinin temeli olan iletişim etkileşimlerine katılma yeteneğini sınırlar (2).

Konuşma seslerini duymalarına rağmen anlayamamaları sensorinöral tip işitme kaybı (SNİK) olan hastaların en büyük yakınmalarından biridir. SNİK kokleada bulunan yaklaşık 3000 iç tüy hücresi zarar gördüğü için spektral çözünürlükte ciddi bir düşüş gözlenir (3). Bu durum seslerin kokleada frekans analizini zorlaştırır ve konuşmayı anlamada ciddi zorluklar ortaya çıkar.

Sözcük materyallerinin spektral yapısı, özellikle sensorinöral tip işitme kayıplı bireylerin sözcük tanıma kapasitelerinde etkili bir faktördür. Kokleayı etkileyen bir patoloji, konuşma sinyalinde yer alan spektral bilginin işitsel kortekste tam olarak kodlanamamasına neden olur. Bu da sözcükleri oluşturan fonemlerin doğru biçimde algılanamamasına yol açar. Sensorinöral tip işitme kaybına neden olan patolojilerin çoğunun yüksek frekansları etkilediği ve yüksek frekansların önemli miktarda konuşmayı anlama, ayırt etme becerisi düşünüldüğünde bu tip patolojiye sahip bireylerin spektral bilgisi yüksek frekanslarda yer alan konuşma materyallerini (/f/, /s/, /t/, /ş/, /ç/, /p/) tanınması daha zorlaşır. Fakat spektral bilgisi düşük frekanslarda yer alan konuşma materyallerini tanınması daha kolay olur (4).

Yüksek frekanslarda önemli miktarda dil bilgisi vardır ve yüksek frekanslı konuşma seslerinin, özellikle ünsüz seslerin işitilebilirliği, konuşmanın sessizlikte ve gürültüde en iyi şekilde tanınması için çok önemlidir (5, 6).

Literatürü incelediğimizde konuşma anlaşılabilirliğinin daha iyi elde edilmesi adına yapılan çalışmalar mevcuttur. Çalışmalarda fonemlerin, konuşma seslerinin frekans bazında analizleri yapılmış ve frekans kaydırma ya da arttırmaya yönelik modeller geliştirilmiş. Ünlü fonemlerin vibratuar enerjileri daha yüksek olduğu için tek heceli sözcüğün şiddetini tümüyle arttırdığımızda hastaların yine ünsüz fonemleri ayırt etme

becerilerinde sıkıntılar yaşadığını gözlemledik. Bu çalışmada amacımız yüksek frekansları tutan işitme kayıplarında bu frekans bölgesinde anlaşılması özellikle zorlaşan /f/, /s/, /t/, /ş/, /ç/, /p/ ünsüzlerinde frekans bilgilerini değiştirmeden şiddet bazında artırımalar yaparak edilmiş kelimeleri hastaya yeniden sunmak suretiyle, hastaların ayırt etme skorları ve anlaşılabilirlik düzeylerinde değişim olup olmadığını belirlemektir.

Bu çalışma ile sensorinöral tip işitme kaybı olan hastalarda konuşmayı ayırt etme skorlarında daha iyi sonuçlar elde etmeyi hedefliyoruz ve hastalarda anlaşılabilirliğin artmasını değerlendirmek amacıyla hipotez oluşturulmuştur.

Araştırmanın hipotezleri ;

H0: Sensorinöral tip işitme kaybında fonemlerin şiddet bazında arttırılarak hastaya sunulması konuşmayı ayırt etme skorlarını etkilemez.

H1: Sensorinöral tip işitme kaybında fonemlerin şiddet bazında arttırılarak hastaya sunulması konuşma ayırt etme skorlarını artırır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1.İşitme

Duyma, sesin periferden koklea ve işitsel sinir sistemine ulaşır algılanması ile oluşan bir süreçtir (7). Ses, geniş bir frekans aralığında gerçekleşir. İnsan kulağı, desibel (dB) ile ifade edilen spektrum içindeki bir frekans bandına duyarlıdır. İnsanlar tarafından işitilebilen frekanslara ses denir. Duyduğumuz frekans 20 Hz ile 20 000 Hz (Hertz) aralığıdır. Duyulabilen frekanstan daha yüksek frekanslar ultrasonik olarak adlandırılırken, duyulabilen frekanstan daha alçak frekanslar infrasonik olarak adlandırılır (1).

Sesin işitilme süreci havada dalgalar halinde ilerleyen ses enerjisinin kulak kepçesine ulaşmasıyla başlamış olur. Ses dış kulak ve orta kulağı geçtikten sonra kokleaya gelir. Mekanik dalgalar kokleada elektro-kimyasal enerjiye dönüşerek koklear sinir, beyinsapı ve subkortikal kortekste algılanmış ve tanımlanmış olur (7).

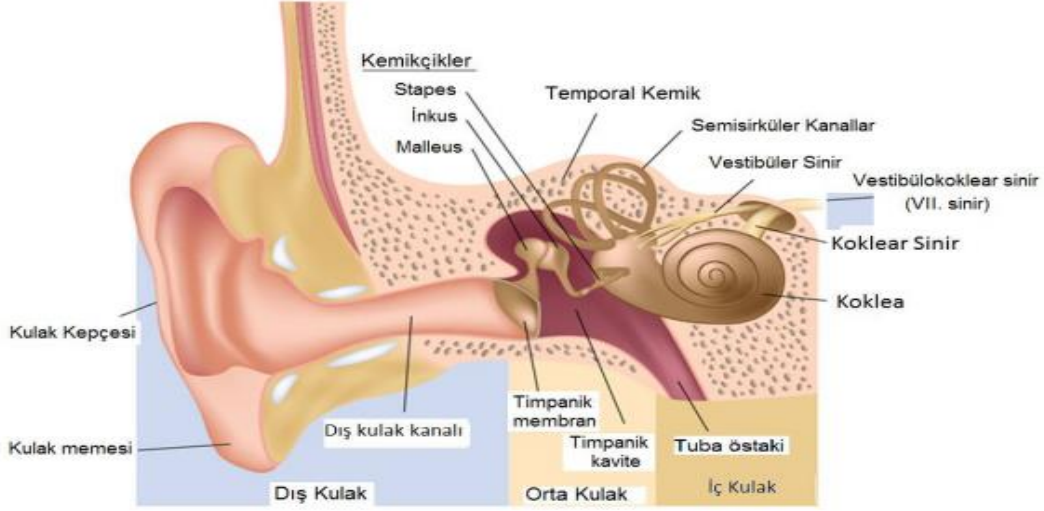
Sağlıklı bir işitme işleyişi için orta kulak mekanizmasının ve koklear duktusun mekanik bütünlüğüne, korti organının mikro mekanik ve sellüler bütünlüğüne, iç kulağın biyokimyasal ve biyoelektriksel dengesine, santral sinir sistemi ile nükleusun yeterli fonksiyon görmesine bağlıdır (7, 8).

İşitsel sistemin akustik bir dalga olan konuşma sesini dilin temelini oluşturan bir dizi anlamlı öğeye dönüştürmesi açısından önemli görevler üstlenmiştir (9). Bu kompleks görev sözcük, sentaktik yapı ve diğer linguistik boyutlar bağlamında, anlamın ortaya çıkartılmasıyla sonuçlanan bir süre zarfıdır (10, 11, 12).

Periferik işitme sisteminin temel işlevi akustik örüntüleri nöral kodlara dönüştürmektir. Bu anlaşılabilirlik için gerekli ilk adımdır. Periferik sinir sistemi bu dönüştürme işlemini eş zamanlı olarak gerçekleştirerek, kompleks konuşma sesinde yer alan linguistik iletilerin çözülebilmesine olanak sağlamış olur (13). Periferik işitme sistemiyle akustik dalgaların işitme reseptörlerine iletimi, nöral kodlara dönüşümü ve bu kodların üst işitsel kortekse gönderilmesi işlemleri gerçekleşmiş olur (14, 15).

2.1.1. İşitme anatomi ve fizyolojisi

Periferik işitme sistemi temelde 3 ana bölümden oluşmaktadır. Bu bölümler dış kulak, orta kulak ve iç kulaktır. Şekil 1’ de bu yapılar gösterilmiştir (16).



Şekil 1. İnsan kulağının anatomik yapısı (16)

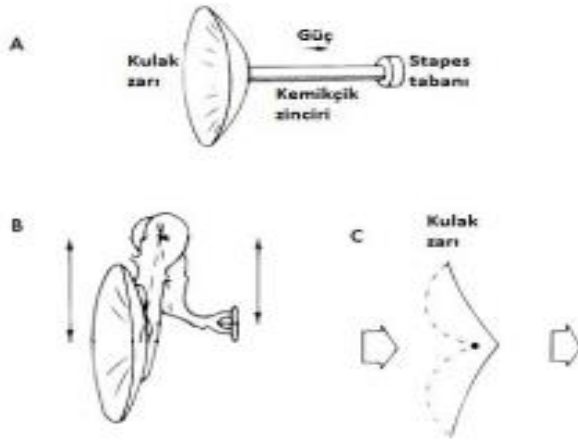
2.1.1.a Dış kulak

Dış kulak yolu, kulak kepçesi ve kulak zarına kadar uzanan dış kulak kanalından oluşmaktadır. Akustik dalgaların orta kulağa iletimini sağlayan dış kulak yolu sadece ses dalgalarını iletmekle görevli değil aynı zamanda ses dalgalarının şiddetlenmesini sağlamaktadır. Yetişkin bir insanda bu ses şiddeti artışı 1000- 8000 Hz frekansları arasında değişmektedir. 3500 frekansındaki bir ses dalgası dış kulak yolunda yaklaşık olarak 15–20 dB kuvvet kazanmaktadır. Bireylerin sahip olduğu kulak yapısına göre bu değerlerde değişiklik görülebilmektedir. Sesin geliş açısı da bulunulan ortama göre farklılık gösterebilmektedir. Yani dış kulak yolu, bir çeyrek dalga rezonatörü gibi çalışmakta ve 1-5 kHz (kiloHertz) frekans aralığında yer alan rezonans frekansı sesi ortalama 10 dB (decibel) kadar güçlendirmektedir (17).

2.1.1.b Orta kulak

Orta kulak, kulak zarı ile iç kulak arasında yerleşmiş bir boşluktur. Ses dalgalarının iç kulağa geçişi orta kulakla sağlanır. Orta kulak boşluğu östaki borusu ile dış ortama bağlanırken aditus yolu ile mastoidin havalı boşlukları ile bağlantılıdır (18). Dış kulak

kanalından ilerleyen akustik dalgalar, kanalın sonunda yer alan kulak zarını titreştirerek orta kulağa ulaşır. Kulak zarında ortaya çıkan titreşim, zara bağlı kemikçikler aracılığıyla, oval pencereden iç kulağa iletilir. Orta kulağın en önemli görevi akustik enerjinin hava yolundan koklear sıvılara geçişi sırasında, düşük dirençli hava ortamıyla yüksek dirençli sıvı ortamı arasında direnç farkını eşleştirmesidir. Direnç eşleştirme işlemi, kulak zarının etkin alanıyla kemikçiklerin oval pencereye tutunma noktası olan stapes taban alanı arasındaki oranın ve kemikçiklerin şeklinden kaynaklanan kaldıraç etkisiyle ve kulak zarının iç bükey yapısıyla gerçekleşir (19). Her üç etki temsili olarak şekil 2’de gösterilmiştir (20).



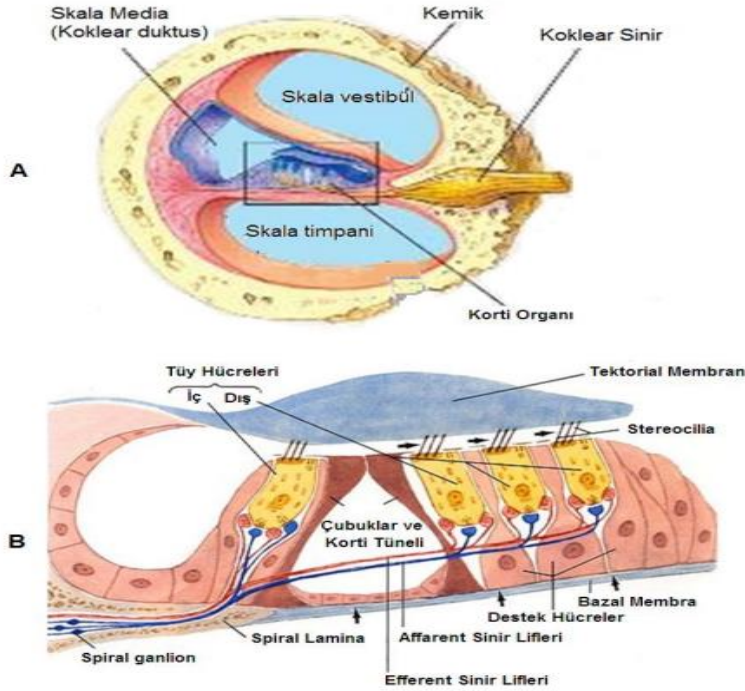
Şekil 2. Orta kulağın direnç eşleştirme faktörleri (20).

2.1.1.c. İç kulak

İç kulak temporal kemiğin petröz kısmı içindedir. İşitme ve denge organlarını içerir. Oval ve yuvarlak pencereler yoluyla orta kulak ile koklear ve vestibüler akuaduktuslar yoluyla da kafa içi ile bağlantılıdır (20). Labirent ve onun içerisinde yer alan membranöz labirentten oluşan iç kulak her iki bölümde de kimyasal açıdan birbirinden farklı özelliklere sahip sıvılarla doludur. Kemik labirent perilenf; membranöz labirent, endolenf ile doludur. İç kulağın işlevsel açıdan iki önemli görevi vardır. Birincisi işitsel sistemle ilgili bölüm olan koklea ile işitme sürecinin bir parçası olması ikincisi ise denge sistemiyle ilgili bölüm olan vestibüler sistem görevleridir. Kokleaya ulaşan akustik enerji, burada nöral kodlara dönüştürülür. Koklear duyu hücreleri, membranöz labirent içerisinde yer alan

korti organındaki tüylü hücrelerdir. Tüylü hücreler, korti organında yer alan baziler membranın üzerinde yer alan tüylü hücreler iki çeşittir. Bunlar, akustik enerjinin nöral impulslara dönüştüğü iç tüylü hücreler ve amplitüdü zayıf sesleri güçlendirme özelliğine sahip dış tüylü hücrelerdir (17).

Dış ve orta kulak yoluyla oval pencereden kokleaya ulaşan akustik enerji, koklear sıvıda ilerlerken baziler membrana hareket kazandırır ve dalgalanmasını sağlar (14). Bu dalgalanma, iç tüylü hücrelerin üzerinde yer alan ve tüysü bir yapıya sahip stereosilyaları eğerek, stereosilyaların altında bulunan iyon kanallarının açılmasını ve endolenfteki potasyum iyonlarının hücre içine geçişini sağlar (15). Farklı potasyum yoğunluğuna sahip endolenf ve perilenf sıvılarının hücre içerisindeki etkileşimi, hücreyi depolarize ederek afferent nöronların uyarılmasını sağlayan nörotransmitter salınımına yol açar (21).

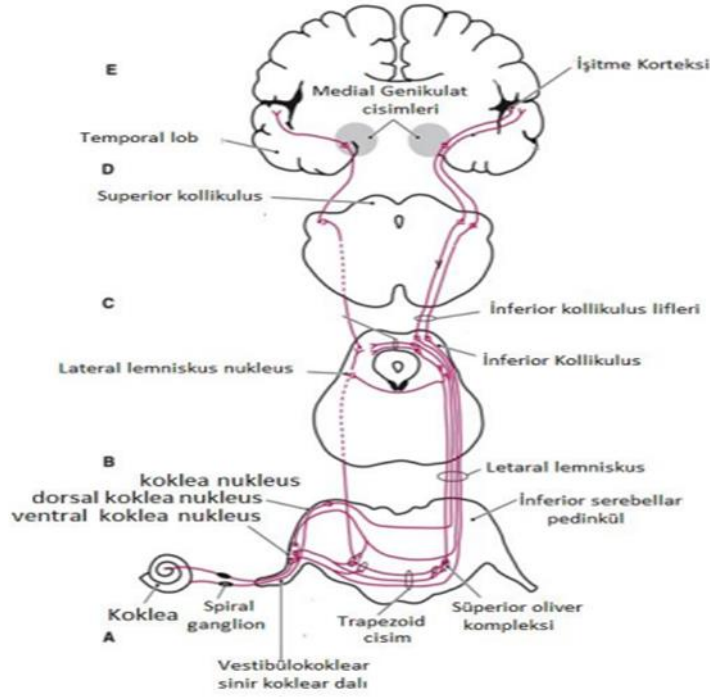


Şekil 3. (A) Koklea ve (B) korti organı anatomileri (22).

2.1.1.d. Santral yollar

Vestibulokoklear sinir; süperior vestibüler sinir, sakkuler sinir, posterior vestibüler sinir ve koklear sinir olmak üzere birkaç daldan oluşur. VIII. kranial sinirin afferent liflerinin hücre gövdeleri spiral ganglionda, efferent liflerin hücre gövdeleri ise superior oliver komplekste (SOK) bulunur. Santral işitme yolları dorsal ve ventral koklear

çekirdekler, superior oliver kompleks, lateral lemniskus, inferior kollikulus, medial genikulat cisim ve işitsel korteksten oluşmaktadır (20).



Şekil 4. Santral işitsel yollar (23).

Bütün işitme sinir lifleri için zorunlu ilk nokta koklear çekirdeklerdir. Süperior oliveri kompleks, ponsun alt kısmına yerleşmiş halde birkaç çekirdekten oluşur. Lateral lemniskus, en önemli çıkan yoldur ve beyinsapının yan tarafında bulunur. İnferior kollikulus iki taraflıdır ve mezensefalonda bulunur. Medial genikulat cisim, talamusta bulunur. İnferior kollikulus ile işitme korteksi arasında köprü oluşturur. İşitme korteksi primer işitme korteksi ve sekonder işitme korteksi olmak üzere iki kısma ayrılır. Sekonder işitme korteksi hem akustik hemde duyuşal girdileri alır. Primer işitme korteksi Brodman sahası 41 ve 42 olarak numaralandırılmıştır (20).

2.1.2.İşitme kaybı ve sınıflandırılması

İşitme kaybı, bireyin sahip olduğu işitme hassasiyetinin iletişim becerilerini kazanmasında sorunlar oluşturması durumudur. Hafif / orta derecede işitme kaybı olan bireylerde işitme kaybının tipi ve derecesine bağlı olarak farklı seviyelerde etkilenme görülebilmektedir. İleri derecede işitme kaybına sahip olmak ise dil gelişimini ve dil gelişiminden etkilenen akademik başarıyı önemli ölçüde engellemektedir (24).

İşitme kaybı çeşitli şekillerde sınıflandırılabilir:

1. İşitme kaybının şiddetine göre: Normal, çok hafif, hafif, orta, orta-ileri, ileri ve çok ileri.

Tablo 1. Yetişkinlerde işitme kaybının derecelendirilmesi (25).

Saf Ses Ortalaması dB HL	İşitme Kaybı Derecesi
0-25 dB HL	Normal işitme
26-40 dB HL	Hafif derecede işitme kaybı
41-55 dB HL	Orta derecede işitme kaybı
56-70 dB HL	Orta-ileri derecede işitme kaybı
71-90 dB HL	İleri derecede işitme kaybı
91 ≥ dB HL	Çok ileri derecede işitme kaybı

Tablo 2’ de yine çeşitli yazarlara göre işitme kaybının derecelendirilmesi gösterilmiştir (26).

Tablo 2. Çeşitli yazarlara göre işitme kaybının derecelendirilmesi (26).

İşitme Kaybı Derecesi	<u>Goodman 1965</u>	<u>Jerger ve Jerge 1980</u>	<u>Nortern ve Downs 2002</u>
Kayıp Yok	<26	<21	<16
Çok Hafif			16-25
Hafif	26-40	21-40	26-30
Orta Derece	41-55	41-60	30-50
Orta İleri Derece	56-70		
İleri Derece	71-90	61-80	51-70
Çok İleri Derece	>90	>80	>70

2. Ortaya çıkış zamanına göre; prenatal, perinatal ve postnatal.

3. Konuşmanın edinilmesiyle ilgili olarak; prelingual, perilingual ve postlingual.

4. Patolojinin yerleştiği yere göre; iletim tipi işitme kaybı, sensörinöral tip işitme kaybı, mikst tip işitme kaybı, santral tip işitme kaybı ve fonksiyonel tip işitme kaybı olarak sınıflandırılır (7).

2.1.2.a. İletim tip işitme kaybı

Aurikula, dış kulak yolu, timpanik zar ile orta kulak kavitesini, kemikçikleri veya kaslarını tutan patolojiler kokleaya ulaşan seslerin şiddetinde azalmaya maruziyet vermekle birlikte bireylerde iletim tipi işitme kaybı oluştururlar. Genellikle hava yolu eşik değerleri 60 dB' den daha kötü olmaz. Sadece iletim tipi patolojisine bağlı olarak ileri derecede işitme kaybı oluşmaz (7). İletim tipi işitme kayıplarının çoğu sonradan kazanılır, konjenital işitme kayıpları oldukça nadirdir (kemikçik anomalisi veya dış kulak yolu atrezisi gibi). Tedavileri medikal ve cerrahi yaklaşımla mümkündür. İşitme kaybı tamamen giderilmese bile işitme cihazları ile amplifikasyon ve rehabilitasyon mümkündür (24).

2.1.2.b. Sensorinöral tip işitme kaybı

İç kulakta veya iç kulaktan santral işitme merkezine kadar olan işitsel yolda meydana gelen patolojiler nedeniyle oluşan işitme kayıplarına sensörinöral tip işitme kayıpları denir. Kokleadan beyne kadar devam eden işitme yolunun herhangi bir yerindeki patolojiden kaynaklanan SNİK çoğunlukla korti organındaki duyu hücrelerinin hasarı ile ilişkilidir. Genetik nedenler, sendromlar, perinatal dönemde hipoksiye maruziyet, viral enfeksiyonlar, iç kulak anomalileri, ototoksik ilaçlar, akustik travma ve kafa travması sık görülen sensorinöral tip işitme kaybı sebeplerindendir (27, 28).

Korti organındaki duyu hücreleri yüksek sesten (jet motorları, yüksek müzik sesi gibi) mekanik travmalardan ya da enfeksiyon, hipoksi gibi nedenlerle oluşan fizyolojik değişikliklerden zarar görebilmektedir (29, 30). Bu durum genellikle apoptoz yolu ile duyu hücrelerinin kaybına neden olan dejeneratif değişikliklere yol açar. Aminoglikozid türü antibiyotikler, bazı diüretikler ve antikanserojen bazı ilaçlar dejenerasyonu kolaylaştırabilir. Yaşla birlikte de duyu hücrelerinde azalma görülür. Bu gibi durumlarda ilk kaybolan hücreler genellikle kokleanın apeksinde bulunan hücreler olur (31). Kokleada koklear sinir hasarından sonra oluşan işitme kaybının geri dönüşsüz olduğu bilinmekle birlikte bunun nedeni memelilerde nöronların ve duyu hücrelerinin yeniden oluşamamasıdır (32, 33). Sensörinöral tip işitme kayıpları tek taraflı ya da bilateral olarak görülebilir.

Bir kulakta normal işitmeyle beraber karşı kulakta saf ses ortalamasına (SSO) göre 20 dB ve daha fazla derecede işitme kaybı olması tek taraflı sensorinöral tip işitme kaybı olarak tanımlanır. Bu kulakta, hafif dereceden çok ileri dereceye kadar değişen işitme kaybı görülebilir (34).

Tek taraflı işitme kayıpları doğuştan olabileceği gibi pek çok farklı nedene bağlı olarak sonradan da gelişebilir, çoğunlukla kaybın kesin nedenini bulmak mümkün olmamaktadır. Viral enfeksiyonlar (yaklaşık %25), menenjit (%15), iç kulak yokluğundan geniş vestibüler aquaduktus sendromuna kadar değişen iç kulak anomalileri, işitme siniri yokluğu, kafa travması, ototoksik ilaç kullanımı, tümörler, ani işitme kaybı ve işitsel nöropati en sık görülen nedenler arasında sayılabilir (34).

Koklear sinir ile ilişkili tek taraflı hasarlar total işitme kaybı nedenidir. Koklear sinir lezyonlarının erken döneminde tinnitus sık görülen bir bulgudur (35). Normal işiten kişilerde her iki kulaktan gelen uyarılar SOK ile birleşir ve bu seviyeden sonra merkezi işitme sistemi iki taraftan gelen uyarıların almaya ve işlemlemeye başlar. SOK' ta üç temel çekirdek grubu vardır. Bunlar Medial Superior Olive (MSO), Lateral Superior Olive (LSO) ve Trapezoid Cisimcik' in orta çekirdeğidir. Bunlardan MSO alçak-orta frekanslara duyarlılık gösterirken, LSO yüksek frekanslara hassastır. Kulaklar arası (interaural) zaman ve şiddet farklılıklarının algılanması ve gelen sesin frekansına göre işlenmesi SOK 'ta gerçekleştirilir (36).

Bilateral SNİK SSO' ya göre hava yolu işitme eşiklerinin her iki kulakta da 20 dB ve daha üzeri olmasıdır. Tek taraflı işitme kayıplarında olduğu gibi bilateral SNİK' te yenidoğan yoğun bakım ünitesinde kalma, erken doğum, yenidoğan sarılığı, düşük doğum ağırlığı, beş günden uzun süre mekanik ventilatörde kalma ve intravenöz antibiyotik kullanımı risk faktörleridir (37). Yetişkinlerde bilateral SNİK okuryazarlık oranının düşmesine, maddi kazançta azalmaya, iş yerinde ve günlük yaşamda iletişim sorunlarına ayrıca yaşam kalitesinde bozulmaya neden olmaktadır (36, 38, 39). Sesin yönünün tayin edilebilmesi, özellikle gürültülü ortamlarda konuşmanın daha iyi anlaşılabilmesi ve ses kalitesinin iyileşmesi çift taraflı işitmenin avantajlarıdır ve bilateral sensorinöral tip işitme kaybı olan hastalarda bu süreçlerde bazı sıkıntılar yaşandığı görülmüştür (40).

2.1.2.c. Mikst tip işitme kaybı

Mikst tip işitme kaybında iletim ve sensorinöral tip işitme kaybına neden olan patolojilerin (kronik süpüratif otitis media, koklear otoskleroz gibi) aynı kulakta bir arada bulunması durumu mevcuttur (40).

2.1.2.d. Santral işitme kaybı

İşitsel sinir sisteminin ve serebral korteksin hasar aldığı durumlarla görülen genellikle konuşmayı anlama zorluğunun ortaya çıkması ile kendini yansıtan kayıptır. Çaprazlaşan ve çaprazlaşmayan işitsel afferent yollardan dolayı, unilateral santral patolojilerde saf ses eşiklerinde belirgin bir etkilenme beklenmez. İşitmenin algılanması için işlev yapan ve her iki hemisferde de yer alan temporal kortekste primer işitsel merkezi hastada hasar görmüş ise işitme eşiklerinin etkilenmesinin yanı sıra çok nadir seyreden santral tip işitme kaybı görülebilir. Santral işitsel sinir sistemi hasarlarının bir kısmında, saf ses odyometrisinde normal sonuçlar elde edilebilir fakat konuşma testlerinde patolojik bulgular mevcut olabilmektedir (7). İşitmenin algılanıp seslerin analiz edildiği bölge temporal kortekste Herschel Gyrus bölgesidir. Bu bölgenin bulunduğu Brodman 41. ve 42. Alanları ve Wernicke alanları; sesteki ton kalite, ritim, müzikalite gibi unsurları değerlendirir. Bu alandaki patolojiler santral işitme sisteminin fonksiyonunu etkiler (24).

2.1.2.e. Fonksiyonel (organik olmayan) işitme kayıpları

Fonksiyonel işitme kayıpları istemli veya istemsiz (psikolojik) olabilir. İşitme ile ilgili problemleri olduğunu dile getiren hastalarda yapılan subjektif testlerde ve objektif testlerde uyumsuzluk olduğu tespit edilir. Hastanın kendisinde işitme kaybının bulunduğu inandığı veya çevresini inandırmaya çalıştığı durum olarak gözlenir (7).

2.2. Odyometrik Değerlendirme

Odyometrik değerlendirme işitme kaybının bulunup bulunmadığını, varsa tipini ve derecesini belirlemeyi içeren bir dizi testten oluşan bir değerlendirmedir. Basitten karmaşığa doğru çeşitli yöntemler kullanılarak işitme değerlendirilir. İşitmenin duyarlılığını belirlemek için birçok yöntem vardır. Bu yöntemler birbirinin yerine kullanılmaktan çok birbirini tamamlayan testlerdir (7).

Odyometre cihazı ile yaptığımız saf ses ve konuşma testleri sadece işitme bozukluğunun derecesini değil aynı zamanda tipini de belirleme imkanı verir. Odyometrede hem tonal hem de insan sesiyle çalışmak ve değerlendirme yapmak mümkündür. Bu nedenle odyometrik değerlendirme saf ses odyometrisi ve konuşma odyometrisi olmak üzere iki grupta incelenir (20).

2.2.1. Saf ses odyometrisi

Odyometre cihazları değişik frekanslarda ve şiddetlerde ses enerjisi üretebilen elektronik cihazlardır. Hava ve kemik yolu işitme eşiklerinin elde edilmesi bu cihazla sağlanır ve eşikler odyograma işaretlenir. Saf ses odyometrisi saf sesin algılanmasındaki duyarlılığın belirlenmesine yardımcı olur ve koklear ve işitsel sinir sistemini etkileyen birçok hastalıkta patolojinin yeri hakkında önemli ipuçları verir. Bunların yanı sıra işitme cihazı endikasyonuna karar verilmesinde önemli bir araçtır. İnsanlar arasında sözel iletişimdeki önemi nedeniyle genellikle 250 - 8000 Hz (Hertz) aralığındaki frekanslarda hava yolu ölçümü yapılır. Kemik yolunda ise genellikle 500, 1000, 2000, 4000 Hz frekanslarının eşikleri belirlenir (7).

Kemik yolu iletiminde, mastoid kemik üzerine yerleştirilen standart bir vibratör ile kafatası titreşir. Ses doğrudan kokleaya bu şekilde iletilir ve işitmenin iç kulaktaki fonksiyonu değerlendirilmiş olur. Hava yolu iletiminde, kulaklıklarla verilen saf ses, dış kulak yolu, timpanik membran, kemikçikler, koklea ve işitme yollarını izleyerek serebral kortekste algılanır ve tanımlanır.

Saf ses odyometride ascending veya descending yöntemleri kullanılarak, aynı şiddette ve art arda olmadan üç uyarana karşı hastanın en az iki uyarana cevap vermesiyle eşik belirlenir (7). İşitme kaybının tipini belirlemede hava ve kemik yolu eşiklerinin

ilişkisi kullanılır. Kemik yolu işitme eşikleri normal sınırlarda seyrediyor ve hava yolu işitme eşikleri ile kemik yolu işitme eşikleri arasında 5 dB' i aşan fark var ise iletim tipi işitme kaybı gözlenir. Hava ve kemik yolu işitme eşikleri her ikisi de normal sınırların dışında ve aralarındaki farkın 10 dB' den az olduğu durumlarda sensörinöral tip işitme kaybı; hava ve kemik yolu işitme eşikleri normal değerlerin dışındaysa ve hava kemik aralığı mevcutsa mikst tip işitme kaybı mevcuttur (8, 25).

2.2.2. Konuşma odyometrisi

İşitme eşiklerinin belirlenmesi için sadece saf ses odyometrisi kullanmak yeterli olamaz. İşitme duyarlılığının konuşma uyaranları ile değerlendirilmesi gerekmektedir. İşitme kaybının ayırıcı tanısında, işitme kaybının konuşmayı anlama performansını nasıl etkilediğini saptamada, işitme cihazına karar vermede ve odyolojik rehabilitasyonun ve yararının belirlenmesinde bunun için geliştirilen konuşma testleri kullanılmaktadır (41).

Konuşma odyometrisi testlerinin uygulanmasıyla amaçlanan, işitme kayıplı bireye ait bilişsel ve linguistik faktörlerin etkisi minimize edilerek bireyin sözel iletişim becerisinin değerlendirilmesidir (42).

Bu testler rutin olarak kullanılarak hastanın iletişim anındaki yeterliliğinin belirlenmesi hedeflenir. Hastanın konuşmayı alma eşiği, konuşmayı fark etme eşiği, konuşmayı ayırt etme skoru, en rahat dinleme seviyesi ve rahatsız edici ses seviyesi değerlendirilir (7).

2.2.2.a Konuşma odyometrisinin tarihçesi

1804'de Pfingsten işitme kaybını; ünlüler, ötümlü ve ötümsüz ünsüzler gibi konuşma seslerine verilen yanıtlara göre 3 gruba ayırmıştır. 1821'de ise Itard işitme kaybını konuşmayı anlama derecesine göre artan derecelerle 5 kategoride sınıflandırmıştır. Birinci kategoride sadece yavaş, açık ve net konuşma duyulabilir iken ikinci kategoride ünlü harfler ve bazı ünsüzler algılanır. 3. kategoride ünlü harflerin çoğu duyulur fakat hiçbir ünsüz harf duyulamaz ve dördüncü kategoride sadece yüksek şiddetli sesler duyulur. Beşinci ve son kategori ise total sağırılık olarak değerlendirilmiştir (43).

Schmalz 1846'da işitme kaybını, konuşmanın anlaşılabilirliği uzaklığa göre ele alıp buna bağlı olarak normal ve orta derece olarak sınıflamıştır. 25 yıl sonra bu yaklaşım Wolf tarafından değiştirilerek konuşma seslerini frekans bilgilerine göre sınıflandırılmış ve bu seslerin duyulabildikleri mesafeler belirlenmiştir. 1860'lı yıllarda Helmholtz ünlü harflerin saf sestten oluştuğunu dile getirmiş ve bunu diyafrazonları kullanarak çıkardığı ünlü benzeri seslerle göstermeye çalışmıştır (43).

Gruber'in 1891'de yazdığı bir kitapta ise konuşmanın işitmenin gücünü değerlendirmek için en iyi metot olduğu belirtilmiş ve konuşmanın şiddet, perde ve ses karakteri ile ilgili bilgileri somutlaştırdığına dikkat çekilmiştir. Aynı kitapta ilk odyogramın yaratıcısı olan Hartmann'ın ise işitme değerlendirmesi için konuşmanın çok karmaşık bir sinyal olduğunu ve işitme kaybını belirlemek için tam bir bilgi vermeyeceğini savunduğu yazılmıştır (44).

1920'li yıllarda kullanılmaya başlanan konuşma testlerinde kullanılan kelimeler iki heceli ve genellikle anlamı olmayan kelimelerden seçilmişti. Bu yaygın kullanım II. Dünya Savaşı'na kadar bu şekilde devam etmiştir (45).

II. Dünya Savaşı ile birlikte konuşmayı tanıma testlerinde Raymond Carhart aracılığı ile çığır açılmıştır. Konuşma testlerinin bugün bilinen odyoloji formatına girişi Harvard Psikoakustik Laboratuvarı'nda ve Deshon Askeri Hastanesi'nde, Raymond Carhart öncülüğünde gerçekleşmiştir (46).

II.Dünya Savaşı sonrasında özellikle konuşmayı ayırt etme yeteneğinin değerlendirilmesi için sözcük tanıma listeleri geliştirilmiştir (47). Carhart Harvard Psikoakustik Laboratuvarları'nda iki test geliştirmiştir. Birincisi iki heceli sözcük tanıma eşiği (konuşmayı alma eşiği olarak), ikincisi ise fonemik dengeli sözcüklerin tanınma oranlarının belirlendiği konuşmayı tanıma testi olarak adlandırılmıştır (48, 49). Konuşma odyometrisindeki gelişim test materyallerinin gelişimiyle ve özellikle de sözcük listelerinin yapılandırılmasıyla birlikte devam etmiştir. Bu süre zarfında çeşitli konuşma uyaranlarının kullanıldığı (tek heceli sözcükler, iki heceli sözcükler ve tümceler) farklı testler eşik ve eşik üstü ölçümler için geliştirilmeye çalışılmıştır (50).

2.2.2.b. Konuşma odyometrisi testleri

Konuşma odyometrisi testleri de odyometre cihazlarıyla uygulanır. Canlı konuşma sesi cihaza entegre veya harici olarak bağlanmış bir mikrofonla; kayıt konuşma sesleri ise cihaza harici olarak bağlanmış bir kayıt çalarla sunulur. Supra-aural, sirkum-aural veya insert kulaklıklar elektriksel sinyalleri akustik enerjiye çeviren transduserlerdir. Testlerde bu kulaklıkların kullanımının yanı sıra kemik vibratörler veya serbest alan hoparlörler de kullanılabilir (51). Test sonuçlarının güvenilirliği açısından çevresel gürültünün kontrol altında olması gereklidir. Bunun için dış ortam seslerini azaltan ses yalıtımlı kabin kullanılmalıdır. Kullanılan donanımın uluslararası standartları taşıması ve bu donanımın düzenli olarak bakımının yapılması gereklidir. Kalibrasyonlarının uluslararası standartlara uygun olarak belirli aralıklarla yapılması gerekmektedir. Kalibrasyon işlemiyle, cihazdan çıkan konuşma sesinin cihaz göstergesinde belirtilen şiddet değeriyle gerçek değeri eşleştirilir (52, 53).

Konuşma odyometrisi testleri iki kategoriye ayrılabilir. Birincisi, konuşmanın işitilebilirlik düzeyini değerlendiren eşik saptama yöntemleri; ikincisi ise işitilebilir düzeydeki konuşma uyarılarının anlaşılabilirliğini nicelleştiren eşik üstü değerlendirme yöntemleridir (51, 53, 54).

Konuşmanın işitilebilirlik düzeyinin belirlenmesi genellikle konuşmayı fark etme eşiği (KFE) ya da konuşmayı alma eşiği (KAE) olarak isimlendirilir. Bu iki tip değer saptama yöntemi konuşma odyometresinde işitilebilirlik düzeyinin belirlenmesinde kullanılır (51, 54).

Kişinin konuşma uyarısının varlığını fark ettiği şiddet düzeyi KFE olarak tanımlanır. Genelde KFE bebeklerde, küçük çocuklarda ve sözel yanıt veremeyen veya çok ileri derecede işitme kaybı olan yetişkinlerde kullanılır (55).

KAE ise bir kişinin konuşma uyarısını en az %50 oranında doğru tekrar edebildiği en düşük şiddet düzeyi olarak belirlenir (56). Kişinin, konuşma sesini anladığı en düşük şiddet seviyesinin belirlenmesi için bir test uygulanır. Aynı zamanda saf ses işitme eşiklerinin güvenilirliğini değerlendiren bu test kolay tekrar edilebilen üç heceli kelime listeleri kullanılarak yapılır. SSO ile konuşmayı alma eşiği arasında ± 10 dB kadar fark olması testin güvenilir olduğunu gösterir. Gerçek işitme kaybı ile organik olmayan işitme kaybı arasındaki farkın ayırt edilmesinde kullanılır (7,57).

Konuşmayı ayırt etme skoru (KAS), KAE' ye 40 dB eklenerek bu sabit şiddet seviyesinde fonetik dengeli tek heceli kelime listelerinin hastaya dinletilmesi ile belirlenir. Bu sabit şiddet seviyesi bireyin en rahat duyduğu seviyedir (*most comfortable level* = MCL). Doğru tekrarlanan kelime sayıları ile yüzde skorları belirlenir. Hasta kendisine sunulan 25 kelimelik listedeki sözcükleri tekrar eder ve doğru bildiği sözcüklerin yüzdesi alınarak ayırt etme skorları hesaplanır. Bireyin en rahat duyduğu seviyede dinleme becerileri değerlendirilmiş olur (58).

Yüz üzerinden yapılan değerlendirmede %88 ve üzeri skorlar normal kabul edilir. Normal işitenlerde ve iletim tipi işitme kayıplarında %90 ile %100 arasında skor elde edilebilir (7). SNİK arttıkça ayırt etme skoru düşer. Koklear siniri etkileyen patolojiler konuşmanın anlaşılabilirliğini bozar. İşitme eşiğinin açıklayamayacağı kadar düşük bir skor işitsel nöropati veya vestibüler schwannom açısından değerlendirilmelidir (58, 59).

Bu skorların belirlenmesi; işitme kaybının iletişim becerilerine etkisini ortaya çıkarmak ve işitme kaybına yol açan lezyonun yerinin saptanması için önemlidir (60). İşitme kayıplı bireylerin takip ve rehabilitasyon sürecine ilişkin değerlendirmelerde, işitme cihazının performansının değerlendirilmesinde ve santral işitsel işlevlerin değerlendirilmesinde de önemli rol oynar (61, 62, 63). Bireyin iletişimsel becerisi, konuşmayı tanıma yüzdesi ile değerlendirilerek belirlenebilir. Tablo 3'te konuşmayı tanıma yüzdelere göre iletişimsel becerisi ilişkisi verilmiştir (64).

Tablo 3. Konuşmayı tanıma yüzdesi ile iletişimsel beceri ilişkisi (64).

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

2.2.2.c. Konuşma test listeleri

Konuşmayı tanıma testlerinin geliştirilirken ve materyaller oluşturulurken dört önemli kriter dikkate alınmış;

1. Bilinebilirlik: Savın, bir dilde sık kullanılan sözcüklerin, az kullanılanlara oranla daha iyi tanındığını bildirmiştir.

2. Fonetik farklılık: Sözcüklerin kafiyeli sözcüklerde olduğu gibi çeşitli işitsel ipuçları vermediğinin gösterilmesidir.

3. Konuşma dilini temsil eden örneklerden oluşması

4. İşitilirliğe uygun homojenitede olması: Her test maddesinin sunum biçimine bakılmaksızın (kayıtlı ses ya da canlı ses) hastaya sunulduğunda benzer bir titreşim genliğine sahip olması demektir (65).

Yukarıda belirtilen bu dört kriter konuşma odyometrisi materyallerinin hazırlanması için sunulmuş genel tavsiyelerdir. Açıklanan kriterlerin eşik üstü testler için amaca uygun olduğu düşünülmüştür. 1948’de tek heceli sözcük listeleri geliştirilmiş ve sözcük tanıma testleri için sözcük seçme ölçütlerini belirlenmiştir. Tek heceli sözcük yapısında olması, listelerin ortalama eşit zorlukta olmasının sağlanması, liste içi eşit zorlukta sözcük dizisinin yer alması, listeler arası fonetik dengelemenin sağlanması, İngilizce konuşma dilini temsil etmesi, yaygın olarak kullanılan sözcüklerden seçilmesi belirlenen ölçütlerdir. Konuşmayı tanıma testinde kullanılacak sözcükler çok kolay veya çok zor ayırt edilebilir sözcükler olmamalıdır (46, 66).

Konuşma odyometrisinde kullanılan kelime listeleri birçok dilde her dilin spesifik özellikleri dikkate alınarak oluşturulmuştur. Geliştirilen testlerde temel olarak Egan’ın kriterleri dikkate alınmıştır (46, 67).

Bir sözcüğün işitilebilirliği arttıkça doğru tekrar edilebilme oranı yükselmektedir. Fonetik değişkenler, her bir konuşma sesinin mevcut özelliklerini tanımlayan kategorik değişkenlerdir. Ünlü ve ünsüz sesler konuşmayı anlama performansını etkilediği düşünülen fonetik değişkenlerdir (68).

Fonetiğin algısal karşılığı fonemiktir. Fonetik, konuşma sesinin fizyolojik ve fiziksel özelliklerini inceleyen bir bilim dalıdır. Konuşmanın anlaşılabilirliği üzerine geliştirilmiş testler genel olarak “fonetik dengeli” olarak anılmaktadır. Fonemik dengeleme kriteri, tek heceli konuşma listeleri hazırlanırken, güvenilirlik ve geçerliliğin değerlendirilmesinde kullanılan bir kriterdir (69). Fonetik terimi, Amerikan dil biliminde kullanıldığı üzere konuşmanın fizyolojik ve akustik özelliklerine işaret eden anlam taşır. İşitsel fonetik ise

konuşmanın kulak yordamıyla mekanik olarak analizini ifade eder. Bu analizde dinleyicinin linguistik alt yapısı işittiği konuşmaya ilişkin algılarını etkiler (70).

Araştırmacılar, sözcük listelerinin oluşturulmasında İngilizce konuşma dilinin fonetik kompozisyonunun dikkate alınmasını önermiş olsa da çeşitli çalışmalar bu tanımlamaya göre gerçek fonetik dengeli sözcük listelerinin yapımının mümkün olmadığını göstermektedir. Fakat sözcük listelerinin belirli açıdan fonemik olarak dengelenmesi gerekmektedir. İlk adım olarak, listeler arasında başta yer alan sessizin, ortadaki seslinin ve sondaki sessizin kullanım sıklığı eşitlenmelidir (71).

Seslerin konuşmadaki sıklığının yaklaşık olarak kestirilmesi mümkün iken konuşmadaki gerçek dağılım, konuşulan konuya ve kimin konuştuğuna göre değişir. Konuşma sesi eklenen seslere göre değişkenlik gösterir. Bu nedenle, gerçek anlamda fonetik dengeli bir liste oluşturulması olanaksızdır. Listeleri daha homojen hale getirebilmek ve fonemik dengeyi sağlayabilmek için Lehiste ve Peterson sessiz-çekirdek-sessiz modeli geliştirmişlerdir. Burada çekirdek, ya bir ünlü ya da iki ünlü harftir (70, 71).

Konuşma tanıma testlerinde kullanılan materyaller, anlamlı ya da anlamsız tek heceden, iki ya da üç heceli sözcüklerden ya da cümlelerden oluşmaktadır. Yapılan araştırmalar, konuşma test materyalinin içerdiği fonem, hece veya sözcük sayısındaki artışın konuşmayı alma eşiğini düşürürken, tanıma yüzdesini arttırdığını göstermektedir (72).

Her bir sözcüğün içerdiği üç fonemin (sessiz-sesli-sessiz fonemler tarzında) birbirinden ayrı biçimde skorlanması, test materyallerinin sayısını üç katına çıkarmaktadır. Diğer bir deyişle, $(25 \text{ sözcük}) \times (3 \text{ fonem}) = 75 \text{ fonem}$. Listelerde fonem sayısındaki bu artış, testin güvenilirliği üzerine etkilidir. Bu dinleme anında küçük farklılıkların algılandığı anlamına gelmektedir (73). Açık uçlu tek heceli konuşmayı tanıma testlerinin odyolojik değerlendirmelerde yaygın olarak kullanıldığını belirtmektedir (74).

Okuyucu seçildikten sonra test-tekrar test güvenilirliği için listenin canlı ses yerine kaydı yapılmış ses ile kullanılması tercih edilmelidir (32). Konuşma seslerinin canlı ses ile yapılması pek çok odyolog tarafından tercih edilmesine rağmen standardizasyonu iyi sağlanamayan bir yöntemdir (75) Genellikle cihazdan kulaklık aracılığı ile hastaya aktarılan canlı ses ile farklı konuşmacılar veya aynı konuşmacının farklı zamanlarda yaptığı testlerde elde edilen konuşmayı ayırt etme skorları arasında tutarlılık

bulunmamaktadır. Bu nedenle, konuşma testlerinin standardize edilebilmesi ve test yeniden test tutarlılığının sağlanabilmesi için kayıtlı ses kullanılması önerilmektedir. Kayıtlı ses ile sesin değişkenliği, hastanın dudak okuması, VU (volume meter unit) takibi gibi değişkenlik yaratacak bazı etmenler ortadan kaldırılmaktadır (76).

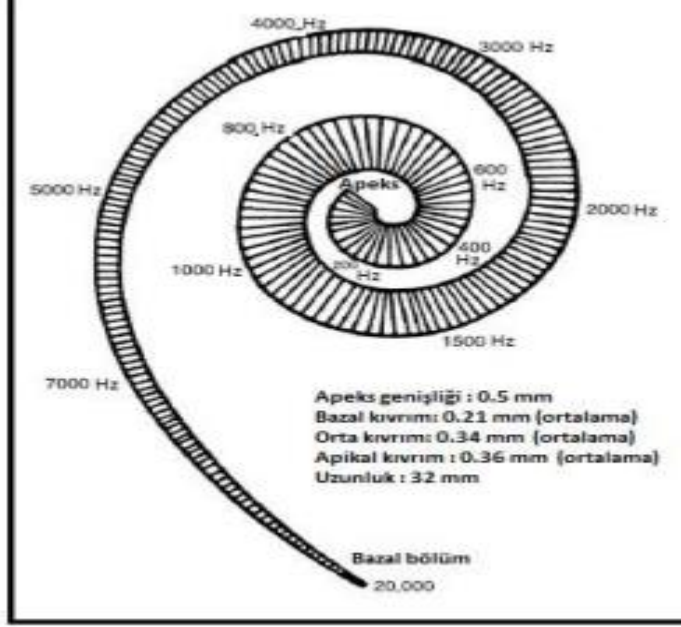
Türkçede külliyat çalışmalarında sözcük sıklığı analizi yapıldığında, Sessiz-Sesli-Sessiz-Sesli-Sessiz, Sessiz-Sesli-Sessiz, Sessiz-Sesli, Sessiz-Sesli-Sessiz-Sesli, Sessiz-Sesli-Sessiz-Sessiz-Sesli şeklinde en sık rastlanan sözcük yapıları olmuş (77, 78). Sessiz-Sesli-Sessiz yapısındaki tek heceli sözcükler Türkçede en sık kullanım alanına sahiptir.

2.3. İşitme Kaybının Konuşmayı Ayırt Etme Üzerine Etkisi

Normal bir insan kulağının 120 dB’lik dinamik aralıkta ses işleme kapasitesi bulunur. Çok yüksek şiddetteki konuşma seslerinin dinamik aralığı ise 70 – 85 dB *sound pressure level* (SPL). Bu aralığa genelde ünlü fonemlerde ulaşılmış olur. Bu sırada sürtünmeli ünsüzlerin şiddeti 35 dB SPL kadar düşük kalabilir. Böylelikle konuşma sesinin dinamik aralığı 50 dB’ e ulaşmış olur. Bu büyük dinamik aralık içerisinde, ses şiddeti farklılıklarının ayırt edilebilme kapasitesi değişkenlik gösterir. Sensorinöral tip işitme kaybında konuşma algılama becerisinde telafisi güç olan olumsuz etkiler görülür. Bunun nedenlerinden birisi işitsel reseptör hücrelerin duyarlılığının azalmış olmasından kaynaklanır. Ayrıca yükselen işitme eşikleri de işitmenin dinamik aralığını daraltmış olur. İleri derecede işitme kayıplı bireylerde 50 dB dinamik aralığındaki bir konuşma sesinin tüm spektrumunun işitilebilir hale gelebilmesi çok zor olacaktır (79).

Sensorinöral tip işitme kayıplarında ortaya çıkan kokleada frekans seçiciliğinin azalması ve buna bağlı olarak işlenen sesin frekans çözünürlüğünün zayıflaması işitmede konuşmayı ayırt etme becerisini azaltan önemli bir faktördür. 3.000 Hz’in üzerindeki frekanslar, konuşma dilinin tanınması için gereken konuşma ipuçlarının yaklaşık yüzde 25’ine katkıda bulunur. Frekans çözünürlüğünün özellikle gürültülü ortamlarda konuşmanın anlaşılabilirliğine katkısının da fazla olduğu görülmüştür (79, 80). Bunun sebebi ise konuşma sesleri kokleaya ulaştığında, spektral düzeyde filtrelenerek kanallara ayrılmasından kaynaklanır. Sesler birbirini tamamlayan birçok frekans bandına ayrılarak tonotopik biçimde kodlanır. Herhangi bir ses dahil olduğu spektral genişliğine bağlı olarak çok veya az sayıda frekans kanalını etkinleştirir. Sonuç olarak sensorinöral tip işitme kaybı olan bireylerde normal işiten bireylere göre etkinleşen kanal sayısı azalır.

Özellikle gürültülü veya yankılı ortamlarda konuşmanın anlaşılabilirliği bozulur (81, 82, 83, 84).



Şekil 5. İnsan baziler membranının şematik temsili (81).

Baziler membranının genişliği bazal bölümden apekse doğru artmaktadır. İlerleyen dalgaların en yüksek amplitüde ulaştığı yerler frekansa özgü olarak gösterilmiştir. Buna göre yüksek frekanslar bazal bölümde, düşük frekanslar apikal bölümde algılanmaktadır (81).

Konuşma, insanın duygu, düşünce ve isteklerini iletişim amaçlı karşı tarafa aktarmak için seslendirme organıyla ürettiği akustik sinyallerdir. Bu iletiyi oluşturan öğeler, her iki tarafın bildiği dilde yer alan bir dizi sözcüklerden oluşur. Her bir sözcük bir veya daha fazla heceden ve heceler de kendilerini oluşturan seslerin üretilme şekillerini temsil eden fonemlerden oluşur. Her bir fonem, seslendirme yerine ve yöntemine bağlı olarak, birbirinden farklı akustik örüntülere sahiptir (81).

Konuşmayı anlamada fonem algısının önemi büyüktür. Bir araya gelerek heceleri ve kelimeleri oluşturan yapılar en küçük ses birimi olan fonemlerdir. Fonemleri anlayabilmek ve ayırt edebilmek sağlıklı bir iletişim için önemlidir (84).

Fonemlerin akustik bilgilerini elde etmeyi amaçlayan çalışmalarda genellikle ötümsüz sürtünmeliler üzerine odaklanılmış ve genel şiddet araştırılmıştır. Sibilant sesler

non-sibilant seslere göre daha yüksek (10-15 dB) şiddet oranına sahiptir ancak bu iki grup birbirinden çok da farklı özellik göstermemektedir. Gürültü şiddeti, sürtünmeli sesler arasında, sesletim yeri açısından, ayırıcı bir özelliktir (85, 86).

Sibilant sesler içerisinde diş ardı damak sürtünmelileri, diş ardı sürtünmeli seslere göre daha yüksek gürültü şiddetine sahipken, non-sibilant sesler içerisinde de diş dudak sürtünmelileri, diş sürtünmeli seslere göre daha yüksek gürültü şiddetine sahiptir. Genel olarak ötümlü seslerin şiddeti ötümsüz seslere göre daha fazladır (86).

Jongman ve arkadaşları da sürtünmeli seslerin spektral özellikleri üzerine bir çalışma yapmışlardır. Sürtünmeli seslerin spektral özelliklerini belirlemişlerdir. Buna göre; diş dudak sürtünmeli seslerin /f,v/ spektral zirve konumu 7678 Hz, diş ardı sürtünmeli seslerin /s,z/ spektral zirve konumu 6882 Hz olarak bulunmuştur (87).

Tablo 4'te bazı fonetik sınıfların akustik özellikleri gösterilmektedir (88). Tabloda, ilgili fonetik sınıfın göreceli ses şiddeti, spektrumu ve süresi yer almaktadır

Tablo 4. Fonetik sınıfların akustik özellikleri (88).

<i>SINIF</i>	<i>ŞİDDET</i>	<i>SPEKTRUM</i>	<i>SÜRE</i>
Ünlüler	Çok güçlü	Düşük frekanslı	Orta-uzun
Yarı ünlü ve akıcı ünsüzler	Güçlü	Düşük frekanslı	Kısa-orta
Sürtünmeli ve yarı kapantılı ünsüzler	Orta	Yüksek frekanslı	Orta
Genizsi sesler	Orta	Çok düşük frekanslı	Kısa-orta
Kapantılılar	Zayıf	Seslendirme yerine göre değişir	Kısa
Yumuşak sürtünmeli ünsüzler	Zayıf	Düz	Kısa-orta

Gardner'ın yüksek frekanslarda işitme kaybı olan bireylerin işitme cihazı performans değerlendirmesi için geliştirdiği yüksek frekanslı ünsüz ayırt etme testinde de yüksek frekans bilgisine sahip olan ünsüzler şu şekilde belirtilmiştir: "p", "t", "k", "s", "f", "h", "q" (89).

Bazı ünsüzlerin formant örüntüleri ünlülerinkine oranla oldukça düşük amplitüdlü kalabilmektedir. Kapantılı ve sürtünmeli ünsüzlerin spektrumdaki enerji dağılımları

oldukça dağınıktır. Ayrıca, birçok ünsüzün dalga formunun periyodik bir örüntüsü yoktur ve bu ünsüzler ses tellerinin titreşmesine gerek duymazlar. Bu fonemlerin amplitüdleri genelde 30 – 50 dB aralığındadır ve komşu ünlü seslerin 40 dB kadar altında kalabilir. Ve ünsüzlerin spektral yapısında gözlenen değişimler ünlülerinkine göre oran olarak çok daha fazladır. Süreleri ise görece olarak daha kısadır (90, 91).

Konuşma sekansları arasında kapsamlı bir etkileşim olduğu spektrografik analizlerden de anlaşılmıştır. Bu yüzden başlangıçta yer alan patlamalı bir ünsüzün fonetik özellikleri, arkasında ve önünde yer alan sesliye göre değişiklik gösterebilir (71).

3.GEREÇ VE YÖNTEM

3.1.Bireyler

Bu araştırma Başkent Üniversitesi Araştırma Kurulu tarafından KA20/462 kodu ile onaylanmıştır. Başkent Üniversitesi Araştırma Fonu ile desteklenmiştir. Başkent Üniversitesi Araştırma Kurulu'ndan alınan onay sonrası 6 aylık süreçte KBB kliniğine başvuran ve odyolojik değerlendirme sonrası bilateral hafif ve orta derece sensorinöral tip işitme kaybı olan 80 birey çalışmaya dahil edilmiştir.

Çalışmaya katılım gönüllülük esasına dayandığı için ilk olarak katılımcılardan “Gönüllü Denek Bilgilendirme ve Onam Formu” nu okumaları ve imzalamaları istenmiştir.

Katılımcılara öncelikle bir KBB uzmanı tarafından tam kulak burun boğaz muayenesi yapılmıştır. Kulak muayenesi normal olan bireylere saf ses odyometri testleri ve timpanometrik testler uygulanmıştır. İşitme kaybı dereceleri ve tipi belirlenmiştir.

Hastaların çalışmaya dahil edilme kriterleri;

- 18-80 yaş aralığında olmak
- Kulak muayenesinin normal olması
- Bilateral simetrik hafif ya da orta derece sensorinöral tip işitme kaybı olması
- Kafa travması veya geçirilmiş kulak cerrahisi öyküsü olmaması
- Servikal vertebra ve boyun ile ilgili rahatsızlığı olmaması
- Ayrıca hastaların baş boyun bölgesinde radyoterapi ve kemoterapi almamış olması.

Dış kulak yolunda kitle, timpanik membranda perforasyon olan, iletim ya da mikst tip işitme kaybı olan, asimetrik işitme kaybı olan, çok hafif, çok ileri derecede işitme kaybı olan, alzheimer veya benzeri tanılanmış nörolojik hastalıkları olan hastalar çalışma dışı bırakılmıştır. İşitme cihazı kullanan hastaların teste uyum sağlayamamasından bu hastalar da çalışma dışı bırakılmıştır.

3.2. Odyolojik Değerlendirme

Tüm hastalara Zodiac 901 cihazı ile timpanometrik tetkik yapılmış ve saf ses hava yolu işitme eşikleri TDH-39P supraaural kulaklık ile 250, 500, 1000, 2000, 4000,6000 ve 8000 Hz'de belirlenmiştir. Kemik yolu işitme eşiklerine ise 500, 1000, 2000, 4000 Hz' de

Radioear B71 kemik vibratör ile bakılmıştır. Tüm hastalarda konuşma odyometrisi testleri uygulanmıştır. Ölçümler Interacoustics-Clinical Audiometer AC40 cihazı ile IAC (Industrial Acoustic Company) standardındaki sessiz odalarda yapılmıştır. 500, 1000, 2000 ve 4000 Hz frekans değerlerindeki eşikler kullanılarak SSO hesaplanmıştır. Hastaların klinikte kullanılan standart üç heceli kelime listeleri ile KAE testleri yapılmıştır. Klinikte kullanılan standart tek heceli izofonik kelime listeleri ile KAS belirlenmiştir.

3.3. Konuşma Anlaşılabilirliğinin Değerlendirilmesi

3.3.1. Kelime listelerinin oluşturulması

Türkçe 'de de tek heceli sözcükler içerisinde en sık kullanım alanına sahip olan sessiz-sesli-sessiz dizilimi ile yüksek frekans seslerini (/f/, /s/, /t/, /ş/, /ç/, /p/) içeren 288 tane anlamlı ve anlamsız tek heceli kelimedenden oluşan liste hazırlanmıştır. Bu kelimelerden fonetik dengeli olacak şekilde 150 kelime seçilip ellişer kelimedenden oluşan üç liste oluşturulmuştur. Oluşturduğumuz üç listeden ikisi sağ ve sol kulağa ayrı ayrı dinletmek için seçilmiştir. Kelime listesi 1'deki kelimeler sağ kulağa ve kelime listesi 2'deki kelimeler sol kulağa dinletilmek üzere kayıt alınmıştır.

Tablo 5. Kelime listesi 1

ÇAÇ	ÇEF	ÇİP	ÇİS	ÇOS	ÇET	ÇİF	ÇOÇ	PAÇ	PEF
PİS	PİŞ	POT	PAT	PES	POŞ	FAÇ	FET	FIÇ	FİS
FOF	FİŞ	FOT	FEP	FAS	SAÇ	SET	SİP	SİŞ	SOS
SEF	SİT	SAŞ	SİS	ŞAT	ŞES	ŞİP	ŞİŞ	ŞOÇ	ŞET
ŞİF	ŞAŞ	TAP	TET	TIÇ	TİF	TOS	TEŞ	TİP	TAF

Tablo 6. Kelime listesi 2

ÇAF	ÇEP	ÇİS	ÇİT	ÇOT	ÇAŞ	ÇİÇ	ÇEŞ	PAF	PEP
PIF	PİS	POS	PAŞ	PEÇ	POÇ	FAF	FEŞ	FİS	FİT
FOP	FEÇ	FAŞ	FEF	SAF	SEŞ	SİS	SİT	SOÇ	SEP
SOŞ	SİF	ŞAS	ŞEF	ŞİT	ŞİP	ŞOŞ	ŞAÇ	ŞOF	ŞİS
TAT	TES	TİF	TİP	TOÇ	TİŞ	TEF	TOP	ŞEP	ÇAŞ

Tablo 7. Kelime listesi 3

ÇAP	ÇES	ÇIT	ÇİP	ÇOF	ÇİF	ÇAT	ÇOP	PAS	PEŞ
PİT	PİF	POP	PAT	PİT	POF	FAP	FES	FİT	FİÇ
FOS	FİŞ	FAT	FİF	SAP	SES	SİF	SİP	SOT	SAS
SEÇ	SOF	ŞAF	ŞEÇ	ŞİS	ŞİT	ŞOP	ŞEŞ	ŞİF	ŞOT
TAŞ	TEP	TİT	TİÇ	TOF	TAS	TOŞ	TEÇ	FEF	SAT

Listelerdeki tek heceli kelimeler bir kadın seslendirici tarafından okunmuştur. Profesyonel kayıt stüdyosunda İOS Logic Pro X yazılımı kullanılarak kayıt alınmıştır. Tam ses yalıtımlı bu stüdyoda eko önleyici materyaller kullanılmıştır. Mikrofonun okuyucudan uzaklığı yaklaşık 20 cm ve okuyucuya göre mikrofonun açısı 0° azimuth olarak ayarlanmıştır. Sesler standartlara uygun olarak wav dosyası şeklinde 44100 Hz, 16 bit ve stereo özelliğinde kayıt edilmiştir. Takstar Tak55 geniş diyafram kondansatör mikrofon ile kayıt edilmiştir. Hastalara sunulacak seslerin dinletme aşamasında oluşabilecek ses yüksekliği farklılıklarının ortadan kaldırılması için peak to peak amplitüdlere kalibrasyon ton sinyali eşitlenmiştir. Fonemlerinin şiddetleri ile oynanmamış kelimeler 1. versiyon olarak adlandırılmıştır.

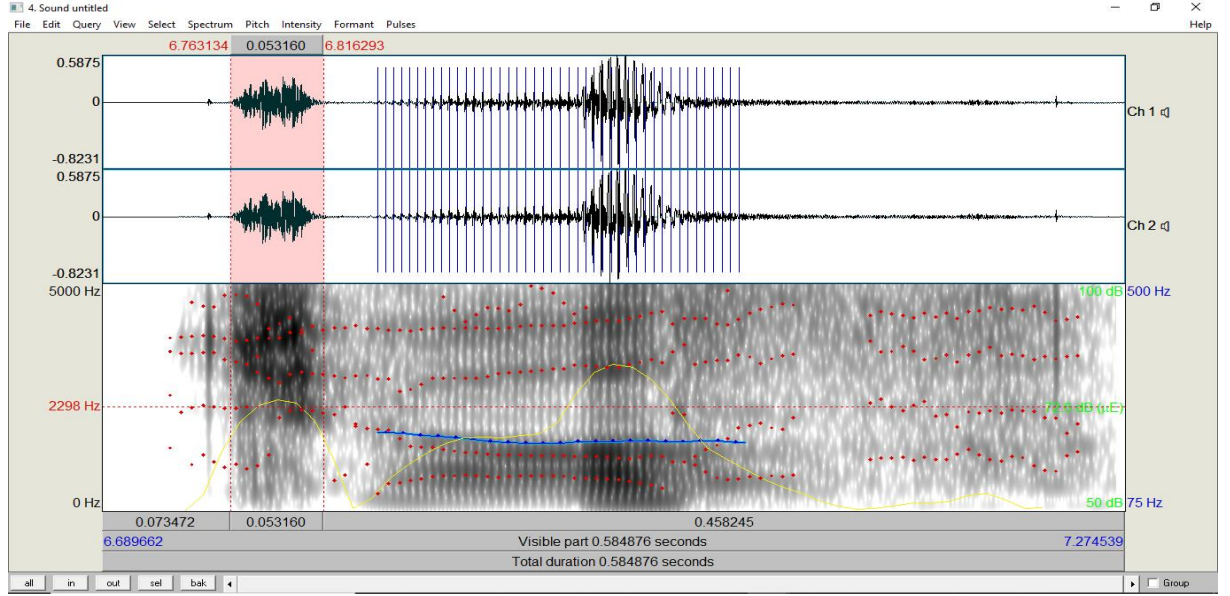
Daha sonra kayıt alınan kelimelerde ünlü seslerin eşik değerleri 40 dB, gürültü tabanı 50 dB oranında düşürülmüş ve ünsüz seslere göre 5:1 oranında sıkıştırılmıştır. Kelimelerin şiddetlerinin yeniden düzenlendiği bu versiyonları 2. Versiyon olarak adlandırılmıştır. Elde edilen sonuçların birbiri ile temel frekans ve formantlar yönünden tutarlılığı PRAAT akustik ses analiz programı ile incelenmiştir.

Tablo 8. /Çaç/ sözcüğü yoğunluk (dB) değerleri

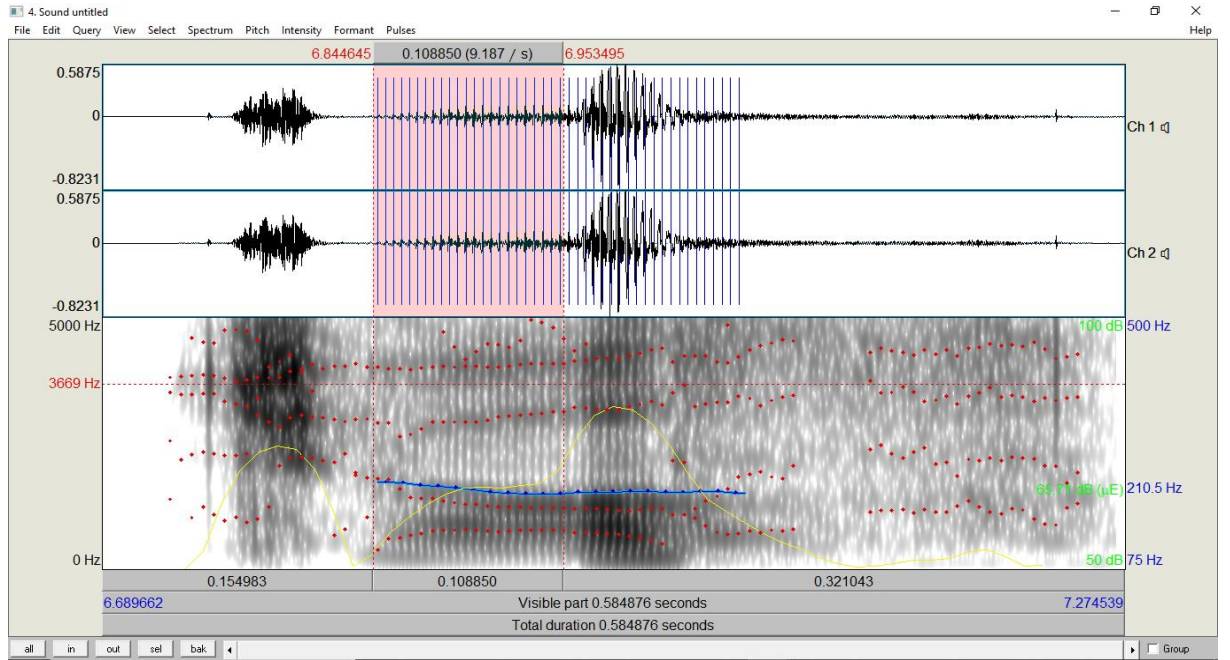
Yoğunluk (dB)	/ç/	/a/	/ç/
Frame 1	73.217160 dB	66.167620 dB	81.608388 dB
Frame 2	74.527773 dB	66.325598 dB	78.868526 dB
Frame 3	73.817018 dB	66.208421 dB	74.501989 dB
Ortalama frame	73.84 dB	66.22 dB	78.32 dB

Her sesin analizinde *voice onsets* takip eden ilk 3 *frame* kullanıldı. İlk üç *frame* ortalaması ele alınarak ses çıkış güçleri PRAAT ses analiz programı ile incelenmiştir. Buna

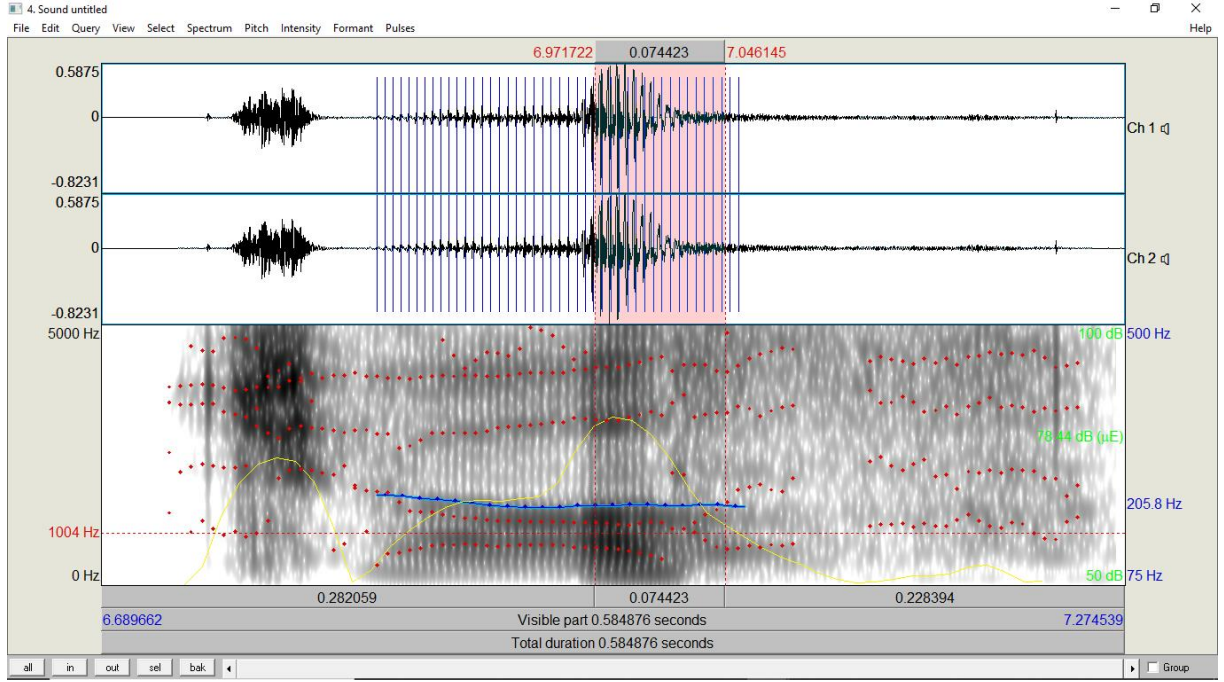
göre /a/ ünlüsünün çıkış şiddeti ortalama olarak sözcük başındaki /ç/ ünsüzüne göre 7 dB, sözcük sonundaki /ç/ sesbirimine göre 12.10 dB düşürülmüştür.



Şekil 6. “çaç” kelimesi ilk /ç/ ses birimi



Şekil 7. “çaç” kelimesi /a/ ses birimi



Şekil 8. “çaç” kelimesi son /ç/ ses birimi

3.3.2. Kelime listelerinin sunumu

Hafif veya orta derecede SNİK olan hastalara profesyonel ses stüdyosunda kayıt alınan sesler Interacoustics-Clinical Audiometer AC40 cihazına bağlanan aux ses kablosu aracılığı ile TDH-39P supraaural kulaklıktan dinletilmiştir.

1. KAS ölçümü olarak;

Liste1'deki seslerin 1. versiyonları sağ kulağa, liste 2'deki kelimelerin 1.versiyonları sol kulağa dinletilmiştir.

2. KAS ölçümü olarak;

Bir gün sonra sağ kulağa liste 1'in 2.versiyonları; sol kulağa liste 2'nin 2. versiyonları dinletilmiştir. Böylece 1. ve 2. KAS elde edilmiştir.

Hastalara her iki ölçümde de kelimelerin sunulma şiddeti KAE + 40 (MCL) olarak belirlenmiştir.

3.4.İstatistiksel Yöntem

Verilerin normal dağılıma uygunluğu Shaphiro Wilk testi kullanılarak incelenmiştir. Normal dağılıma sahip özelliklerin İşitme kaybı ve cinsiyet gruplarında karşılaştırılması

Student t testi, normal dağılmayan özelliklerin gruplar arasında karşılaştırılmasında ise Mann Whitney u testi kullanılmıştır. Birinci ve ikinci ölçümlerin karşılaştırılması ise Wilcoxon işaret sıra testi kullanılarak incelenmiştir. Tanımlayıcı istatistik olarak sayısal değişkenler için ortalama $\pm$ standart sapma, kategorik değişkenler için ise sayı ve % değerleri verilmiştir. İstatistiksel analizler için SPSS Windows version 24.0 paket programı kullanılmış ve $p < 0.05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

4.BULGULAR

4.1.Demografik Veriler

Çalışma 80 kişinin katılımı ile gerçekleştirilmiştir. Katılımcıların 49'u (%61,3) kadın, 31'i (%38,8) erkektir. İşitme kaybı orta derece olan olan 31, hafif derece olan 49 birey çalışmaya dahil edilmiştir. Ölçümlerle ilgili genel özellikler Tablo 9'da verilmiştir.

Tablo 9. Katılımcıların genel özelliklerinin dağılımı

		n	%
Cinsiyet	kadın	49	61,3
	erkek	31	38,8
İşitme kaybı derecesi	hafif	49	61,3
	orta	31	38,8
Yaş ortalama $\pm$ SS (M) (min-max)	59,09 $\pm$ 12,90 (60)		
KAS sağ yüzde ortalama $\pm$ SS (M) (min-max)	76,20 $\pm$ 15,39 (80)		
KAS sol yüzde ortalama $\pm$ SS (M) (min-max)	75,65 $\pm$ 15,68 (88)		

SS: Standart Sapma, M:medyan, n: örneklem büyüklüğü, min: minimum, max: maksimum

Yaş, sağ KAS ve sol KAS yüzdesi parametrelerinin ortalama, standart sapma ve medyan değerleri tablo 9'da sunulmuştur. Katılımcıların yaş ortalaması 59,09 $\pm$ 12,90 olarak bulunmuştur. Sağ KAS 76,20 $\pm$ 15,39 ve medyanı 80 olarak, sol KAS 75,65 $\pm$ 15,68 ve medyanı 88 olarak bulunmuştur.

4.2. Test Sonucu Bulguları

Tablo 10. Birinci ve ikinci KAS ölçümleri ve arasındaki farklar

	SAĞ	SOL	z	p ¹
	Ort±SS, (min-max)	Ort±SS, (min-max)		
KAS 1. Ölçüm (%)	48,60±23,24	47,08±23,10	-374	0,709
KAS 2.ölçüm (%)	37,08±23,73	37,25±22,91	-0,043	0,966
z; p²	-0,511; 0,610	-0,255;0,822		

¹Mann Whitney U test ²Wilcoxon testi SS:Standart Sapma,

Sağ KAS skorlarının 1.ölçüm değerleri (48,60±23,24) sağ KAS skorlarının 2. ölçüm değerlerine (37,08±23,73) göre daha yüksek gözlenirse de ilgili farkın istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olmadığı gözlenmiştir (p=0,610). Benzer olarak sol kulakta da 1.ve 2. ölçüm skorlarının farkı da istatistiksel açıdan anlamlı düzeyde görülmemiştir (p=0,822).

Sağ ve sol kulakların birinci ölçüm skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark gözlenmemiştir (p=0,709). Sağ ve sol kulağın ikinci ölçüm skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde fark gözlenmemiştir (p=0,966).

Bu sonuçlara göre sensorinöral tip işitme kaybında fonemlerin şiddet bazında artırılarak hastaya sunulması konuşma ayırt etme skorlarını artırır hipotezi kabul edilememiştir.

Tablo 11. İşitme kaybı gruplarının parametrelerinin ilk ve ikinci ölçüm düzeylerinin grup içi ve gruplar arasında karşılaştırılması

		Hafif	Orta	z	p ¹
		Ort±SS	Ort±SS		
Sağ KAS (%)	1.	58,57±18,74	32,84±21,01	-4,82	0,001
	2.	47,88±18,82	20,00±20,75	-5,16	0,001
	Test; p ²	-3,89;0,001	-3,76;0,001		
Sol KAS (%)	1.	56,04±19,93	32,90±20,76	-4,46	0,001
	2.	46,33±20,27	22,90±19,43	-4,54	0,001
	z; p ²	-4,01;0,001	-4,21; 0,001		

¹Mann Whitney U tes ²Wilcoxon testi SS:Standart Sapma

Hafif ve orta derecede işitme kaybı yaşayan bireyler arasında sağ KAS ve sol KAS skorlarında hem 1. ölçüm hem de 2. ölçümleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur (p=0,001).

Hafif derecede işitme kaybı olan bireylerde sağ KAS 1. ölçüm skorlarının (58,57±18,74) orta düzey işitme kaybı olan bireylerdeki sağ KAS 1. ölçüm skorlarına (32,84±21,01) kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu görülmüştür. Benzer farklılık sağ KAS 2. ölçüm skorlarında gözlenmiştir (p=0,001).

Hafif derecede işitme kaybı olan bireylerde sol KAS 1. ölçüm skorlarının (56,04±19,93) orta düzey işitme kaybı olan bireylerdeki sol KAS 1. ölçüm skorlarına (32,90±20,76) kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu görülmüştür. Benzer farklılık sol KAS 2. ölçüm skorlarında gözlenmiştir (p=0,001).

Hafif derecede işitme kaybı olan bireylerde 1. ve 2. ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmiştir (p=0,001). Benzer olarak orta düzeyde işitme kaybı yaşayanlarda da 1. ve 2. ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılıklar gözlenmiştir (p=0,001).

Hafif derecede işitme kaybı yaşayan bireylerin sağ 1. KAS ölçüm değerlerinin $58,57 \pm 18,74$ sağ 2. KAS ölçüm değerlerine $47,88 \pm 18,82$ kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu gözlenmiştir ($p=0,001$). Orta düzeyde işitme kaybı yaşayan bireylerde benzer olarak sağ KAS 1. ölçümlerin 2. ölçümlere kıyasla anlamlı düzeyde yüksek olduğu görülmüştür ($p=0,001$).

Hafif derecede işitme kaybı olan bireylerin sol 1.KAS ölçüm değerlerinin $56,04 \pm 19,93$ Sol 2. KAS ölçüm değerlerine $46,33 \pm 20,27$ kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu gözlenmiştir ($p=0,001$). Orta düzeyde işitme kaybı yaşayan bireylerde benzer olarak sol KAS 1. ölçümlerin 2. ölçümlere kıyasla anlamlı düzeyde yüksek olduğu görülmüştür ($p=0,001$).

Tablo 12. Cinsiyete göre 1. ve 2. ölçüm düzeylerinin sağ ve sol kulak için karşılaştırılması (cinsiyet değişkenlerinin parametrelerinin ilk ve ikinci ölçüm düzeylerinin grup içi ve gruplar arasında karşılaştırılması)

		Kadın	Erkek	z	p1
		Ort±SS	Ort±SS		
Sağ KAS (%)	1.	51,67±21,44	43,74±25,45	-1,43	0,152
	2.	39,06±23,92	33,94±23,60	-1,01	0,313
	Test; p2	-4,27; 0,001	-4,66; 0,001		
Sol KAS (%)	1.	50,33±22,09	41,94±24,04	-1,66	0,096
	2.	39,84±22,66	33,16±23,08	-1,22	0,222
	z; p2	-3,22; 0,001	-3,29; 0,001		

¹Mann Whitney U test ²Wilcoxon testi SS:Standart Sapma

Sağ KAS ve sol KAS 1. ve 2. ölçümlerinin değerlerinde kadın ve erkekler arasında anlamlı düzeyde farklılıklara rastlanmamıştır ($p>0,05$).

Kadınlarda sağ 1.KAS ölçüm değerlerinin $51,67 \pm 21,44$ sağ KAS 2. Ölçüm değerlerine $39,06 \pm 23,92$ kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu gözlenmiştir ($p=0,001$). Erkeklerde de benzer olarak sağ KAS 1. ölçümlerin 2. ölçümlere kıyasla anlamlı düzeyde yüksek olduğu görülmüştür ($p=0,001$).

Kadınlarda sol KAS 1.ölçüm değerlerinin $50,33 \pm 22,09$ sol KAS 2. ölçüm değerlerine $39,84 \pm 22,66$ kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu gözlenmiştir

($p=0,001$). Erkeklerde de benzer olarak sol KAS 1. ölçümlerin 2. ölçümlere kıyasla anlamlı düzeyde yüksek olduğu görülmüştür ($p=0,001$).

Tablo 13. Ölçüm farklarının (1. Ve 2. Ölçüm) cinsiyet ve işitme kaybı düzeylerinde incelenmesi

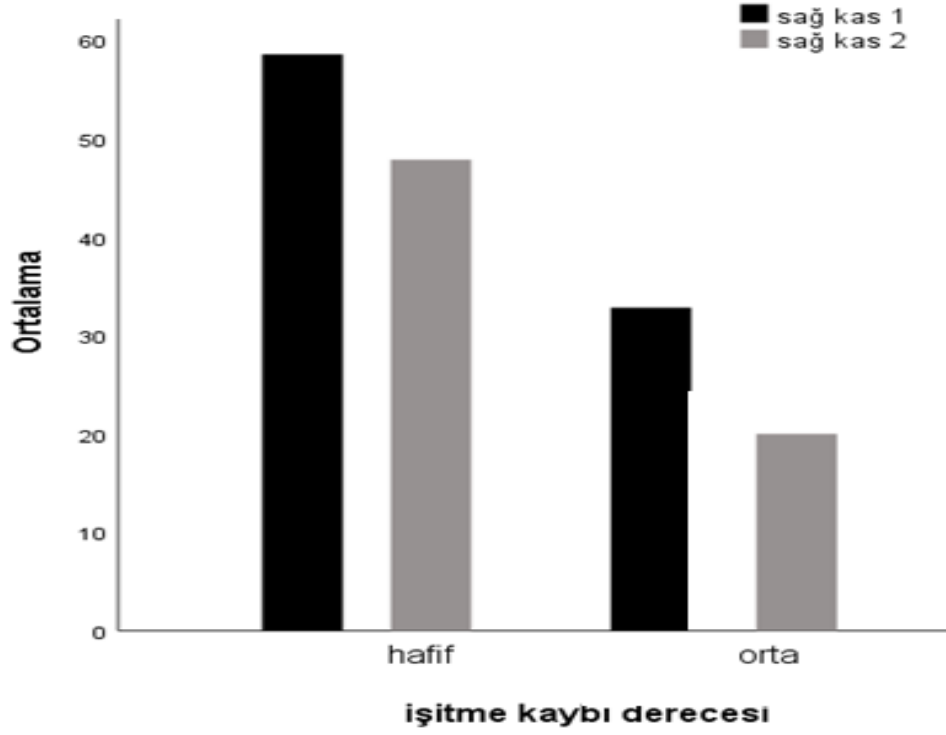
	Sağ	Sol
	Ort±SS	Ort±SS
Cinsiyet		
Kadın	12,61±17,28	10,49±14,41
Erkek	9,81±14,54	8,77±12,50
Test; p	-0,85; 0,392	-0,94; 0,350
İşitme Kaybı		
Hafif	10,69±16,73	9,71±15,90
Orta	12,84±15,61	10,00±9,25
Test; p	-0,36; 0,718	-0,31; 0,755

P değeri Mann Whitney U testinden elde edildi. SS: Standart Sapma

Sağ KAS ölçüm farkları için kadın ve erkekler arasında anlamlı düzeyde farklılıklara rastlanmamıştır ($p=0.392$). Benzer olarak sol KAS ölçüm farkları kadın ve erkekler arasında anlamlı düzeyde farklılıklara rastlanmamıştır ($p=0.350$).

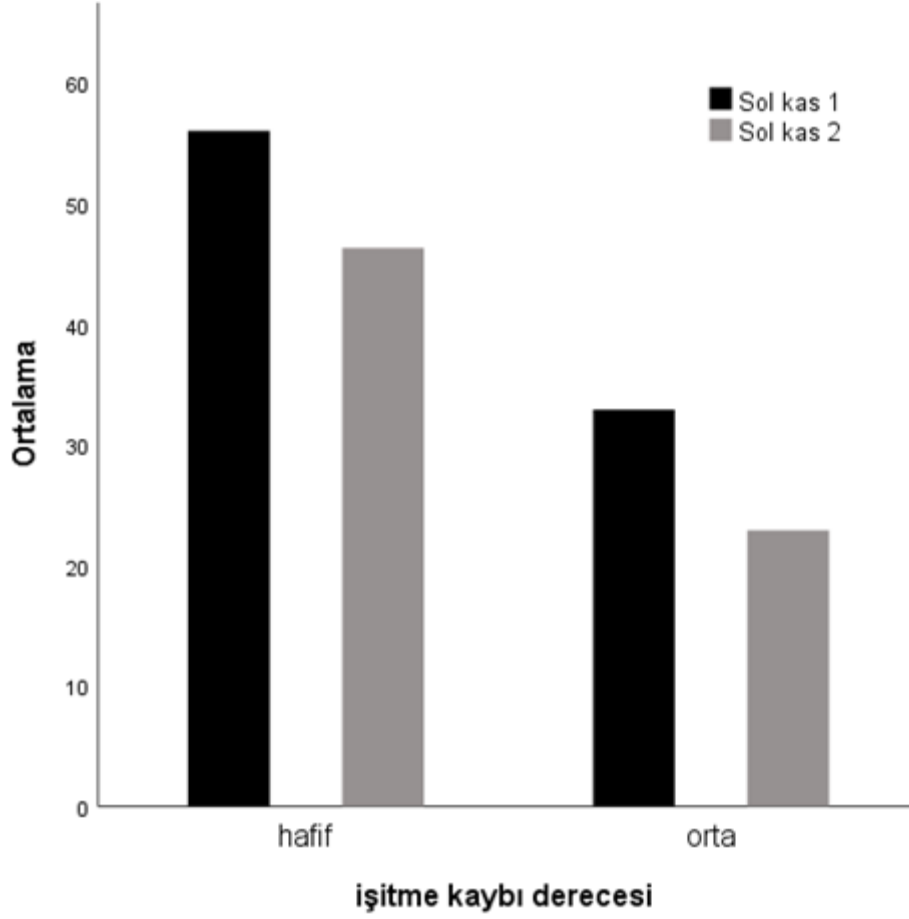
Sağ KAS ölçüm farkları için işitme kaybı derecesi hafif ve orta olanlar karşılaştırıldığında anlamlı düzeyde farklılıklara rastlanmamıştır ($p=0.718$). Benzer olarak sol KAS ölçüm farkları için hafif ve orta derecede işitme kaybı olanlar karşılaştırıldığında anlamlı düzeyde farklılıklara rastlanmamıştır ($p=0.755$).

Sağ KAS 1. ve 2. ölçüm değerlerinin işitme gruplarında bar grafiği ile gösterimi Şekil 9’da gösterilmiştir.

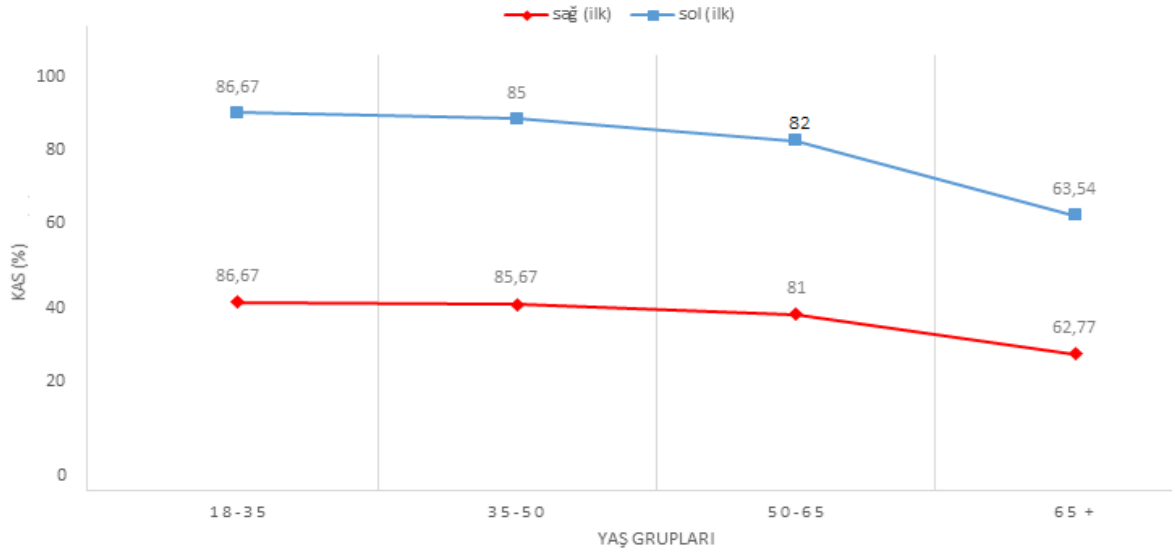


Şekil 9. Sağ KAS değerlerinin hafif ve orta derecede işitme kaybı gruplarında bar grafikleri

Sol kas 1. ve 2. ölçüm değerlerinin işitme gruplarında bar grafiği ile gösterimi Şekil 10' da gösterilmiştir.

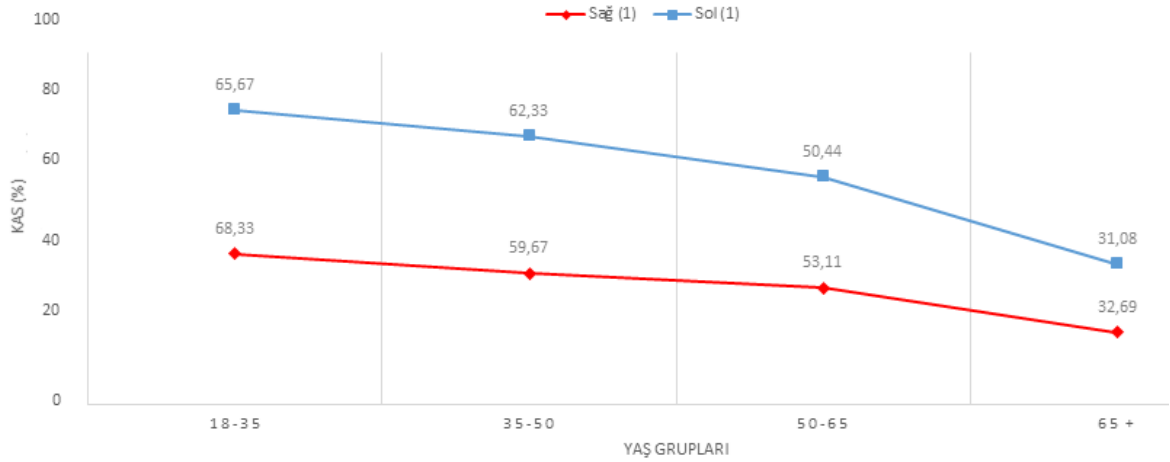


Şekil 10. Sol KAS değerlerinin hafif ve orta derece işitme kaybı gruplarında bar grafikleri



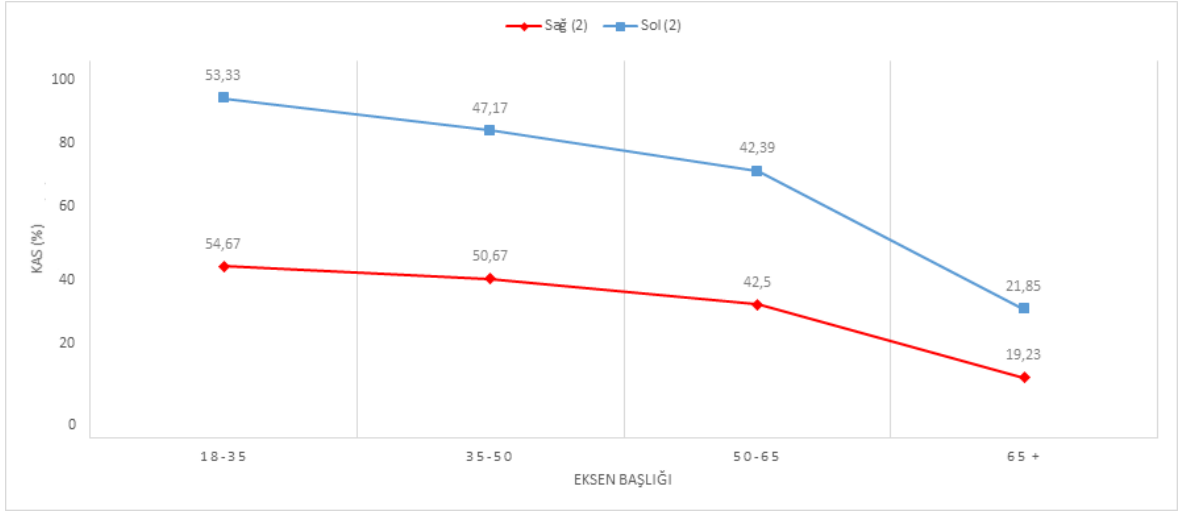
Şekil 11. Yaş gruplarına göre hastaların rutin uygulanan KAS (ilk) değerlerinin ortalamaları

Klinikte uygulanan rutin KAS sonuçlarının yaş gruplarına göre ortalaması şekil 11’de verilmiştir. Yaş artışı ile beraber KAS değerleri düşmüştür. Sağ ve sol kulak için KAS değerleri yakın ortalamalara sahiptir.



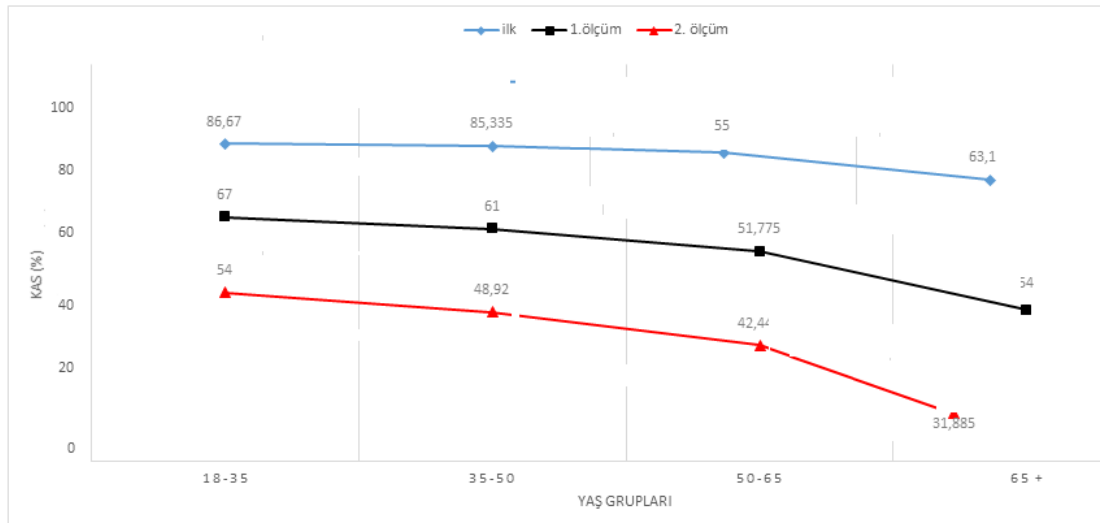
Şekil 12. Yaş gruplarına göre hastaların 1. ölçüm KAS değerlerinin sağ ve sol kulak için ortalamaları

Yaş gruplarına göre hastalara 1.versiyon kelime listeleri ile yaptığımız sağ ve sol KAS 1.ölçüm değerlerinin ortalamaları şekil 12’ de verilmiştir. Sağ ve sol kulak için ölçüm sonuçlarının ortalamaları yakın değerlere sahiptir.



Şekil 13. Yaş gruplarına göre hastaların 2. ölçüm KAS değerlerinin sağ ve sol kulak için ortalamaları

Yaş gruplarına göre hastalara 2.versiyon kelime listeleri ile yaptığımız sağ ve sol KAS 2.ölçüm değerlerinin ortalamaları şekil 13’ te verilmiştir. Sağ ve sol kulak skorlarının ortalamaları yakın değerlere sahiptir.



Şekil 14. Yaş gruplarına göre 160 kulağın ilk, 1. ve 2. ölçüm KAS değerlerinin ortalamaları

Şekil 14’te yaş gruplarına göre 160 kulağın sırası ile ilk ölçüm, 1. ve 2. ölçüm sonuçlarının ortalamaları verilmiştir. Yaşın artması ile değerlerde düşüş gözlenmiştir. Tüm yaş gruplarında ilk ölçümlerin sonuçları en yüksek değerlere sahipken 2. ölçüm sonuçları en düşük değerlere sahiptir.

5.TARTIŞMA

Konuşulanları duymak ve anlamak hayatımızda büyük bir öneme sahiptir. Sensorinöral tip işitme kaybında özellikle kokleada oluşan hasardan dolayı spektral çözünürlükte belirgin düşüş mevcut olur (3). SNİK konuşma anlaşılabilirliğini ciddi oranda düşürür. Kokleayı etkileyen bir patoloji konuşma sinyalinde yer alan spektral bilginin işitsel kortekste tam olarak çözümlenememesine neden olur. Bu da sözcükleri oluşturan fonemlerin doğru biçimde algılanamamasına yol açar (4).

Araştırmamızda sensorinöral tip işitme kaybı olan bireylerde görülen düşük ayırt etme skorlarını daha iyi seviyelerde elde etmek amaçlanmıştır. Sensorinöral tip işitme kaybı olan bireylerde özellikle yüksek frekans ünsüzlerinin (/s/, /f/ /t/, /p/, /ş/, /ç/) anlaşılabilirliğini arttırmaya yönelik bir metot geliştirmek bu hastaların rehabilitasyon süreçleri için önemlilik göstermektedir. Çalışmamızda frekans bilgileri değiştirilmeden fonemlerde şiddet bazında artırımlar yaptığımız tek heceli kelimeler hastalara dinletilerek ayırt etme skorları değerlendirilmiş ve anlaşılabilirlik düzeylerinde değişim olup olmadığı incelenmiştir.

Çalışmamız seslerin şiddetine odaklanmıştır. Literatürü incelediğimiz zaman bu ve benzeri çalışmalara rastlamadık. Frekans üzerine yoğunlaşmış birçok çalışma ise mevcuttu. Bunlardan biri olan Picou ve ark. (2015) yaptıkları çalışmada bilateral hafif-orta derecede yüksek frekanslara doğru artış gösteren sensörinöral tip işitme kaybı olan bireylerde lineer olmayan frekans sıkıştırmanın konuşmanın anlaşılabilirliği üzerine etkisi değerlendirmiştir. Lineer olmayan frekans sıkıştırma ile ünsüz tanıma performansında iyileşme meydana gelmediği belirtilmiştir (92).

Frekansa özel değerlendirme yapmak üzere geliştirilmiş sözcük tanıma testleri de ayrıca literatürde yer almaktadır. Gardner' in "Yüksek Frekanslı Ünsüz Ayırt Etme Testi" ve Pascoe'nin "Yüksek Frekanslı Sözcük Listesi" bunlara örnek olarak gösterilebilir. Bu listeler ise işitme kayıplı bireylerin yüksek frekanslardaki sözcükleri tanıma becerilerini değerlendirmek için geliştirilmiştir. Bu listeler tablo 14 ve tablo 15' te gösterilmiştir (89, 93)

Tablo 14. Gardner’ın yüksek frekanslı ünsüz ayırt etme testinin sözcük listeleri. Sözcükler ağırlıklı olarak “p”, “t”, “k”, “s”, “f”, “q” ve “h” ünsüzlerinden oluşmaktadır (89).

LİSTE 1				
1. kits	2. sip	3. tipped	4. sis	5. tip
6. kick	7. skips	8. ticks	9. hiss	10. hicks
11. skits	12. kit	13. pit	14. hick	15. picks
16. hit	17. six	18. fixed	19. kiss	20. skit
21. spit	22. hits	23. ticked	24. fit	25. sipped

LİSTE 2				
1. kicked	2. hips	3. fits	4. fix	5. stick
6. its	7. tick	8. tips	9. pick	10. skipped
11. hip	12. sips	13. sit	14. stiff	15. fist
16. skip	17. pits	18. thick	19. hissed	20. spits
21. sick	22. kicks	23. sits	24. picked	25. kissed

Tablo 15. Pascoe ‘nin yüksek frekanslı kelime listesi (93).

HIGH-FREQUENCY WORD LIST (HF)				
1. Chick	11. Sick	21. Boat	31. Oat	41. Grime
2. Chip	12. Sift	22. Coke	32. Poke	42. Grind
3. Hick	13. Sip	23. Coast	33. Pope	43. Lime
4. Hip	14. Sippet	24. Folk	34. Road	44. Line
5. Hiss	15. Sis	25. Goad	35. Robe	45. Mime
6. Hit	16. Sit	26. Goat	36. Rope	46. Mine
7. Hits	17. Skip	27. Hope	37. Row	47. Nine
8. Pip	18. Skit	28. Load	38. Soak	48. Rhine
9. Pit	19. Thick	29. Low	39. Soap	49. Rhyme
10. Ship	20. Tip	30. Oak	40. Wrote	50. Wine

Hacettepe Frekansa Spesifik Konuşmayı Ayırt Etme Testi yine frekansa spesifik test yapmak için geliştirilen testlerden biridir. Sözcüklerin spektral analizlerine göre oluşturulmuş bu listeler Türkçedir. Kelimelerin spektral özelliklerine göre dört ayrı kategori oluşturulmuştur (94).

Tablo 16. Hacettepe Frekansa Spesifik Konuşmayı Ayırt Etme Testi'nde yer alan listelerin frekans aralıkları, ortalamaları, standart sapmaları (94).

F-KAT Listeleri	Frekans Aralığı (Hz)	Ortalama (Hz)	SS
Liste1 (L1)	211-998	419.27	± 218.16
Liste 2 (L2)	1199-3862	2447.76	± 1009.03
Liste 3 (L3)	4082-5993	4627.06	± 460.45
Liste 4 (L4)	6872-10 652	7796.19	± 1458.04

Çalışmamızda yaş artışı ile KAS skorlarının düştüğü, 1. ölçüm ve 2. ölçüm sonuçlarının azaldığı ortaya konulmuştur. Bu veriler doğrultusunda yaşın artmasıyla sinapsların plastisite yapma durumunun azalmasından kaynaklı anlaşılabilirliğin düştüğünü düşünmekteyiz.

Korti organındaki duyu hücreleri yüksek sesten, mekanik travmalardan ya da enfeksiyon, hipoksi gibi nedenlerle oluşan fizyolojik değişikliklerden zarar görebilir. Bu değişiklikler apoptoz yolu ile duyu hücrelerinin kaybına neden olarak dejeneratif değişikliklere sebebiyet verir. Ayrıca yaş artışı ile birlikte de duyu hücrelerinde azalma görülür. Bu gibi durumlarda kokleanın apeksinde bulunan hücreler genellikle ilk kaybolan hücreler olurlar (95).

Koklea ya da koklear sinir hasarından sonra oluşan işitme kaybının geri dönüşümünün mümkün olmadığı bilinmekle birlikte bunun nedeni memelilerde nöronların ve duyu hücrelerinin yeniden oluşmaması ve plastisite durumunun yokluğudur. Weinberger'in yaptığı çalışmada işitsel öğrenmenin ve işitsel girdinin plastisiteyi içereceği varsayılırken, bu durumun şaşırtıcı bir şekilde öyle olmadığı görülmüştür (96).

Yaşlılıkla birlikte işitme hassasiyetinin sinaptik plastisiteye rağmen genellikle azaldığı fakat tamamen kaybolmadığı belirtilmiş. Bazı sinapsların plastisite oluşturma performansı yaşla birlikte önemli miktarda azalır. Anlaşılabilirliğin azalmaması için plastisite kaybının telafi edilmesinin gerekli olduğu belirtilmiştir (96).

Smith ve ark.'nın yaptığı çalışmada ise sensorinöral işitme kaybı olan yaşlı bireylerde algı güçlüklerinin sebebinin işitme eşiklerinin yükselmesi, işitsel işleme bozuklukların olması, koklea ve nöral yollardaki çeşitli hasar türleri olduğu belirtilmiştir (97).

Çalışmamızda frekansa spesifik inceleme yapılmamıştır fakat yapılmış çalışmalar mevcuttur. Priede ve ark.'nın yaptığı çalışmada ise 250 Hz veya 4000 Hz' de nispeten iyi işitmenin bazen konuşmayı ayırt etme skorlarına önemli ölçüde katkıda bulunabileceğini bildirilmiştir. Bu frekanslarda nispeten işitmenin kötü olmasının ise tam tersi etki yapacağını belirtmişlerdir (75). Yapılacak olan gelecek çalışmalar için frekans eşiklerinin konuşma skorlarına katkısı değerlendirilebilir.

Çalışmamızda fonemlerin şiddetleri arttırılmış tek heceli kelimeleri hastalarımızın ikinci bir dil gibi ya da farklı bir seslendirme olarak algıladıklarını düşünmekteyiz. Bu yüzden de anlaşılabilirliği arttırmak yönünde istenilen sonuç elde edilememiş olabilir. Literatüre baktığımızda hastaların eğitim düzeylerinin yanı sıra ikinci dil bilgileri, sosyoekonomik yapılarının da konuşma listelerindeki kelimeleri anlamalarında ve tekrar edebilmelerinde etkili olduğu belirtilmiştir. Bu farklılıklar konuşmayı anlama kapasitesinin kapsamlı bir tanımına ulaşmayı zorlaştırmaktadır (54). Gelecek dönemde yapılacak olan konuşma anlaşılabilirliğinin inceleneceği çalışmalar için eğitim seviyesi ya da ikinci dil bilgisini kategorik bir değişken olarak değerlendirebileceğimizi göstermiştir.

Çalışmamızın sonuçlarına göre kadınlar ve erkekler kıyaslandığında ölçümler arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir. Veriler doğrultusunda cinsiyetin anlaşılabilirlik üzerine etkisi olduğunu düşünmemekteyiz.

Thornton ve ark. cinsiyet farklılığının konuşmayı anlaşılabilirliği üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Sessiz ve gürültülü ortamda 21 erkek ve 21 kadın katılımcı ile çalışma yapılmıştır. Bulgular, konuşmayı ayırt etmeye yönelik erken dikkat mekanizmalarının, kadınlarda duyu-motor inhibisyonu ve erkeklerde öngörücü duyu-motor aktivasyonu ile karakterize olduğunu göstermiştir. Her iki cinsiyet de gürültülü ortam koşullarında sessiz ortama göre daha güçlü sensorimotor inhibisyonu gerçekleştirmiştir. Sessiz ve gürültülü koşullar arasındaki nöral aktivasyon farkı erkeklerde kadınlardan daha fazla olmuştur. Erkeklerin ve kadınların konuşmayı ayırt etmek için temelde farklı ancak benzer şekilde olumsuz koşullara uyarlanabilir erken duysal-motor işleme sergilediklerini öne sürmüşlerdir. Tüm bu sonuçlara EEG dataları ile ulaşılmıştır. Buradaki sonuçlar geleneksel

konusma anlaşılrlığı değerdendirme yöntemleri ile elde edilmemiş olup nöro görüntüleme teknikleri ile elde edilmiştir (98).

Beklenenin aksine konuşma anlaşılrlıklarında düşüş gerçekleşmesi 2. ölçümlerde kullanılan kelimelerde distorsiyon faktörünün etkili olabileceğini göstermiştir. Distorsiyon, konuşma sesinin netliğinin bozulması olarak da tanımlanabilir ve bu etkinin sonuçlarının öngörülmesi güçtür. Nöral hasardan kaynaklanan distorsiyonların önemli bir eşik yükselmesinden ya da otoakustik emisyonlardaki anormalliklerden kaynaklanabileceği literatürde yer almıştır. Amplifikasyonla telafi edilemeyen bu ögenin konuşmanın anlaşılrlığında yol açtığı bozucu etki özellikle gürültü oranının yüksek olduğu koşullarda daha fazladır (97).

Bu çalışmada hastalara kelimelere alışmaları için gereken süreç sağlanamamıştır. Hastaların fonemlerinin şiddeti ile oynanmış kelimelere test öncesinde maruz kalmalarının konuşmayı ayırt etme skorlarını ve kelimelerde anlaşılrlığı arttırabileceğini düşünmekteyiz. İşitme kaybı olmayan fakat yüksek frekans eşiklerinde düşüş olan hastalara cihaz kullanımı önerilmemektedir. Hastaların yüksek frekans bölgesindeki düşük eşik şiddetleri, yüksek frekans seslerin anlaşılrlığını zorlaştırabilmektedir. Fonemlerinin şiddetleri arttırılmış kelimelerimizin hastalara belli aralıklarla dinletilmesi bu bölgede zamanla oluşacak duyu hücre kaybını önleyebilir.

Literatürde ise işitme cihazı fittingine alışma sonrası işitmenin varlığı ve rolü hakkında çelişkili kanıtlar mevcut olduğu görülmüştür. Glista ve ark. alışma etkilerinin dinleyiciye bağlı olduğunu söylemişler ayrıca ölçüm tekniğine ve uygulama etkilerine göre değişebilir olacağını dile getirmişler. Wright ve ark. ise göreve ve uyarana bağlı olabileceğini söylemişler. Çalışmaların birçoğu anlaşılrlığı arttırmaya yönelik uygulanan tekniklerden tam olarak faydalanmanın, ayar işleminden 6 aya kadar belirgin olmadığını göstermiştir. Alışma etkileri dinleyiciye, göreve ve uyarana bağlı olabilir ve ölçüm tekniğine ve uygulama etkilerine göre değişebilir (99,100).

Konusma anlaşılrlığını daha iyi elde etmek adına fonemler ve konuşma sesleriyle frekans bazında yapılan çalışmalar mevcuttu fakat fonemlerde şiddet bazında değişikliğin konuşma anlaşılrlığı üzerine etkisini araştırdığımız bu çalışmamız ilk olmuştur. Bu konudaki farkındalığı arttırmak açısından çalışmamızın yararlı olacağını umuyoruz. Çalışmamızda kısıtlılıklar mevcuttu. Bunlardan biri tek heceli kelimelerde bulunan seslerin şiddetleri profesyonel bir kayıt stüdyosunda genel standartlara uygun olarak düzenlenmiş

olsa da sesleri yükseltme şeklimiz teknik anlamda yanlış ve eksik kalmış olabileceğidir. Bu yöntemde uygulanabilecek standart bir test yönteminin olmaması da çalışma için kısıtlılık oluşturmuştur.

Çalışmamızdaki potansiyel bir sınırlama ise dinleyiciler için bir alışma sürecinin sağlanamamış olmasıdır. 1. ve 2. ölçümler hastalara kelimelere alışma süreci verilmeden yapıldığı için kelimeler hastalara fazla yabancı gelmiş ve hastaların seslere adaptasyon süreci sağlanamamıştır.

Bu durumlar göz önüne alındığında gelecekte planlanacak çalışmalar için kayıt esnasındaki tekniğin geliştirilerek daha iyi sonuçlar elde edilebileceği görüşündeyiz. Bu durum ilerisi için işitme kayıplarında yapılan konuşma testlerinden daha efektif sonuçlar alınmasını sağlayacaktır. Bunun için daha kapsamlı ve detaylı çalışmalara ihtiyaç olduğunu düşünmekteyiz.

6.SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çalışmamıza 49 kadın ve 31 erkek hasta dahil edilmiştir. 49 bireyde bilateral hafif derecede sensorinöral tip işitme kaybı ve 31 bireyde bilateral orta derece sensorinöral tip işitme kaybı gözlenmiştir.

Çalışmamızın sonuçlarına bakıldığında;

1. Yaşa göre veriler karşılaştırıldığında yaş artışı ile tüm ölçüm sonuçları azalmıştır. 1.ölçüm sonuçları 2.ölçüm sonuçlarına göre daha iyi elde edilirken 2.ölçüm sonuçları düşük elde edilmiştir.

2. Kadınlarda yapılan ilk ölçüm sonuçlarının ikinci ölçümünkilere kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu gözlenmiştir ($p=0,001$). Erkeklerde yapılan ilk ölçüm sonuçlarının ikinci ölçümünkilere kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu gözlenmiştir ($p=0,001$).

3. Kadınlarda ve erkeklerde ayrı ayrı gerçekleştirilen dörder ölçüm sonuçlarında cinsiyet değişkenine göre skorlar arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık görülmemiştir ($p>0,05$). Ölçüm sonuçları cinsiyete göre değişkenlik göstermemiştir.

4. Hafif derece ve orta derece işitme kaybı olan bireylerde ayrı ayrı gerçekleştirilen dört ölçüm sonuçlarında ;

Hafif derece işitme kaybı olan bireylerin sağ KAS 1. ölçüm değerlerinin orta derece işitme kaybı olan bireylerin sağ KAS 1. ölçüm değerlerine kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu görülmüştür ($p<0,05$).

Hafif derece kaybı olan bireylerin sağ KAS 2. ölçümleri orta derece kaybı olan bireylerin sağ KAS 2. ölçüm değerlerine kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur ($p<0,05$).

Hafif derece işitme kaybı olan bireylerin sol KAS 1. ölçüm değerlerinin orta derece işitme kaybı olan bireylerin sol KAS 1. ölçüm değerlerine kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu görülmüştür ($p<0,05$).

Hafif derece işitme kaybı olan bireylerin sol KAS 2. ölçüm değerleri orta derece işitme kaybı olan bireylerin sol KAS 2. ölçüm değerlerine kıyasla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur ($p<0,05$).

5. Sağ kulakta gerçekleştirilen 1.ölçümler ile sol kulakta gerçekleştirilen 1. ölçümler arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ($p>0,05$). Sağ kulakta gerçekleştirilen 2. ölçümler ile sol kulakta gerçekleştirilen 2. ölçümler arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ($p>0,05$).

6. 80 sağ kulakta 1. ve 2. ölçüm skorlarının farkları istatistiksel olarak anlamlı düzeyde değildir ($p>0,05$). 80 sol kulakta 1.ve 2. ölçüm skorlarının farklarının istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olmadığı görüldü ($p>0,05$). Bu noktada hipotezimiz “Sensorinöral tip işitme kaybında fonemlerin şiddet bazında arttırılarak hastaya sunulması konuşmayı ayırt etme skorlarını arttırır” kabul edilmemiştir.

7. Sonuç olarak; fonemlerin şiddeti arttırılmış kelimelerimizin anlaşılabilirliği düşük elde edilmiştir. Yaş, cinsiyet ve işitme kaybı derecesi gibi değişkenlere göre sonuçlarda anlamlı farklılıklar gözlenmemiştir.

8. Literatür bilgileri ve sonuçlarımız değerlendirildiğinde konuşma anlaşılabilirliğinin arttırılmasına yönelik daha kapsamlı çalışmalara ihtiyaç olduğu görüşündeyiz.

KAYNAKLAR

- 1) Dobie RA, Hemel SV. Hearing Loss: Determining Eligibility for Social Security Benefits, US Washington., 2004: 63-88
- 2) Northern JL, Hayes D. Universal screening for infant hearing impairments: necessary, beneficial and justifiable. Audiol Today. 1994; 6(3):10-3.
- 3) Çelik O, Şerbetçioğlu MB. Otoloji ve nöro-otolojide öykü, muayene ve değerlendirme. Çelik O. (Editör). Kulak Burun Boğaz Hastalıkları ve Baş Boyun Cerrahisi, 1. Baskı. İzmir, Asya Tıp Kitapevi, 2002. p1-34.
- 4) Abdulhaq NMA. Speech Perception Test for Jordanian Arabic Speaking Children. USA, University of Florida, The Degree of Doctor of Philosophy, 2006; 1-78.
- 5) Stelmachowicz PG, Nishi K, Choi S, Lewis DE, Hoover BM, Dierking D, Lotto A. Effects of stimulus bandwidth on the imitation of English fricatives by normal-hearing children. Journal of Speech, Language, and Hearing Research. 2008.
- 6) Wolfe J, John A, Schafer E, Nyffeler M, Boretzki M, Caraway T. Evaluation of nonlinear frequency compression for school-age children with moderate to moderately severe hearing loss. J Am Acad Audiol. 2010;21(10):618-628.
- 7) Çelik O, Şerbetçioğlu MB, Göktan C. Otoloji ve nöro-otolojide öykü, muayene ve değerlendirme. Çelik O. (Editör). Kulak Burun Boğaz Hastalıkları ve Baş Boyun Cerrahisi. 2. Baskı, İzmir: Asya Tıp Kitapevi 2007: 1-35.
- 8) Santi PA, Mancini P. Sensörinöral işitme kaybı: yetişkinlerde değerlendirme ve tedavi Cummings CW, Flint PW, Harker LA, et al. (Editors). Koç C. (Çeviri Editörü). Cummings Otolaringoloji Baş ve Boyun Cerrahisi. 4. Cilt, Ankara: Öncü Basımevi 2007: 3535- 3561.
- 9) Murray JA. The widening spectrum of celiac disease. Am J Clin Nutr 1999; 69: 354–365.
- 10) Rauch SD, Ruckenstein MJ. Otoimmün iç kulak hastalığı. Cummings CW, Flint PW, Harker LA, et al. (Editors). Koç C. (Çeviri Editörü). Cummings Otolaringoloji Baş ve Boyun Cerrahisi. 4. Cilt, Ankara: Öncü Basımevi 2007: 2926-2932
- 11) Di Sabatino A, Corazza GR. Coeliac disease. Lancet 2009; 373:1480-93

- 12) Barker JM, Liu E. Celiac disease: Pathophysiology, clinical manifestations and associated autoimmune conditions. *Adv Pediatr* 2008; 55: 349–65.
- 13) Zawahir S, Safta A, Fasano A. Pediatric celiac disease. *Curr Opin Pediatr*. 2009; 21: 655- 660
- 14) Møller AR. Hearing, anatomy physiology and disorders of the auditory system. Second edition. USA, Elsevier. 2006; 41-56
- 15) Gacek RR, Gacek MR, Anatomy of the auditory and vestibular systems, In: Snow JB, Ballenger JJ, Ed. Ballenger's Otorhinolaryngology Head and Neck Surgery, Sixteenth Edition. Spain: BC Decker Inc, 2003; 1-24
- 16) Nisticò L, Fagnani C, Coto I, et al. Concordance, disease progression, and heritability of celiac disease in Italian twins. *Gut* 2006; 55: 803-808.
- 17) Akyıldız AN. Kulak Hastalıkları ve Mikrocerrahisi. Ankara: Bilimsel Tıp Yayınevi,1998.
- 18) Avan P, Bonfils P. Anatomy of peripheral auditory and vestibular systems, In: Luxon L, Ed. Textbook of Audiological Medicine Clinical Aspects of Hearing and Balance. Martin Dunitz, 2003; 3-11.
- 19) Møller AR. Hearing, anatomy physiology and disorders of the auditory system. Second edition. USA, Elsevier. 2006; 19-39
- 20) Lonsbury-Martin BL, Martin GK, Luebke AE, Physiology of the auditory and vestibular systems, In: Snow JB, Ballenger JJ, Ed. Ballenger's Otorhinolaryngology Head and Neck Surgery, Sixteenth Edition. Spain: BC Decker Inc, 2003; 68-133
- 21) Rosen S, Howell P. Signals and systems for speech and hearing. 2nd edition. UK, Emerald Group Publishing Limited. 201; 6-82.
- 22) Cochlear receptors. www.netter-images.com. Erişim Tarihi: 31.03.2021.
- 23) Central auditory pathway. www.studyblue.com. Erişim Tarihi: 31.03.2021.
- 24) Belgin E. İşitme kayıpları. Akyol U (ed). Pediatrik Kulak Burun Boğaz Hastalıkları 1. baskı. Ankara: Güneş Kitabevi, 2003: 31-34.

- 25) Northern JL, Downs MP. Hearing in Children. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2002.
- 26) Schlauch RS, Nelson PB. Puretone evaluation. Handbook of Clinical Audiology: Seventh Edition: Wolters Kluwer Health Adis (ESP); 2014. p. 29-47.
- 27) Farrell RJ, Kelly CP. Diagnosis of celiac disease. Am J Gastroenterol 2001; 96: 3237–3244.
- 28) Hill ID, Dirks MH, Liptak GS, Coletti RB, Fasano A, Guandalini S, et al. Guideline for the diagnosis and treatment of celiac disease in children: recommendations of the North American Society for Pediatric Gastroenterology, Hepatology and Nutrition. J Pediatr Gastroenterol Nutr 2005; 40: 1-19.
- 29) Moore KL. Dalley AF. Clinically Oriented Anatomy. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2006: 1033-43, 1146-7.
- 30) Tortora GJ, Anagnostakos NP. Principles of Anatomy&physiolgy. New York:Harper Collins;1990:483-94.
- 31) Hickey SA. Inner ear. In Stranding S, editor. Gray's anatomi. Section 3, chapter 39. Spain: Elsevier Churchill Livingstone; 2005:663-80.
- 32) Sekiya T, Kojima K, Matsumoto M, Holley MC, Ito J. Rebuilding. Lost hearing Using cell Transplantation Neurosurgery 2007; 60(3):417-33.
- 33) Corrales CE, Pan L, Li H, Liberman MC, Heller S, Edge AS. Engraftment and differentiation of embryonic stem cell-derived neural Progenitor cellsin the cochlear nevre trunk: growth of proceses into the organ of coorti. J Neurobiol. 2006; 66(13):1489-500.
- 34) Tharpe AM, Sladen DP. Causation of permanent unilateral and mild bilateral hearing loss in children. Trends Amplif, 2008;12:17-25.
- 35) Taner D. Fonksiyonel Nöroanatomi. Ankara: Metu Pres; 1999:160-1, 218-225, 264-5.
- 36) Hood LJ. Physiology of binaural hearing. Semin Hear. 1997; 18:313-20.
- 37) Haffey T, Fowler N, Anne S. Evaluation of unilateral sensorineural hearing loss in the pediatric patient. Int J. Pediatr Otorhinolaryngol, 2013; 77:955-8.

- 38) Savelsbergh GJP, Netelenbos JB, Whiting HTA. Auditory perception and the control of spatially coordinated action of deaf and hearing children. *J Child Psychol Psychiatry*, 1991; 32:489-500.
- 39) Guyton AC, Hall JE. Cortical and brain stem control of motor function In: Guyton AC, Hall JE, editors. *Textbook of Medical Physiology*. Eleventh ed. Philadelphia, USA: Elsevier Saunders; 2006. p. 685-97.
- 40) Dinçer H. Kontralateral işitme cihazı kullanan koklear implantlı çocuklarda konuşma seslerini algılama becerisinin değerlendirilmesi [Yüksek Lisans Tezi], Ankara. T.C. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Eğitim Odyolojisi Programı; 2007.
- 41) Genç GA, Belgin E. Temel Odyoloji. Çelik O. (Editör). *Kulak burun boğaz hastalıkları ve baş-boyun cerrahisi*. Güneş Kitabevi, 2004: 73-88.
- 42) Mackersie CL. Tests of speech perception abilities. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 2002; 10: 392-397.
- 43) Mungan Durankaya S, Serbetcioglu B, Dalkilic G, Gurkan S, Kirkim G. Development of a Turkish monosyllabic word recognition test for adults. *The Journal of International Advanced Otology* 2014;10:172-80.
- 44) Büyük Türkçe Sözlük - Türk Dil Kurumu. Available from: http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_bts [Access: January 26, 2021].
- 45) Kemaloğlu YK, Tutar H. Gürültüye bağlı işitme kayıpları ve. akustik travma. *Türkiye Klinikleri J E.N.T.-Special Topics* 2013;6:44-54.
- 46) Hood JD, Poole JP Influence of the speaker and other factors affecting speech intelligibility. *Audiology*, 1980; 19:434-455.
- 47) Martin FN, Champlin CA, Perez DD. The question of phonetic balance in word recognition testing. *J Am Acad Audiol*, 2000; 11: 489-493.
- 48) Jerger J. Editorial: Factors Affecting Word Recognition. *Journal of the American Academy of Audiology*, 2008; 19:6.
- 49) Trimmis N, Papadeas E, Papadas T, Nexakis S, Papathanasopoulos P, Goumas P. Speech Audiometry: The development of modern Greek word lists for suprathreshold word recognition testing. *Mediterranean Journal of Otology*, 2006; 2 (3): 117-126.

- 50) Ramkissoo I, Speech recognition thresholds for multilingual populations. *Communication Disorders Quarterly*, 2001; 22: 158-162.
- 51) McArdle R, Hnath-Chisolm, Speech audiometry, In: Katz J, Ed. *Handbook Of Clinical Audiology*, sixth edition. USA: Williams & Wilkins, 2009; 64-79.
- 52) Carhart R. Basic principles of speech audiometry. *Acta Otolaryngologica* 1951;40 (1&2): 62-71.
- 53) Ballantyne D. *Handbook of audiological techniques*. First edition. London, Butterworth-Heinemann Ltd. 1990; 101-114.
- 54) Boothroyd A. Developments in speech audiometry. *British Journal of Audiology* 1968;2: 3-10.
- 55) Green PH, Cellier C. Celiac disease. *N Engl J Med* 2007; 357: 1731-1743.
- 56) Catassi C, Fasano A. Celiac disease. *Curr Opin Gastroenterol* 2008; 24: 687-691.
- 57) Zelnik N, Pacht A, Obied R, Lenner A. Range of neurologic disorder in patients with celiac disease. *Pediatrics* 2004;113:1672-1676
- 58) Ataş A, Genç A, Belgin E. Odyolojide kullanılan temel kavramlar. Akyol U. (Editör). *Pedatrik Kulak Burun Boğaz Hastalıkları*. Ankara; Güneş Kitapevi 2003: 35-50
- 59) Belgin E, İşitme Fizyolojisi. Koc C. Editor. *Kulak Burun Boğaz Hastalıkları ve BaşBoyun Cerrahisi*. 1. Baskı. Ankara, Güneş Kitapevi, 1994: 63-71.
- 60) Gengel RW, Miller L, Rosenthal E. Between and within listener variability in response to CID W-22 presented in noise. *Ear & Hear* 1981;2 (2): 78-81.
- 61) Carhart R. Problems in the measurement of speech discrimination. *Arch Otolaryng* 1965;82 (3): 253-260.
- 62) Koehnke J, Besing JM. A procedure for testing speech intelligibility in a virtual listening environment. *Ear & Hear* 1996;17 (3): 211-217
- 63) Thomson S. Comparison of word familiarity: Conversational words v. NU-6 list words. *Lincoln Journal Star* 2002;1-6.

- 64) Jerger J, Hayes D. Diagnostic speech audiometry. Arch. Otolaryngol, 1977; 103 (4): 216-222.
- 65) Hudgins CV, Hawkins JE, Karlin, JE, Stevens SS. The development of recorded auditory tests for measuring hearing loss for speech. Laryngoscope, 1947;57(1): 57-89.
- 66) Egan J. Articulation testing methods. Laryngoscope, 1948; 58: 955-991.
- 67) Abdulhaq NMA. Speech Perception Test for Jordanian Arabic Speaking Children. USA, University of Florida, The Degree of Doctor of Philosophy, 2006; 1-15.
- 68) McArdle R, Wilson RH. Predicting word-recognition performance in noise by young listeners with normal hearing using acoustic, phonetic, and lexical variables. J Am. Acad Audiol. 2008; 19: 507-518.
- 69) Han D, Wang S, Zhang H, Chen J, Jiang W, Mannell R, Newall P, Zhang L. Development of Mandarin monosyllabic speech test in China. Int J Audiol, 2009; 48: 300-311.
- 70) Martin FN. Introduction to Audiology. Third Edition. India, Prentice Hall Inc. 1986: 113.
- 71) Lehiste I, Peterson G. Linguistic considerations and intelligibility. J Acoust Soc Am, 1959; 31:280-286.
- 72) Penrod JP. Speech discrimination testing. In: Katz J, Editor. Handbook of clinical audiology. Third Edition, USA, Williams & Wilkins, 1985: 235-255.
- 73) Mackersie CL, Boothroyd A, Minniear D. Evaluation of the Computer-Assisted Speech Perception Assessment Test (CASPA). J Am Acad Audiol, 2001; 12: 390-396.
- 74) 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.
- 75) Carhart R. Problems in the measurement of speech discrimination. Arch Otolaryngol. 1965; 82 (3): 253-260.
- 76) Hall III JW, Mueller III HG. Audiologists' Desk Reference. Diagnostic Audiology Principles, Procedures and Protocols. Volume 1. London, Singular Publishing Group Inc, 1997: 113-174.

- 77) Örücü F. Turkish Language Characteristics and Author Identification. Izmir, Dokuz Eylul University, Master of Science. 2009;1-73.
- 78) Dalkılıç, G, Çebi Y. Türkçe külliyat oluşturulması ve Türkçe metinlerde kullanılan kelimelerin uzunluk dağılımlarının belirlenmesi. DEÜ Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi. 2003; 5 (1): 1-7.
- 79) Maltby M. A new speech perception test for profoundly deaf children. Deafness and Education International 2000; 2 (2): 86-100.
- 80) Faulkner A, The Auditory processing of speech, In: Luxon L, Ed. Textbook of Audiological Medicine Clinical Aspects of Hearing and Balance. Martin Dunitz, 2003; 309-321.
- 81) Greenberg S, Ainsworth WA, Speech processing in the auditory system, In: Greenberg S, Ainsworth WA, Popper AN, Fay RR, Ed. Speech Processing In The Auditory System: An Overview. Springer Handbook of Auditory Research, 2004; 18: 1-115.
- 82) Grant KW, Tufts JB, Greenberg S. Integration efficiency for speech perception within and across sensory modalities by normal-hearing and hearing-impaired individuals. J. Acoust. Soc. Am. 2007;121 (2): 1164–1176.
- 83) Møller AR. Hearing, anatomy physiology and disorders of the auditory system. Second edition. USA, Elsevier. 2006; 206.
- 84) Stach BA. Clinical audiology: an introduction. London, Singular Publishing Group Inc. 1998;94
- 85) Stelmachowicz PG, Lewis DE, Choi S, Hoover B. The effect of stimulus bandwidth on auditory skills in normal-hearing and hearing-impaired children. Ear and hearing. 2007;28(4):483.
- 86) Ellis RJ, Munro KJ. Predictors of aided speech recognition, with and without frequency compression, in older adults. Int J Audiol. 2015b;54(7):467-475.
- 87) Jongman A., Wayland, R., Wong, S., Acoustic characteristics of English fricatives, J. Acoust. Soc. Am., 108(3), 1252-1263 (2000).
- 88) Bernthal JE, Bankson NW. Articulation and phonological disorders. Third edition. New Jersey, Prentice-Hall Inc. 1993; 10-11.

- 89) Gardner HJ. Application of a high-frequency consonant discrimination word list in hearing-aid evaluation. *J Speech Hear Disord* 1971;36: 354-355
- 90) Biondi E, Biondi L. (1973). The sampling of sounds as a new means of making speech intelligible to the deaf: Theories and results. Paper presented at the At the Carnahan conference on electronic prosthesis, University of Kentucky.
- 91) Bisgaard N, Vlaming MS, Dahlquist M. Standard audiograms for the IEC 60118-15 measurement procedure. *Trends Amplif.* 2010;14(2):113-120.
- 92) Picou EM, Aspell E, Ricketts TA. Potential benefits and limitations of three types of directional processing in hearing aids. *Ear and hearing.* 2014;35(3):339-52.
- 93) Pascoe DP. Frequency responses of hearing aids and their effects on the speech perception of eight hard-of hearing subjects. Missouri, The Degree of Doctor of Philosophy, Washington University, 1974.
- 94) Tekin Ö. Frekansa spesifik kelimeyi ayırt etme testi'nin normal işiten ve işitme kayıplı kişilerde değerlendirilmesi. Ankara, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, 2002.
- 95) Foster JR, Haggard MP. The four alternative auditory feature test (FAAF)--linguistic and psychometric properties of the material with normative data in noise. *Br J Audiol.* 1987;21(3):165-174.
- 96) Weinberger NM. Plasticity in the primary auditory cortex, not what you think it is: Implications for basic and clinical auditory neuroscience. *NIH Public Access.* 2014;5-11
- 97) Smith SL, Pichora-Fuller MK, Wilson RH, MacDonald EN. Word recognition for temporally and spectrally distorted materials: The effects of age and hearing loss. *Ear and hearing.* 2012; 33(3), 349-36.
- 98) Thornton D, Harkrider AW, Jenson DE, Saltuklaroglu Tim. Sex differences in early sensorimotor processing for speech discrimination. *Scientific Reports.* 2019; 9: 392.
- 99) Scollie S, Glista D, Tenhaaf J, Dunn A, Malandrino A, Keene K, Folkeard P. Stimuli and normative data for detection of Ling-6 sounds in hearing level. *Am J Audiol.* 2012;21(2):232-241.

100) Moore BC, Laurence RF, Wright D. Improvements in speech intelligibility in quiet and in noise produced by two-channel compression hearing aids. *British journal of audiology*. 1985;19(3):175-187.