



T.C.

ANKARA YILDIRIM BEYAZIT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TEK TARAFLI TOTAL İŞİTME KAYIPLI
YETİŞKİNLERDE İŞİTME KAYBI TARAFINA GÖRE
FREKANS MODÜLASYON TESPİTİ, İŞİTSEL
BEYİNSAPI CEVAPLARI VE KORTİKAL UYARILMIŞ
POTANSİYELLER**

DOKTORA TEZİ

Seval CEYLAN

ODYOLOJİ VE KONUŞMA BOZUKLUKLARI PROGRAMI

Ankara, 2022

T.C.
ANKARA YILDIRIM BEYAZIT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TEK TARAFLI TOTAL İŞİTME KAYIPLI
YETİŞKİNLERDE İŞİTME KAYBI TARAFINA GÖRE
FREKANS MODÜLASYON TESPİTİ, İŞİTSEL
BEYİNSAPI CEVAPLARI VE KORTİKAL UYARILMIŞ
POTANSİYELLER**

DOKTORA TEZİ

Seval CEYLAN

ODYOLOJİ VE KONUŞMA BOZUKLUKLARI PROGRAMI

Ankara, 2022

T.C.
ANKARA YILDIRIM BEYAZIT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Tek Taraflı Total İşitme Kayıplı Yetişkinlerde İşitme Kaybı Tarafına Göre
Frekans Modülasyon Tespiti, İşitsel Beyinsapı Cevapları ve Kortikal Uyarılmış
Potansiyeller

Seval CEYLAN

Doktora Tezi

30/06/2022

Tez Danışmanı

Dr. Öğr. Üyesi Şule ÇEKİÇ

Jüri Üyeleri

Dr. Öğr. Üyesi Şule ÇEKİÇ

Prof. Dr. Hacı Hüseyin DERE

Doç. Dr. Banu MÜJDECİ

Prof. Dr. Bilgehan BÖKE

Prof. Dr. Bülent GÜNDÜZ

Okuduğumuz ve Savunmasını dinlediğimiz bu tezin bir Doktora derecesi için
gereken tüm kapsam ve kalite şartlarını sağladığını beyan ederiz.

Doç. Dr. Fatma Elif KILINÇ

Enstitü Müdürü

Bu tezin Doktora derecesi için gereken tüm şartları sağladığını tasdik ederim.

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda patent ve telif haklarını ihlal edici etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tezde kullanılmış olan tüm bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi beyan ederim.

30/06/2022

Seval CEYLAN



TEŞEKKÜR

Doktora eğitim sürecinde ve tez çalışmamda bilgi ve desteklerini esirgemeyen ve önüme çıkan zorluklarda motive edici yaklaşımıyla yol gösterici olan değerli tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Şule ÇEKİÇ'e çok teşekkür ederim.

Çalışmamın her aşamasında bilgi ve tecrübelerini paylaşan, samimi ve titiz yaklaşımlarıyla tez çalışmamın sağlam bir temel üzerinde ilerlemesini sağlayan değerli hocalarım Doç. Dr. Banu MÜJDECİ'ye ve Prof. Dr. Bilgehan BÖKE'ye çok teşekkür ederim.

Doktora eğitimimde ve tez çalışması sürecinde bilgi ve yardımlarını esirgemeyen Dr. Nihat ÇAKIR'a ve meslektaşım Dr. Öğr. Üyesi Gülce KİRAZLI'ya çok teşekkür ederim.

Odyoloji, severek ve tutkuyla başladığım çok uzun soluklu bir yolculuktu benim için. Bu yolculuğun en zorlu anlarında, umudumu yitirdiğimde 'sakın vazgeçme' söylemiyle içimdeki devam etme azmini tekrar canlandıran hocalarıma ve arkadaşlarıma çok teşekkür ederim.

Başarabileceğime olan inançları hiç eksilmeyen canım aileme ve en çokta kendisini bildi bileli öğrenci bir anneyle yaşamının zorluklarına katlanan canım kızım Asya KİLERCİOĞLU'na sonsuz teşekkürler.

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	i
ÖZET.....	iv
ABSTRACT	v
SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
TABLolar DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	5
2.1. Tek Taraflı Total İşitme Kaybı	5
2.1.1. Tek Taraflı İşitme Kayıplarının Etiyolojisi	6
2.1.2. Tek Taraflı İşitme Kayıplarında Etkilenen Özellikler.....	6
2.1.2.1. <i>Binaural Sumasyon</i>	6
2.1.2.2. Başın Gölge Etkisi.....	7
2.1.2.3. Sesin Lokalizasyonu, Lateralizasyonu	7
2.1.2.4. Gürültünün Bastırılması (<i>Binaural Squelch</i>)	8
2.1.2.5. Konuşmanın Algılanması	8
2.1.2.6. Temporal İşleme	8
2.1.2.7. Kontralateral Hemisfer Dominansı.....	9
2.1.3. Tek Taraflı İşitme Kayıplarında İşitme Kaybı Tarafının Etkisi.....	10
2.2. Tek Taraflı İşitme Kayıplarında Kortikal Reorganizasyon Özellikleri.....	12
2.3. Tek Taraflı İşitme Kayıplarında İşitsel Korteks Frekans Haritalarının Reorganizasyonu	13
2.3.1. Normal İşitme Sisteminde Frekans Seçicilik Özelliği	14
2.3.1.1. Kokleanın Frekans Seçicilik Özelliği	14
2.3.1.2. Santral İşitsel Sistemin Frekans Seçicilik Özelliği	14
2.3.2. Normal İşitme Sisteminde Frekans Diskriminasyonu.....	15
2.4. Tek Taraflı Total İşitme Kayıplarında İşitsel Algısal Sonuçların Frekans Modülasyon Farkı Belirleme ile İncelenmesi	16

2.5. Tek Taraflı Total İşitme Kayıplarında Subkortikal Özelliklerin İşitsel Beyinsapı Cevapları ile İncelenmesi	17
2.6. Tek Taraflı Total İşitme Kayıplarında Kortikal Özelliklerin İşitsel Uyarılmış Kortikal Potansiyeller ile İncelenmesi	19
2.6.1. İşitsel Uyarılmış Kortikal Potansiyellerin Kullanım Alanı ...	20
2.6.2. P1- N1- P2 Kompleksi	20
2.6.3. Kontralateral Hemisfer Dominansının Belirlenmesi	21
2.7. Tek Taraflı Total İşitme Kayıplarında Bireylerin Kendi Bildirdikleri İşitsel Yetersizlik Düzeylerinin Değerlendirilmesi	22
3. MATERYAL VE YÖNTEM	23
3.1. Bireyler.....	23
3.2. Çalışma Protokolü.....	25
3.3. Veri Toplama Yöntemi	26
3.3.1. Saf Ses Odyometri.....	27
3.3.2. Konuşma Testleri	27
3.3.3. Stenger Testi.....	27
3.3.4. İmmittansmetrik Ölçüm.....	28
3.3.5. Montreal Bilişsel Değerlendirme Ölçeği (<i>Montreal Cognitive Assessment: MoCA</i>).....	28
3.3.6. El Tercih Anketi	28
3.3.7. Frekans Modülasyon Farkı Belirleme Testi	29
3.3.8. Nörodiagnostik İşitsel Beyinsapı Cevapları	29
3.3.9. İşitsel Uyarılmış Kortikal Potansiyeller	30
3.3.10. Amsterdam İşitsel Yetersizlik ve Engellilik Anketi.....	31
3.4. İstatistiksel Analiz.....	32
4. BULGULAR	33
4.1. Hasta ve Kontrol Grubuna Ait Demografik Bilgiler.....	33
4.2. Frekans Modülasyon Farkı Belirleme Eşikleri	34
4.3. İşitsel Beyinsapı Cevapları Test Bulguları.....	37
4.4. İşitsel Uyarılmış Kortikal Potansiyeller Test Bulguları	41
4.5. Amsterdam İşitsel Yetersizlik ve Engellilik Anket Bulguları	47
5. TARTIŞMA.....	49
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	60
7. KAYNAKLAR.....	62

8. EKLER.....	75
Ek-1. Etik Kurul Kararı	75
Ek-2. Bilgilendirilmiş Onam Formu	76
Ek-3. Montreal Bilişsel Değerlendirme Ölçeği.....	78
Ek-4. El Tercih Anketi	79
Ek-5. Amsterdam İşitsel Yetersizlik ve Engellilik Anketi	80
Ek-6. Özgeçmiş	83



ÖZET

Tek Taraflı Total İşitme Kayıplı Yetişkinlerde İşitme Kaybı Tarafına Göre Frekans Modülasyon Tespiti, İşitsel Beyinsapı Cevapları ve Uyarılmış Kortikal Potansiyeller

Çalışmamızda, tek taraflı total işitme kaybı olan yetişkinlerde subkortikal ve kortikal işitsel reorganizasyon özelliklerini ve bunun işitsel algısal sonuçlarını işitme kaybı tarafına göre incelemek amaçlanmıştır.

Bu araştırmada, tek taraflı total işitme kaybı olan 27 erkek (25.93 ± 3.64 yıl) birey hasta grubu olarak alınmıştır. Kontrol grubu olarak her iki kulakları normal işiten 21 erkek (29.90 ± 3.05 yıl) birey alınmıştır. Hasta grubunda ve kontrol grubunda Frekans Modülasyon Farkı Belirleme (FMDL), İşitsel Beyinsapı Cevapları (ABR) ve İşitsel Uyarılmış Kortikal Potansiyeller (İUKP) testleri ve Amsterdam İşitsel Yetersizlik envanteri uygulanmıştır.

Sağ kulakta total işitme kaybı olan hastaların sol kulaklarında; ABR dalga I latansları sol kulakta total işitme kayıplı hastaların sağ kulaklarına göre daha kısa bulunmuştur ($p < 0.05$). ABR dalga V amplitüdlere sol kulakta total işitme kayıplı hastaların sağ kulaklarına göre daha büyük bulunmuştur ($p < 0.05$). Amsterdam işitsel yetersizlik toplam puanı ve seslerin lokalizasyonu, seslerin algılanması alt puanları sol kulakta total işitme kaybı olan hastalara göre daha yüksek bulunmuştur ($p < 0.05$).

Sol kulakta total işitme kaybı olan hastaların sağ kulaklarında; 0.5 kHz FMDL eşikleri sağ kulakta total işitme kaybı olan hastaların sol kulaklarına göre daha küçük bulunmuştur ($p < 0.05$), İUKP ipsilateral, kontralateral P1N1, N1P2 dalga amplitüdlere, sağ kulakta total işitme kaybı olan hastaların sol kulaklarına göre daha büyük bulunmuştur ($p < 0.05$).

Sonuç olarak, sol kulak total işitme kayıplarında sağ kulakta işitsel kortikal reorganizasyonun daha belirgin olduğu ve işitsel algısal yeteneklerin daha iyi olduğu fikri desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: ABR, FMDL, İUKP, tek taraflı total işitme kaybı.

ABSTRACT

Frequency Modulation Detection, Auditory Brainstem Response and Cortical Evoked Potentials in Single Sided Deaf Adults with Respect to Deafness Side

It was aimed to examine the subcortical and cortical auditory reorganization features and its auditory perceptual results according to the side of hearing loss in adults with unilateral total hearing loss.

As a total of 27 male (25.93 ± 3.64 years) with unilateral total hearing loss were included in the patient group. The control group was include 21 male (29.90 ± 3.05 years) individuals with normal hearing in both ears. Frequency Modulation Difference Limen (FMDL), Auditory Brainstem Responses (ABR) and Cortical Auditory Evoked Potentials (CAEP) tests were performed in the patient group and control group. In addition, the Amsterdam Auditory Disability Inventory was applied to patient group and control group.

In the left ears of patients with right-sided deafness; ABR wave I latencies were found to be shorter than in the right ears of patients with left-sided deafness ($p < 0.05$), ABR wave V amplitudes were found to be greater than in the right ears of patients with left-sided deafness ($p < 0.05$), Amsterdam auditory disability total score and subscores of localization of sounds, perception of sounds were higher than patients with left sided-deafness ($p < 0.05$).

In the right ears of patients with left-sided deafness; The 0.5 kHz FMDL thresholds were found to be smaller than in the left ears of the patients with right-sided deafness ($p < 0.05$), The P1N1, N1P2 wave amplitudes of CAEP were found to be greater than in the left ears of patients with right-sided deafness ($p < 0.05$).

As a result, the idea that auditory cortical reorganization is more prominent and auditory perceptual abilities are better in left-sided total hearing loss is supported.

Keywords: ABR, CAEP, FMDL, unilateral total hearing loss.

SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ

ABR	: <i>Auditory brainstem response</i> (işitsel beyin sapı cevabı)
AİYEA	: Amsterdam işitsel yetersizlik ve engellilik anketi
BAHA	: <i>Bone anchored hearing aid</i>
CAEP	: <i>Cortical auditory evoked potentials</i>
CROS	: <i>Contralateral routing of signal</i>
dB HL	: <i>Decibel (hearing level)</i>
DLF	: <i>Difference limen frequency</i>
FM	: <i>Frequency modulation</i> (frekans modülasyon)
FMDL	: <i>Frequency modulation difference limen</i>
fMRG	: Fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme
İK	: İşitme kaybı
İUKP	: İşitsel uyarılmış kortikal potansiyeller
İUP	: İşitsel uyarılmış potansiyeller
kHz	: Kilo-Hertz
Kİ	: Koklear implant
kΩ	: Kilo Ohms
MMN	: <i>Mismatch negativity</i>
MoCA	: <i>Montreal cognitive assessment</i> : (Montreal bilişsel değerlendirme)
msn	: milisaniye
nHL	: <i>Normalized hearing level</i> (normalize edilmiş işitme düzeyi)
SL	: <i>Sensation level</i> (hissediş seviyesi)
SSD	: <i>Single sided deafness</i>
TTİK	: Tek taraflı işitme kaybı
μV	: Mikrovolt

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Bilateral normal işitme sistemi.	10
Şekil 2.2. Sağ taraflı total işitme kaybı.	11
Şekil 2.3. Sol taraflı total işitme kaybı.....	11
Şekil 4.1. Sağ taraflı total İK olan grup ve kontrol grubu arasında FMDL eşiklerinin karşılaştırılması.	35
Şekil 4.2. Hasta grubunda İK tarafına göre FMDL eşiklerinin karşılaştırılması.	36
Şekil 4.3. Sağ taraflı total İK olan 34 numaralı hastaya ait ABR kaydı	37
Şekil 4.4. Sol taraflı total İK olan 41 numaralı hastaya ait ABR kaydı	37
Şekil 4.5. Bilateral normal işiten 21 numaralı kontrol grubuna ait ABR kaydı.....	38
Şekil 4.6. Sağ taraflı total İK olan 31 numaralı hastanın sol kulağına ait İUKP kaydı	41
Şekil 4.7. Sol taraflı total İK olan 43 numaralı hastanın sağ kulağına ait İUKP kaydı	41
Şekil 4.8. Bilateral normal işiten 19 numaralı kontrol grubuna ait İUKP kaydı.....	42

TABLolar DİZİNİ

Tablo 3.1.	Nörodiagnostik ABR’de kullanılan sinyale ait parametreler.	29
Tablo 3.2.	Nörodiagnostik ABR ölçümlerinde kayıt parametreleri.....	30
Tablo 3.3.	İUKP’de kullanılan sinyale ait parametreler.	31
Tablo 3.4.	İUKP ölçümlerinde kayıt parametreleri.....	31
Tablo 4.1.	Hasta ve kontrol grubuna ait demografik bilgiler.....	33
Tablo 4.2.	Hasta grubunda İK tarafına göre demografik bilgiler.....	34
Tablo 4.3.	Sağ taraflı total İK olan grup ve kontrol grubu arasında FMDL eşiklerinin karşılaştırılması.....	34
Tablo 4.4.	Sol taraflı total İK olan grup ve kontrol grubu arasında FMDL Eşiklerinin karşılaştırılması.	35
Tablo 4.5.	Hasta grubunda İK tarafına göre FMDL eşiklerinin karşılaştırılması.....	36
Tablo 4.6.	Sağ taraflı total İK olan grup ve kontrol grubu arasında ABR bulgularının karşılaştırılması.	38
Tablo 4.7.	Sol taraflı total İK olan grup ve kontrol grubu arasında ABR bulgularının karşılaştırılması.	39
Tablo 4.8.	Hasta grubunda İK tarafına göre ABR bulgularının karşılaştırılması.....	40
Tablo 4.9.	Sağ taraflı total İK olan grup ve kontrol grubu arasında İUKP bulgularının karşılaştırılması.	43
Tablo 4.10.	Sol taraflı total İK olan grup ve kontrol grubu arasında İUKP bulgularının karşılaştırılması.	44
Tablo 4.11.	Hasta grubunda İK tarafına göre İUKP bulgularının karşılaştırılması.....	45
Tablo. 4.12.	Hasta grubu ve kontrol grubu arasında İUKP’de kontralateral hemisfer dominans özelliğinin karşılaştırılması.	46
Tablo 4.13.	Hasta grubunda İK tarafına göre İUKP’de kontralateral hemisfer dominans özelliğinin karşılaştırılması.	46
Tablo 4.14.	Hasta grubu ve kontrol grubu arasında AİYEA sonuçlarının karşılaştırılması.....	47
Tablo 4.15.	Hasta grubunda İK tarafına göre AİYEA sonuçlarının karşılaştırılması.....	48

1. GİRİŞ

İşitme kayıpları; işitme kaybının tipi, derecesi ve konfigürasyonu gibi özellikler göz önüne alınarak sınıflandırılmaktadır. İşitme kayıpları, işitme kaybının santral işitme sistemine etkisine göre ise genel olarak çift taraflı (*bilateral*) ve tek taraflı (*unilateral*) olarak iki şekilde sınıflandırılabilir (1). Diğer taraftan, bilateral işitme kaybı olmasına rağmen kulaklar arası işitme kaybı seviyesinin farklı düzeylerde olduğunu ifade eden asimetric işitme kayıpları da tanımlanmıştır. Asimetric işitme kayıplarının en şiddetli durumu tek kulağında total işitme kaybı olan hastalarda görülmektedir (2). Tek taraflı işitme kaybı (TTİK) ve asimetric işitme kaybı olan hastalarda binaural sumasyon, sesin lokalizasyonu, gürültünün baskılanması, temporal işleme ve gürültüde konuşmanın algılanması gibi özellikler olumsuz etkilenmektedir. Ayrıca bu hastaların sesin yönü, mesafesi ve ses kaynağının hareketini belirlemeleri zorlaşmaktadır (3). Tek taraflı işitme kayıplarında tek kulakta oluşan işitsel yoksunluğa bağlı olarak santral işitme sistemine gönderilen sinyallerde dengesizlik oluşmaktadır (4,5).

Kortekse tek taraflı ve/veya asimetric olarak gelen işitsel uyarılar zamanla santral işitsel sistemde reorganizasyonlara neden olmaktadır (6). Bu durum, duyuşal uyarılma özelliklerine bağlı olarak santral işitsel sistemde subkortikal ve kortikal düzeyde hem anatomik hem de fonksiyonel değışiklikleri ifade eder (4). Tek taraflı ve/veya asimetric işitme kaybı varlığında temel olarak santral işitme sisteminin iki önemli etkinliğinde değışiklikler oluşabilmektedir. Bunlar; işitsel kortekste ki frekans haritasının reorganizasyonu ve işitsel yollarda çeşitli seviyelerde binaural etkileşimler sonucunda nöral cevaplarda değışiklikler şeklinde görülür (7). Ayrıca tek taraflı işitme kayıplarında kortikal reorganizasyon sonucunda oluşan değışiklikler işitsel davranışsal yetenekleri de etkileyebilmektedir (8,9). İşitsel yoksunluk veya asimetric işitsel uyarılma sonucunda yetişkinlerin beyinde tonotopik organizasyon haritalarında plastik değışimler olduğuna dair birçok kanıt bulunmaktadır (10,11).

Tek taraflı işitme kayıplarında görülen değişimler, birçok farklı test ile ölçülebilmektedir. Bunlardan bazıları; İşitsel Beyinsapı Cevapları (ABR) ve geç latanslı potansiyeller gibi elektrofizyolojik testler, Frekans Modülasyon Farkı Belirleme (*Frequency Modulation Difference Limen-FMDL*) gibi işitsel ayırt edici testler ve sesin lokalizasyonu, temporal çözünürlük gibi davranışsal testler şeklinde sıralanabilir. İşitsel Uyarılmış Potansiyeller (İUP) işitsel uyaran gönderilmesiyle kulak, işitme siniri ve beynin işitsel bölümünde oluşan elektrofizyolojik aktiviteyi gösteren potansiyellerdir (12). ABR, işitsel uyarının gönderilmesini takiben 2-12 ms süre içerisinde oluşan cevapları gösterir (13). ABR periferik işitme sisteminden beyinsapının alt düzeyine kadar olan bölüme ait işitsel işlevin değerlendirilmesini sağlamaktadır (14). İşitsel Uyarılmış Kortikal Potansiyeller (İUKP) santral işitsel sistemin talamokortikal yapılarının eşzamanlı senkronize nöral aktivasyonunu yansıtan noninvaziv ve objektif bir ölçüm metodudur (15). İUKP, ses uyarınının gönderilmesinden 50 ms veya daha sonra meydana gelmektedir. ABR’de daha çok periferik duyuşal fonksiyonlarla ilgili sinaptik olaylar incelenirken, İUKP’lerde beynin sesi nasıl kullandığı ile ilgili santral süreçler (yukarıdan aşağıya-efferent) incelenmektedir (16). Tek taraflı işitme kayıplarında oluşan kortikal aktivite değişiklikleri, nörofizyolojik ölçüm tekniği olan İUKP’ler ile değerlendirilebilmektedir. Tek taraflı işitme kayıpları sonrası gelişen frekans harita reorganizasyonunun algısal sonuçlarını gösteren frekans ayırt etme yeteneği ise FMDL testi ile incelenebilir. Ayırt Edici Duyarlılık (*Differential Sensivity*) testleri kapsamında sayılan FMDL testinde, bireylerin sesin frekansında yapılan modülasyon farklarını tespit etme eşikleri belirlenmektedir (17). Tek taraflı total işitme kayıplı bireylerin kendi bildirdikleri işitsel yetersizlik düzeyinin belirlenmesinde anketlerden faydalanılabilir. Bu amaçla kullanılabilecek olan Amsterdam İşitsel Yetersizlik ve Engellilik Anketi (AİYE) 30 sorudan oluşan bir ankettir. Bu anket; sesleri ayırt etme, seslerin lokalizasyonu, sessiz ortamda konuşma anlaşılabilirliği, gürültülü ortamda konuşma anlaşılabilirliği ve sesleri fark etme olarak beş alt alan içermektedir. Türkçeye uyarlanması Müjdecı ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilmiştir (18).

İşitme kaybı sonrasında gelişen kortikal reorganizasyon özellikleri; işitme kaybı süresine, işitme kaybı etyolojisine ve işitme kaybı tarafına göre değişiklik gösterebilmektedir (19,20).

Çalışmanın amacı;

Bu çalışmada, uzun süreli tek taraflı total işitme kaybı olan yetişkinlerde subkortikal ve kortikal reorganizasyon özelliklerini ABR ve İUKP testleri ile incelemek ve İşitme Kaybı (İK) tarafına göre farklılık olup olmadığını belirlemek amaçlanmıştır. Ayrıca bu bireylerde subkortikal ve kortikal reorganizasyonun işitsel algısal sonuçlarını FMDL testi ile, işitsel yetersizlik düzeylerini AİYEA ile İK tarafı göz önüne alarak incelemek amaçlanmıştır. Böylece tek taraflı total işitme kaybının altında yatan nöroplastik mekanizmaların anlaşılabilmesi ve İK tarafına göre reorganizasyon özelliklerini gösteren potansiyel biyobelirteçlerin belirlenmesi hedeflenmiştir.

Çalışmanın ana hipotezleri;

Hipotez 1

H₀: Sol kulaklarında total İK olan yetişkinler ile sağ kulaklarında total İK olan yetişkinler arasında normal işiten kulaklar için nörofizyolojik biyobelirteçler açısından fark yoktur.

H₁: Sol kulaklarında total İK olan yetişkinler ile sağ kulaklarında total İK olan yetişkinler arasında normal işiten kulaklar için nörofizyolojik biyobelirteçler açısından fark vardır.

Hipotez 2

H₀: Sol kulaklarında total İK olan yetişkinler ile sağ kulaklarında total İK olan yetişkinler arasında normal işiten kulaklar için FMDL eşikleri açısından fark yoktur.

H₁: Sol kulaklarında total İK olan yetişkinler ile sağ kulaklarında total İK olan yetişkinler arasında normal işiten kulaklar için FMDL eşikleri açısından fark vardır.

Hipotez 3

H₀: Sol kulaklarında total İK olan yetişkinler ile sağ kulaklarında total İK olan yetişkinler arasında Amsterdam İşitsel Yetersizlik ve Engellilik anket sonuçları açısından fark yoktur.

H_1 : Sol kulaklarında total İK olan yetişkinler ile sağ kulaklarında total İK olan yetişkinler arasında Amsterdam İşitsel Yetersizlik ve Engellilik anket sonuçları açısından fark vardır.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Tek Taraflı Total İşitme Kaybı

Binaural işitme, çevremizdeki sesli uyaranların algılanması için her iki kulağın kullanılması olarak tanımlanabilir. Nasıl üç boyutlu görmenin sağlanması için iki göz kullanılıyorsa ‘boyutsal işitme’ nin sağlanmasında da iki kulak kullanılmaktadır (21).

İşitme kayıpları; işitme kaybının tipi, derecesi ve konfigürasyonu gibi özellikler göz önüne alınarak sınıflandırılabilir. Ayrıca işitme kaybının santral işitme sistemine etkisine göre bilateral işitme kaybı ve unilateral işitme kaybı olarak iki şekilde sınıflandırılabilir (1).

İşitme kaybı derecesi iki kulak arasında farklılık gösteriyorsa asimetrik işitme kaybı, farklılık göstermiyorsa simetrik işitme kaybı olarak sınıflandırılabilir (22). Tek Taraflı İşitme Kaybı (TTİK), bir kulakta normal işitme varken, diğer kulakta 20 dB ve üzerinde sensörinöral işitme kaybı bulunması durumudur (23).

Eğer tek taraflı işitme kaybı şiddetli-ileri derecede ise Tek Taraflı Sağırılık (*Single Sided Deafness-SSD*) adını almaktadır (22). Gıda ve İlaç Dairesine göre SSD; kötü kulakta sensorinöral sağırılık olmasına karşın diğer kulakta 0.5, 1, 2, 3 kHz bölgesinde saf ses işitme eşik ortalamasının ≤ 20 dB HL olması şeklinde tanımlanmıştır (24). Tek taraflı sağırılığın tanımı hala tartışmalı bir konudur. Bu karışıklığın nedeni yetişkinlerde SSD’i sınıflandırmak için farklı standartlar kullanılmasıdır. Van de Heyning ve arkadaşları (25), SSD için kötü kulakta 0.5, 1, 2, 4 kHz saf ses işitme eşik ortalamalarının 70 dB HL’den fazla olması, iyi kulakta ise işitme eşik ortalamalarının 30 dB HL’den az olması ve kulaklar arası işitme eşikleri arasındaki farkın 40 dB HL’den büyük olması kriterlerini ortaya koymuşlardır. Ramos ve arkadaşları (26), SSD’i tanımlarken; kötü kulakta geleneksel akustik amplifikasyon yöntemlerinden fayda sağlanılamazken iyi kulakta 0.5, 1, 2, 4 kHz bölgesinde saf ses işitme eşiklerinin ≤ 20 dB HL olması kriterini ortaya koymuşlardır.

2.1.1. Tek Taraflı İşitme Kayıplarının Etyolojisi

Tek taraflı işitme kayıpları, konjenital ve edinsel kaynaklı nedenlerle gelişebilir. Konjenital işitme kayıpları iç kulak ve akustik sinirdeki malformasyonlar nedeniyle doğumdan hemen sonra görülmektedir. Kazanılmış işitme kaybı ise yaşamın daha sonraki dönemlerinde çeşitli nedenlerle açığa çıkabilir (27). Konjenital tek taraflı işitme kaybı etyolojisinde; sitomegalovirüs enfeksiyonu, doğuştan koklear sinir eksikliği, bakteriyel menenjit, sendromik nedenler ve iç kulak malformasyonları bulunmaktadır (28).

Kazanılmış işitme kayıplarının nedenleri; kokleovestibüler patolojiler, temporal kemik travması, meniere hastalığı, vestibüler schwannoma, Ramsay Hunt sendromu (herpes zoster virüs), vasküler iskemi, enfeksiyonlar, otoimmün bozukluklardır. Ayrıca işitme kaybı idiyopatik kaynaklı olarak gelişebilir (29). İdiyopatik veya ani başlangıçlı İK, tek taraflı total işitme kayıplarının en yaygın nedenlerindendir. Ani işitme kaybı, bir kulakta veya her iki kulakta ani başlangıçlı olarak sensori/nöral işitme kaybı olarak görülür (30). Ani işitme kaybının nedenleri tam olarak bilinmemekle beraber immünolojik hastalıklar, enfeksiyon hastalıkları ve ototoksik ilaç kullanımı gibi durumlar nedenler arasında sayılabilir (27).

2.1.2. Tek Taraflı İşitme Kayıplarında Etkilenen Özellikler

Tek Taraflı İşitme Kaybı (TTİK), dışarıdan gözle görülebilen eksiklik olmadığı için genelde hafife alınan bir rahatsızlıktır. Ancak TTİK'lı hastalar karmaşık dinleme ortamlarında bulunduklarında bunu telafi edebilmek için daha fazla çaba harcarlar (31). Bu hastalarda, zorlu dinleme çevreleri zamanla işitsel yorgunluğa neden olmaktadır (32). TTİK olan hastalarda binaural işitmenin sağladığı özelliklerden faydalanılamaz.

2.1.2.1. Binaural Sumasyon

Her iki kulaktan uyaran alınması sayesinde beyin sapına ulaşan aksiyon potansiyelleri daha güçlü olarak elde edilmektedir. Bu durum daha genel bir kavram olan *binaural redundancy* adını almaktadır. Bir sesin kişide oluşturduğu ses yüksekliği hissi beyin merkezlerine iletilen aksiyon potansiyellerinin sayısı ile ilgilidir (33).

Binaural sumasyon etkisi gönderilen sinyalin çeşidine veya sinyalin gönderilme şekline göre değişebilmektedir. Ses hoparlör aracılığıyla gönderildiğinde kulaklık kullanımına göre daha düşük binaural sumasyon elde edilir (34). Binaural işitme sonucunda monaural işitmeye göre işitme eşikleri de daha duyarlı hale gelmektedir. Ayrıca binaural işitme sayesinde sesin şiddet ve frekans gibi özelliklerini ayırt etme duyarlılığı artmaktadır (35).

2.1.2.2. Başın Gölge Etkisi

Sesin karşı kulağa gelebilmesi için başın içinden ve başın etrafından dolaşması gerekmektedir. Başın sebep olduğu bu engel ses şiddetinin azaltılmasına ve filtrelenmesine neden olmaktadır. Sesler dinleyiciye 45 azimuttan geldiğinde başın gölge etkisi nedeniyle sesler ses kaynağına uzak olan kulağa 6-12 dB zayıflayarak iletilir (1). Ses kaynağından uzakta olan kulağa sesler yaklaşık 0.7 milisaniye kadar daha geç ulaşmaktadır. Başın oluşturduğu engel nedeniyle gölgelenen ses dalgasının frekans spektrumu ve tınısı farklılık göstermektedir (36). Tek taraflı işitme kaybı olan bireylerde başın gölge etkisi nedeniyle sesin lokalizasyonunda güçlükler oluşmaktadır (37). Özellikle sinyal kötü kulağa, rakip sinyal ise normal işiten kulağa gönderildiği zaman başın gölge etkisi daha belirgin olarak görülmektedir (38).

Başın gölge etkisi nedeniyle SSD olan hastalarda özellikle yüksek frekanslı konuşma ipuçlarının alınması zorlaşmaktadır. Düşük frekanslı sesler işitme kayıplı kulak tarafından gelse dahi kolay tespit edilebilir. Ancak yüksek frekanslı sesler işitme kayıplı kulak tarafına gönderildiğinde başın gölge etkisi nedeniyle sesin ipuçları engellendiği için sesler fark edilemez (39).

2.1.2.3. Sesin Lokalizasyonu, Lateralizasyonu

Dinleyicinin bir ses kaynağının yönü ve mesafesini belirleyebilme yeteneğine lokalizasyon adı verilir. Horizontal düzlemde ses kaynağının yönünün belirlenmesinde kulaklar arası zaman ve şiddet farklılıklarının rolü büyüktür. Duplex teorsine göre; ses kaynağının yönünü lokalize etme alçak frekanslarda kulaklar arası zaman farklılıklarına, yüksek frekanslarda ise kulaklar arası şiddet farklılıklarına bağlıdır (40). Ses kaynağı dinleyicinin median düzlemde önünde veya arkasında ise ses iki kulağa eşit derecede uzak olduğu için fark olmayacaktır (35). Dikey düzlemde gelen

ses kaynağının lokalizasyonu daha zordur. Çünkü sesin lokalizasyonu sesin karakteristik gelişine karşı oluşan kafa ve kulak kepçesinin sesi kırınım şekilleri ile sağlanmaktadır (41).

Tek taraflı işitme kayıplı hastalarda, işitme için önemli olan kulaklar arası işitsel ipuçlarına ulaşamadığı için sesin lokalizasyonu zorlaşmaktadır (38). İşitme sistemi binaural ipuçları eksikliğinde bile mümkün olduğu kadar mekansal işitme becerilerini korumaya adapte olmaktadır (42). Normal günlük işitsel durumlarda ise seslerin şiddetleri, lokalizasyonu ve frekansları değişebildiği için tek kulaktan gelen ipuçları yetersiz kalarak mekansal işitme becerileri zarar görmektedir (1).

2.1.2.4. Gürültünün Bastırılması (*Binaural Squelch*)

Binaural squelch, santral işitsel sinir sisteminin her iki kulaktan gelen işitsel sinyalleri karşılaştırma ve düzenleme yeteneğidir. İşitsel sinyallerin zamanlama, amplitüd ve spektral farklılıklarının beyin sapındaki nukleuslarda işlenmesi sonucunda binaural baskılama gelişir. Gürültünün bastırılması özelliği, arka plan gürültü varlığında konuşma sesleri ve rakip sesler farklı interaural özelliklerle gönderildiği durumda konuşma sesinin veya sinyalin tespit edilebilme yeteneğini ifade etmektedir. Tek taraflı işitme kaybının *binaural squelch* özelliği üzerine olumsuz etkisi vardır (33).

2.1.2.5. Konuşmanın Algılanması

TTİK'lı hastalarda işitme için önemli olan kulaklar arası işitsel ipuçlarına ulaşamaz. Kulaklar arası zaman farkı ve kulaklar arası şiddet farkı becerilerinin azalması sonucunda, gürültüde konuşulanların anlaşılması zorlaşmaktadır. TTİK'lı yetişkin ve çocuklarda binaural işitsel ipuçlarının eksikliği nedeniyle konuşma anlaşılabilirliğinin normal işiten kişiler gibi olabilmesi için daha yüksek sinyal gürültü oranına ihtiyaç vardır (43).

2.1.2.6. Temporal İşleme

Akustik sinyalin tüm zamansal özelliklerine göre işlenmesine temporal işleme adı verilmektedir. Temporal çözünürlük, temporal birleştirme, temporal sıralama özellikleri, gürültü varlığında sesin lokalizasyonu ve konuşma algısı üzerine

etkilidir. Temporal işleme; perde, fonem, temporal diskriminasyon ve konuşulanların rakip sinyallerden ayırt edilmesi gibi dinleme becerileri için önemlidir (44).

2.1.2.7. Kontralateral Hemisfer Dominansı

Normal işiten bireylerde tek kulaktan ses uyarını gönderildiğinde iki taraflı işitsel kortikal hemisferler aktive olmaktadır, bu aktivasyon uyarılan kulağın kontralateralindeki hemisferde daha kuvvetli olmaktadır. Çünkü kontralateral işitsel yollar ipsilateral işitsel yollara göre daha fazla sinir lifi içerir ve ipsilateral işitsel yollara göre kortekse daha az sinaps ile daha direkt bir şekilde yol almaktadır (15). Bu durum kontralateral hemisfer dominansı olarak adlandırılır. Bu nedenle normal işiten bireylerde monaural işitsel uyarın gönderilen kulağın kontralateralindeki hemisferden alınan nörofizyolojik yanıtlar daha kısa latanslı ve daha büyük amplitüdlü olarak elde edilmektedir (6,19,45).

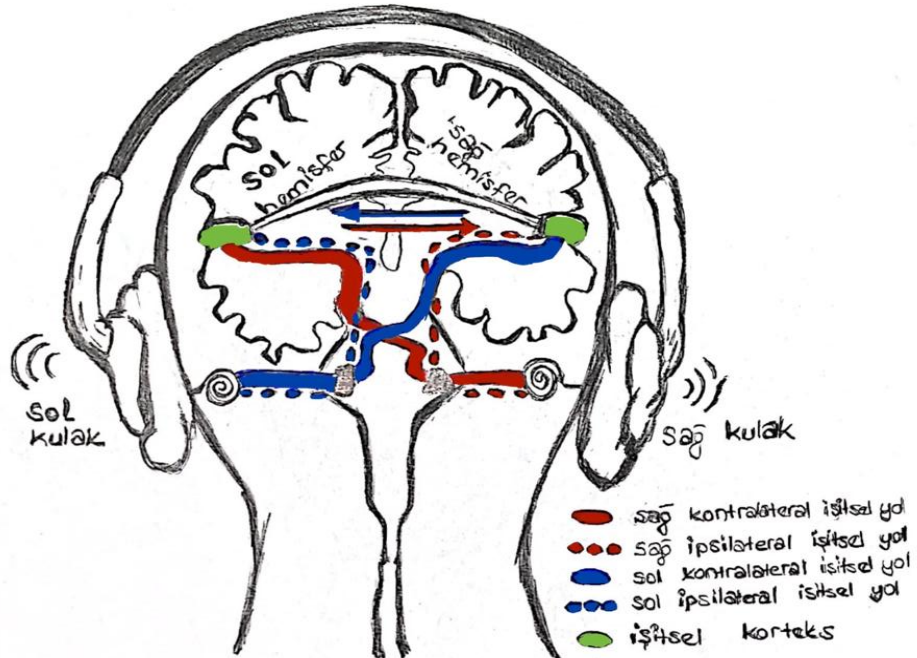
Kontralateral baskınlık modeli, beyin sapındaki koklear çekirdeklerden çapraz hemisferik projeksiyonlar alan, işitsel yolun yukarısında bulunan inferior kollikulusa kadar olan düşük seviyelerde gözlemlenebilir (46,47). Kortikal seviyede ise ipsilateral işitsel korteksten posterior korpus kallosum vasıtasıyla kontralateral işitsel kortekse ek geçişler olur (47). Normal işitme sistemlerinde ipsilateral yollar baskılandığı için daha güçlü kontralateral aktivite özelliği görülmektedir. Kontralateral ve ipsilateral terimleri uyarı gönderilen kulağa göre kullanılır. İpsilateral ve kontralateral olarak elde edilen dalga latansları ve amplitüdleri için kontralateral dominanslar belirlenmektedir (6). Tek taraflı işitme kayıplarında, normal işiten kulak uyarıldığında kontralateral hemisfer dominansı özelliği etkilenerek daha simetrik yanıtlar alınabilir.

Tek taraflı işitme kayıplarında, dinleme zorlukları nedeniyle kognitif beceriler, dikkat ve çalışma belleği gibi özellikler olumsuz etkilenmektedir. Tek taraflı işitme kaybı bulunan çocuklarda ise sözel dil ve sözel zeka becerilerinin kazanılması gecikerek okul başarısı azalabilir (22). Çocuklarda ve yetişkinlerde TTİK'nın işlevsel ve sosyal etkileri yaşam kalitelerinin olumsuz etkilenmesine yol açar (48,49).

2.1.3. Tek Taraflı İşitme Kayıplarında İşitme Kaybı Tarafının Etkisi

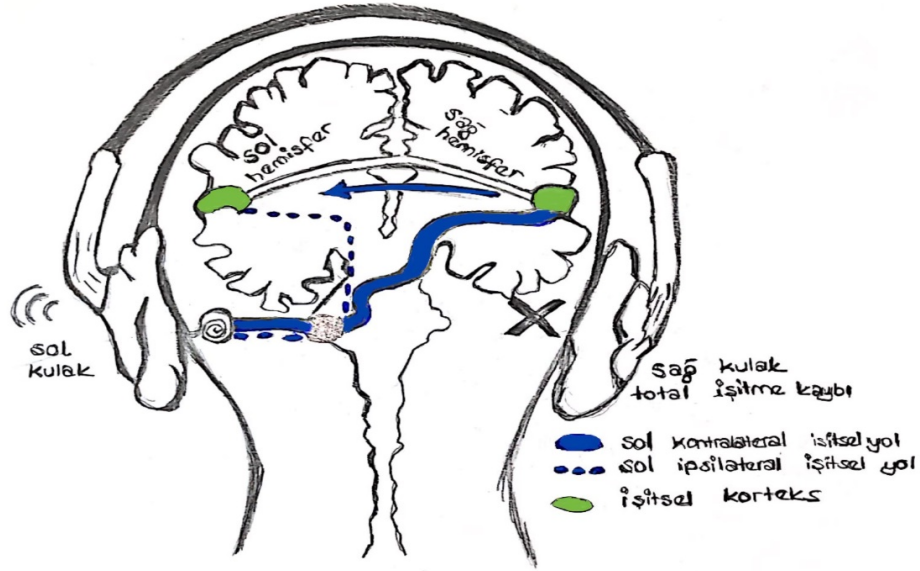
İşitsel korteks hemisferleri farklı özelliklerde etkili olduğu için dikotik dinlemede, konuşma uyarıları kullanıldığında sağ kulak avantajı, konuşma dışı uyarılar kullanıldığında ise sol kulak avantajı olduğu düşünülmektedir. Sağ kulaktan algılanan dil sol hemisferde işlenmektedir. Sol hemisferdeki dil baskınlığının nedeni olarak, sol hemisferin daha iyi zamansal çözünürlük özelliğine sahip olabileceği fikri ileri sürülmektedir (50).

Ocklenburg ve arkadaşları (51), beyin dalgalarını Elektroensefalografi (EEG) ile inceledikleri çalışmada; sol hemisferin konuşma bilgisini daha hızlı işlediği ve konuşmanın işlenmesi için çok önemli olan planum temporale bölgesinin sol hemisferde sağ hemisfere göre daha büyük olduğu belirlenmiştir. Kimura'ya (52) göre dikotik dinleme sırasında sağ kulak tarafından gelen konuşma uyarısı, sol kulak tarafına gelen konuşma uyarısına göre daha seri bir şekilde konuşmanın işlenmesinde baskın olan sol hemisfere iletilmektedir. Sol kulaktan gönderilen konuşma uyarısı önce sağ hemisfere iletilir ve ardından korpus kallosum yoluyla sol hemisfere geçer (52).

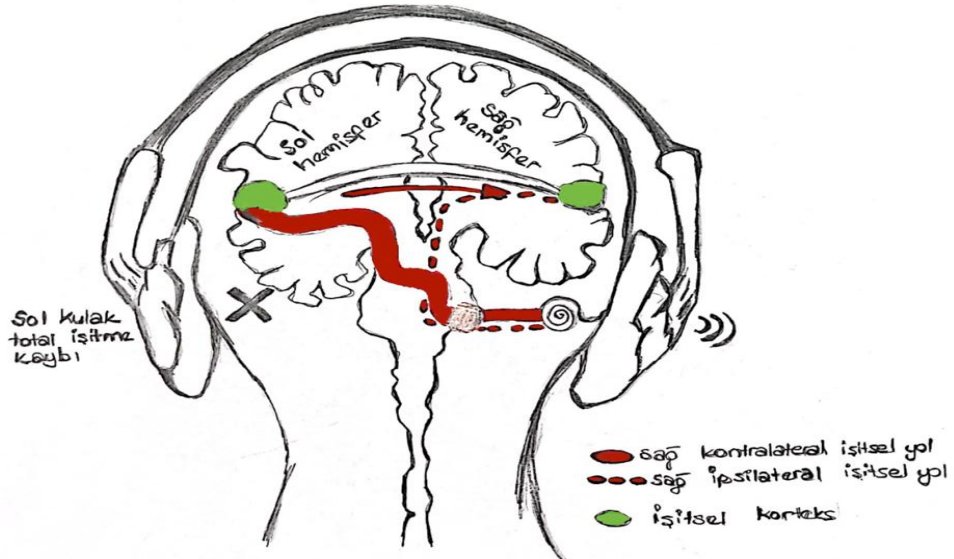


Şekil 2.1. Bilateral normal işitme sistemi (53 numaralı kaynak referans alınarak araştırmacı tarafından çizilmiştir).

Normal işitme sistemi özellikleri göz önüne alındığında; sağ taraflı işitme kayıplarında, sağ kulağa gelen konuşma uyaranının kontralateral yolla sol hemisfere iletimi sağlanamayacaktır. Ayrıca sol kulaktan gelen konuşma uyaranının ipsilateral iletimi ile sol hemisferde algılanması yetersiz kalacaktır.



Şekil 2.2. Sağ taraflı total işitme kaybı (53 numaralı kaynak referans alınarak araştırmacı tarafından çizilmiştir).



Şekil 2.3. Sol taraflı total işitme kaybı (53 numaralı kaynak referans alınarak araştırmacı tarafından çizilmiştir).

2.2. Tek Taraflı İşitme Kayıplarında Kortikal Reorganizasyon Özellikleri

Nöral plastisite, santral sinir sisteminin fonksiyonlarında oluşan değişimleri ifade eden genel bir terimdir. Sinaptik bağlantıların etkinliğinde oluşan değişimler veya yeni sinaptik bağlantıların oluşması sonucunda özel nöral yapıların uyarılabilirliğinin artmasına nöral plastisite adı verilir. Sinapsların etkinliğindeki değişimler eksternal ve internal süreçler ile gelişebilir. Nöral plastisite, sinir sisteminde fonksiyonel değişimleri ve sinir sisteminin reorganizasyonunu ifade etmektedir (54). Duyma ve görme gibi duyu sistemlerinin, çevreden gelen bilgilerde oluşan değişimlere uyum sağlayabilme özelliği vardır (55). Yaralanma ve öğrenme süreçleri gibi çevresel değişiklikler sonucunda kortikal alanda gelişen anatomik ve fonksiyonel değişimler kortikal plastisite kavramı ile ifade edilmektedir (56).

İşitsel kortekste gelişen nöral aktivitenin fizyolojik olarak ölçülmesiyle TTİK sonrasında kortikal reorganizasyon geliştiği ortaya konulmuştur. Kortikal reorganizasyonda santral işitme sisteminin iki önemli etkinliğinde değişiklikler oluşabilmektedir. Bu değişiklikler; işitsel kortekste frekans haritasının reorganizasyonu ve binaural etkileşimler sonucunda işitsel yollarda çeşitli seviyelerde nöral cevaplarda değişiklikler oluşması şeklindedir (7).

Normal işiten kişilerde monaural işitsel uyaran gönderildiğinde uyarılan kulağın kontralateralindeki hemisferden alınan nörofizyolojik yanıtlar daha kısa latanslı ve daha büyük amplitüdlü olarak elde edilir (19,57). Bu aktivasyon özelliği kontralateral işitsel yolun dominansına bağlıdır. Kontralateral işitsel yol ipsilateral işitsel yoldan daha fazla sinir lifi içermektedir ve böylece kontralateral işitsel korteksin daha direkt uyarılması sağlanır. Bu nedenle işitmesi normal olan bireylerde yapılan İUKP ölçümlerinde asimetrik (kontralateral amplitüd > ipsilateral amplitüd), ve asenkronize (kontralateral cevapların ipsilateral cevaplardan daha önce olması) şeklinde yanıtlar elde edilir. Tek taraflı işitme kayıplarında, tek kulakta oluşan işitsel yoksunluğa bağlı olarak santral işitme sisteme gönderilen sinyallerde dengesizlik oluşmaktadır. Tek taraflı İK olan hastaların normal işiten kulaklarından santral işitsel sisteme gönderilen iletiler normalden daha güçlü kortikal yanıtlar oluşturmak için yeniden düzenlenmektedir (5,14). Bireylerde TTİK oluştuğunda, sağlam kulağın ipsilateral hemisferinde aktivasyon artışı sonucunda her iki hemisfer faaliyetlerinin daha simetrik olduğu belirtilmektedir (15).

İşitsel kortikal reorganizasyona dair belirtilen en az üç mekanizma vardır: işitme kayıplı kulak tarafından gelen inhibe edici etkilerin ortadan kalkması, mevcut bağlantıların etkinliğindeki değişiklikler ve yeni sinapsların oluşması, aksonların büyümesi şeklindedir (5,58). İşitme kaybı sonrasında gelişen kortikal reorganizasyon özellikleri işitme kaybı süresine, işitme kaybı etyolojisine ve işitme kaybı tarafına göre değişkenlik gösterebilmektedir (19).

Nöroplastisite mekanizmasının başlaması için işitmenin tamamen kaybolması gerekli değildir, belirli bir frekans bölgesinde işitme kaybı olduğunda da kortikal reorganizasyon görülebilmektedir. Ancak işitme kaybı derecesine göre nöral plastisite özellikleri değişebilir. Bu değişiklikler hem subkortikal hem de kortikal düzeylerde gerçekleşmektedir (59).

2.3. Tek Taraflı İşitme Kayıplarında İşitsel Korteks Frekans Haritalarının Reorganizasyonu

Tek taraflı İK sonrasında gelişen kortikal reorganizasyonda santral işitme sisteminin iki önemli etkinliğinde değişiklikler olmaktadır. Bu değişiklikler; santral işitsel yollarda çeşitli seviyelerde binaural etkileşimler sonucunda nöral cevaplarda değişikliklerin oluşması ve işitsel kortekste frekans haritasının reorganizasyonu şeklinde gelişmektedir. İşitsel kortekste meydana gelen frekans haritasının reorganizasyonu konusu incelenmeden önce normal işitme sisteminde ses frekansının işleme sürecini incelemek aydınlatıcı olacaktır. Tonotopik organizasyonun fonksiyonel önemi bilinmemekle beraber, frekans ayar eğrileri tutarlılığının frekans ayırt etme için önemli bir rol oynadığı hipotezi sunulmaktadır.

Normal işitsel yollarda gözlenen tonotopik frekans haritaları, nöral plastisite nedeniyle değişebilmektedir. Kokleadaki frekans dağılımını temel alan tonotopik haritalar affrent işitsel yollar ve serebral korteks çekirdeklerinde meydana gelen işleme sonucunda değişikliğe uğrayabilir (60). Yetişkinlerde kısmi (frekansa özgü) koklear hasarlar sonucunda da santral işitsel sinir sisteminde bulunan tonotopik harita organizasyonları etkilenebilir (61).

Yetişkinlerin talamokortikal işitme sistemlerinde gelişen plastisite özelliği, total işitme kayıplarından ziyade periferik olaylar neticesinde gelişebilir. Tonal

uyaranların kullanıldığı frekans ayırt etme ile ilgili davranışsal eğitimler, kortikal tonotopik haritalarda frekanslara ayrılan bölümleri genişleterek plastik değişikliklerin oluşmasını sağlayabilir (62).

2.3.1. Normal İşitme Sisteminde Frekans Seçicilik Özelliği

Normal işitme sisteminde; kokleadan başlayarak santral işitsel sistemin tüm düzeylerinde sinir liflerinde frekansa özel bir yerleşme özelliği vardır. Bu özellik tonotopik organizasyon adını almaktadır. Farklı frekanslar, kokleada baziler membran üzerinde yaptıkları maksimum vibrasyon bölgesine göre değişik bölgelerde algılanmaktadır. Kokleanın bazalinde toplanan yüksek frekans bilgisi, işitme sinirinin dış tabakası tarafından iletilmektedir. Kokleanın apeksinde bulunan alçak frekans bilgisi ise işitme sinirinin iç bölgesi tarafından iletilmektedir (63). Santral işitsel sistemin tüm düzeylerinde görülen tonotopik organizasyon özelliği işitsel kortekste de devam etmektedir.

2.3.1.1. Kokleanın Frekans Seçicilik Özelliği

Koklea sesleri frekans spektrumlarına göre ayırmaktadır ve sesin farklı spektral komponentleri farklı işitme sinir liflerini aktive etmektedir (64). Baziler membranın kemik tünel bazalden apekse doğru daralmaktadır. Basiler membran lifleri ise bazalden apekse doğru uzamakta ve liflerin sertlikleri azalmaktadır. Bu durum, basiller membranı bir frekans analizatörü haline getirmektedir (65).

Kokleada iç tüylü hücreler, baziler membrandaki vibrasyonu işitsel sinir liflerine nöral kod olarak göndermektedir. Dış tüylü hücreler ise kokleadaki enerji kaybını telafi ederek kulağın duyarlılığını artırır. Böylece düşük şiddetli sesler için frekans seçiciliğini keskinleştirir (64). Baziler membran boyunca her bölge belli bir frekans bölgesine duyarlıdır, kokleanın bazali yüksek frekanslara duyarlı iken kokleanın apeksi alçak frekanslı seslere duyarlıdır (65).

2.3.1.2. Santral İşitsel Sistemin Frekans Seçicilik Özelliği

Kokleanın bazalinden apeksine kadar düzenli olan frekans sıralaması, bütün işitsel sinir sistemi boyunca devam etmektedir (60). Bu durum tonotopik organizasyon

olarak adlandırılır. Her bir işitme sinir lifi kendine has frekans için duyarlıdır. Bu frekans seçiciliği beyine kadar tonotopik bir organizasyonla devam etmektedir. Koklea frekans seçiciliği için mekanik bir görev almaktadır (65).

İşitme sinir lifinin en düşük eşik ile uyarıldığı frekans, karakteristik frekans adını almaktadır. Uyarının şiddeti arttırıldığında karakteristik frekansın etrafındaki daha geniş frekans aralığında, nöronların verdiği cevap hafiftir. Uyarının şiddeti yeterince arttırıldığında nöron, karakteristik frekansının çok altında bulunan geniş frekans aralığına cevap vermektedir. Bu fenomen nedeniyle eğrinin alçak frekans bölgesinde kuyruk görünümü oluşmaktadır (66).

Farklı sinir lifleri farklı frekanslara duyarlıdır. İşitsel sinir lifinin bir sesin frekansına karşı verdiği eşiğin grafiği, frekans eşik eğrisi veya frekans ayar eğrisi adını almaktadır. Tek işitsel sinir lifinin frekans eğrisinin genişliği “Q10 dB” değeri ile ifade edilmektedir. Q10 dB, eşiğin 10 dB üzerinde ölçülen genişliği bölen merkez frekansıdır. Sesin şiddeti arttırıldıkça Q10 dB değeri de artmaktadır (60,66). Karakteristik frekans alçak frekanslı olan sinir liflerinin ayar eğri şekilleri karakteristik frekans yüksek frekanslı olan sinir liflerinin ayar eğrilerinden farklıdır. Benzer karakteristik frekanslı olan sinir liflerinin ayar eğrileri de benzerdir. Koklear çekirdeklerdeki hücrelerin çoğunun ayar eğrileri işitsel sinir liflerinin ayar eğrilerine benzemektedir. Fakat bazı hücrelerin farklı şekilde ayar eğrileri vardır. Daha santral yerleşimli olan işitsel çekirdeklerin ayar eğrileri daha fazla değişmektedir (60).

2.3.2. Normal İşitme Sisteminde Frekans Diskriminasyonu

Koklea sesin şiddeti ve dalga formu hakkında işitsel sinir sistemine bilgi vermektedir. Baziler membranın frekans seçiciliği, frekans diskriminasyonu için gereken yer ilkesinin temelini oluşturmaktadır. Sesin temporal özelliklerinin kodlanarak işitme sinir liflerinin deşarj hızının analiz edilmesi, frekans diskriminasyonu için gereken temporal ilkenin temelini oluşturmaktadır (60). Yer kodlaması özelliği, sesin şiddetinden etkilendiği için işitsel frekans diskriminasyonu için yeterince güvenilir değildir. Eggermont ve arkadaşları (67), kedilerde yaptıkları çalışmada sesli harflerin işitme sinirindeki nöral kodlaması sırasında temporal kodlamanın yer kodlamasına göre daha güvenilir olduğunu bildirmişlerdir.

Kokleanın en önemli işlevlerinden biri, temporal kod oluşturmada önce kompleks sesleri dar bantlara ayırarak temporal kodlama için sesleri hazırlamaktır. Yapılan çalışmalarda frekans ayırt etme konusunda 5000 Hz'e kadar temporal mekanizmanın, bundan daha yüksek frekanslarda ise yer mekanizmasının geçerli olduğu bildirilmektedir (68). Tek bir işitsel sinir lifinden alınan deneysel kayıtlarla sesin temporal özelliklerinin ortaya çıkarıldığı bilinmektedir. Ancak frekans diskriminasyonu için kullanılabilecek olan sinir sisteminin zamansal bilgiyi nasıl çözümlediği ve temporal özelliklerin sinaptik iletim yoluyla korunup korunmadığı konusunda çok az şey bilinmektedir (60).

2.4. Tek Taraflı Total İşitme Kayıplarında İşitsel Algısal Sonuçların Frekans Modülasyon Farkı Belirleme ile İncelenmesi

Tek taraflı total İK olan hastalarda kortikal reorganizasyon ve işitsel korteksteki frekans haritalarının reorganizasyonu sonucunda oluşan değişikliklerin işitsel davranışsal yetenekleri de etkileyebileceği bildirilmektedir (8). Ancak tek taraflı total İK sonucunda gelişen kortikal reorganizasyonun, işitsel algısal sonuçları nasıl etkilediği konusunda fazla bilgi yoktur.

İnsanlarda frekans diskriminasyonu için, hem yer kodlaması hem de zamansal kodlama özellikleri kullanılmaktadır. Frekans ayar eğrileri ile yer kodlaması mekanizması gösterilmektedir (60). İşitme kayıpları sonrasında tonotopik frekans haritalarında oluşan değişiklikler frekans kodlamasında gerekli yer kodlaması özelliğini değiştirerek frekans diskriminasyon yeteneğini etkileyebilir.

Kokleanın bazal turunda ototoksik nedenlerle veya gürültüye bağlı olarak oluşan lezyonlarda ise hasarlı kulağın kontralateralindeki işitme korteksinde tonotopik frekans haritalarında değişiklikler oluşmaktadır. Normalde kokleanın hasarlı bölümünden gelen frekanslara yanıt veren korteks bölümü, hasarlı bölümün bitişik frekanslarından gelen uyarılara yanıt vermeye başlamaktadır (69). Ancak bunu gösteren araştırmalarda, koklear kaynaklı ve kısmi işitme kaybı olan hastalar incelenmiştir. Tek taraflı total işitme kaybı sonrasında binaural işitme özelliği tamamen bozulduğu için daha farklı reorganizasyon özellikleri beklenebilir.

Bu bilgiler ışığında tek taraflı total İK sonrasında olası beklenen tonotopik harita reorganizasyonun algısal sonuçlarının, İK tarafına göre farklılık gösterip göstermediğini belirlemek için Frekans modülasyon farkı belirleme testi (FMDL) testinin kullanılabileceği öngörülmektedir. Frekans modülasyonu, melodileri algılamak, konuşulanların tanınması, konuşmanın prozodi ve duygusunun belirlenmesi ve konuşmanın arka plandaki rakip sinyallerden ayrılmasında önem arz etmektedir (70). FMDL testi, Eşik Üstü Algılama testleri kapsamında veya Ayırt Edici Duyarlılık (*Differential Sensitivity*) testleri kapsamında tanımlanabilir (17,35). Duyusal girdide algılanabilen en küçük fark, ayırt edici eşik olarak adlandırılır. Ayırt edici eşik ölçümleri, psikofizik biliminin ilgilendiği bir alandır (35).

Sesin frekansı için ayırt etme eşiği, iki yöntemle belirlenir. Bunlardan biri kişiye ardı ardına verilen ve birbirinden farklı frekanstaki iki sestten hangisinin daha tiz ve hangisinin daha pes olduğunun ayırt edilmesinin beklenildiği *Difference Limen for Frequency* (DLF) testidir. Diğeri ise sese uygulanan ufak bir frekans modülasyonunun fark edilip edilmediğinin belirlendiği FMDL testidir. Frekans modülasyonu (FM), taşıyıcı bir frekans etrafında frekans sabit bir periyotla azaltılıp arttırılırken amplitüdün sabit tutulması ile gerçekleştirilir. Odyometrelerdeki “warble” tona denk gelir. Test sırasında katılımcının doğru olarak fark ettiği en küçük modülasyon oranı, FMDL eşiği olarak kabul edilmektedir (71).

2.5. Tek Taraflı Total İşitme Kayıplarında Subkortikal Özelliklerin İşitsel Beyinsapı Cevapları ile İncelenmesi

İşitme kayıpları santral işitsel sistemde subkortikal ve kortikal düzeyde hem anatomik hem de fonksiyonel değişimlere yol açmaktadır (59). Odyoloji alanında işitme sisteminin değerlendirilmesinde EEG prosedürlerinden yararlanılmaktadır. İşitsel Uyarılmış Potansiyeller (İUP) işitsel uyarın gönderilmesiyle kulak, işitme siniri ve beyin işitsel bölümlerinde oluşan elektrofizyolojik aktiviteyi gösteren potansiyellerdir (12). Erken-latanslı cevaplar, orta latanslı cevaplar ve geç latanslı cevaplar İUP’ler kategorüsünde incelenmektedir. İşitsel beyinsapı cevapları, işitme uyarının gönderilmesini takiben 2-12 msn arasında oluşan cevapları ifade etmektedir (13). Bu cevaplar, afferent işitsel yollarda işitme siniri, koklear nukleuslar, superior olivary kompleks, lateral lemnisküs ve inferior kollikulus yapılarının nöral

senkronize uyarılması sonucunda gelişmektedir (72). Periferik işitme sisteminden beyinsapının alt düzeyine kadar olan bölüme ait işitsel işlevin değerlendirilmesini sağlar (14). Ayrıca ABR yöntemi, retrokoklear patolojilerin belirlenmesinde nörodiagnostik bir araç olarak kullanılmaktadır. İşitsel nöropati, beyinsapı düzeyindeki lezyonlar ve nöromusküler hastalıkların etkilerini incelemede kullanılmaktadır. İşitsel beyinsapı cevapları ile aşağıdan yukarıya doğru periferik duyuşal olaylarla bağlantılı olan sinaptik aktivite incelenmektedir (73).

Afferent işitsel sinir liflerinde senkronize nöral ateşlenme sağlanabilmesi için kısa uyaran süresi gerekmektedir. Bu nedenle nörodiagnostik ABR değerlendirmesinde klik uyaran kullanımı daha uygundur. Nörodiagnostik ABR’de yüksek şiddette ses uyarını gönderildiğinde VIII. sinir ve alt beyinsapı düzeyinde nöral senkronizasyon artarak daha belirgin cevaplar alınmaktadır. Böylece dalgaların mutlak latansları ve dalgalar arası latansları daha kolay belirlenebilir. Otonörolojik değerlendirme gibi dalgaların tamamının belirlenmesinin gerektiği durumlarda, ABR testinde düşük rate kullanımı önerilmektedir (74).

İşitsel beyinsapı cevaplarında, gönderilen ses uyarınının fazı dalga formlarının latans, amplitüd ve morfoloji özelliklerini etkilemektedir. Fowler (75), ABR eşığının üzerinde yüksek şiddet düzeyinde uyaran gönderildiğinde rarefaction polaritenin nöral senkronizasyonu arttırdığı, eşığa yakın düzeylerde ise polarite etkisinin azaldığını bildirmektedir. Ayrıca nörodiagnostik ABR’de dalga I’in daha iyi belirlenmesini sağladığı için rarefaction polarite kullanılması tavsiye edilmektedir (74).

ABR ölçümlerinde test edilen kulağa yüksek şiddette ses gönderildiğinde ses test edilmeyen kulağın kokleasına geçerek uyarılmaya yol açabilmektedir. Bu nedenle tek taraflı total işitme kaybı varlığında lateralizasyonun önüne geçmek için normal işiten kulağa maske verilmelidir (76).

Nörodiagnostik ABR’de mutlak latansların yanında dalgalar arası latanslar da incelenmektedir. Dalgalar arası latansların normal değerler içerisinde olup olmadığını belirlemek için daha önce belirlenen normatif değerlerle karşılaştırma yapılması gerekir. Hall ve arkadaşları (77) tarafından olması gereken yaklaşık dalgalar arası latans değerleri; I-III dalgalar arası latansı: 2.2 ms, III-V dalgalar arası latansı: 1.8 ms ve I-V dalgalar arası latansı: 4 ms olarak bildirilmiştir.

İşitsel beyinsapı cevaplarında dalga amplitüd parametresi; arka plan gürültüsü, artefakt nedeniyle ve kişiler arasında değişkenlik gösterebilen bir parametredir. Bu nedenle V/I amplitüd oranının nörodiagnostik amaçlı kullanımı daha uygundur. Dalga V amplitüdü dalga I amplitüdüne bölünerek matematiksel olarak hesaplanır. Dalga V amplitüdü normalde dalga I amplitüdünden büyüktür Bu nedenle önemli ölçüde daha küçük bir V. dalga belirlendiğinde retrokoklear lezyondan şüphelenilebilir. Anormal bir dalga V/I amplitüd oranı için, 0.5 veya daha düşük bir oran tavsiye edilmektedir (74). Anormal bir dalga V/I amplitüd oranı için, 0.75 veya daha düşük bir oran kriteri de verilebilmektedir (77).

2.6. Tek Taraflı Total İşitme Kayıplarında Kortikal Özelliklerin İşitsel Uyarılmış Kortikal Potansiyeller ile İncelenmesi

Normal İUKP ölçümlerinde asimetrik (kontralateral amplitüd > ipsilateral amplitüd), ve asenkronize (kontralateral cevaplar ipsilateral cevaplardan daha öncedir) olarak elde edilen yanıtlar tek taraflı işitme kayıpları nedeniyle gelişen kortikal reorganizasyon etkisiyle daha simetrik ve senkronize olarak elde edilmektedir (12). Bu nedenle tek taraflı total İK olan hastalarda gelişen kortikal reorganizasyon özellikleri İUKP testi ile incelenebilmektedir.

İşitsel uyarılmış potansiyeller dizisinde bulunan İUKP'ler ses uyaranının gönderilmesinden 50 msn veya daha sonra meydana gelmektedir (16). Orta ve geç latanslı kortikal uyarılmış potansiyeller, uyaran gönderilmesiyle serebral korteksteki piramidal nöronların apikal dentritlerinde oluşan potansiyeller olarak kaydedilmektedir. Hücre dışında oluşan elektriksel akım iletken beyin dokuları, serebrospinal sıvı, kafatası ve cilt boyunca yayılmaktadır. Böylece, kafatası yüzeyinde oluşan voltaj değişiklikleri kafatası yüzeyine yerleştirilen elektrotlar ile kayıt edilebilmektedir (79).

İşitsel Uyarılmış Geç Latanslı Cevaplar, İşitsel Uyarılmış Kortikal Potansiyeller (Cortical Auditory-Evoked Potentials) olarak isimlendirilmektedir (16). Ayrıca Serebral Uyarılmış Cevaplar (Cerebral Evoked Response), Kortikal Odyometri (Cortical Audiometry) gibi isimlendirmeler de kullanılmaktadır (12). İşitsel uyarılmış kortikal potansiyeller, beynin sesi nasıl kullandığı ile ilgili santral süreçlerin (yukarıdan aşağıya-efferent) incelenmesinde kullanılır (16). İşitsel yolların yüksek düzeylerinde oluşan

işitsel işleme özellikleri hakkında bilgi sağlanabilmektedir (73).

2.6.1. İşitsel Uyarılmış Kortikal Potansiyellerin Kullanım Alanı

- ✓ Yüksek düzeydeki santral işitsel sinir sistem fonksiyonlarının ve işitsel işlemlenin değerlendirilmesinde,
- ✓ Nöropsikiyatrik hastalığı olan kişilerin kognitif fonksiyonlarının değerlendirilmesinde,
- ✓ Uygulanan işitsel eğitimlerin ve rehabilitasyon tekniklerinin yararlarının elektrofizyolojik olarak takip edilmesinde,
- ✓ Çocuklarda ve yetişkinlerde frekansa özel işitme duyarlılığının belirlenmesinde kullanılmaktadır (12).

2.6.2. P1- N1- P2 Kompleksi

İUP'ler eksojen ve endojen potansiyeller olarak sınıflandırılabilir. Eksojen kaynaklı potansiyeller, uyarının fiziksel özelliğinden ve bireylerin bilişsel katılımından etkilenmediği için zorunlu (obligatory) potansiyeller olarak isimlendirilmektedir (16). Endojen potansiyeller ise biliş ve algı gibi iç olaylardan kaynaklanan cevaplardır (80). Geç latanslı potansiyeller kapsamında bulunan P1-N1-P2 dalga kompleksi, 50-250 msn sürelerinde belirlenmektedir. Gönderilen akustik uyarının özelliklerine göre değişebildiği için P1-N1-P2 kompleksi, eksojen/zorunlu olarak tanımlanan geç latanslı potansiyeldir (73).

Her bir İUKP komponentinin amplitüdü cevabın gücünü göstermektedir ve mikrovolt (μv) cinsinden ölçülür. Latans ise uyarının gönderilmesinden sonra biyoelektrik cevabın oluşması için geçen zaman miktarını gösterir ve ms cinsinden ölçülmektedir. P1, N1, P2 kortikal cevapları küçük bir pozitif dalga (P1), büyük bir negatif dalga (N1) ve ardından pozitif bir dalga (P2) den oluşur. Orta latanslı cevapların son dalgası olarak kabul edilen Pb ile geç latanslı cevapların ilk dalgası olan P1 dalgası aynı dalga olarak kabul edilmektedir (16). Ancak Ponton ve arkadaşları bu dalgaların farklı iki dalga olduğu görüşünü ileri sürmüşlerdir (81).

N100 olarakta bilinen N1 dalgası negatif bir dalgadır ve uyarının gönderilmesinden 100 msn sonra oluşur (16). N1 dalgası işitsel korteksten (posterior

superior temporal gyrus) kaynak almaktadır (82). N100 cevabının alt bileşenleri bulunmaktadır. Orta hat (Cz veya Fz) elektrot montajı ile elde edildiğinde N100 cevabı; N1b, N1 cevabı veya verteks cevabı olarak isimlendirilir. Nc ise temporal lob bölgesine elektrot yerleşimi ile elde edilir (C3 ve C4). Nd dalgası gönderilen uyaran özelliklerinin değiştirilmesiyle ve test edilen kişinin uyarının özelliklerine dikkat etmesiyle yaklaşık 150 ms latanslı olarak izlenmektedir (83). Odyoloji ve işitme alanında yapılan çalışmaların çoğunda verteks yerleşimli N1b olarak kayıt alınmasına rağmen N1 dalgası olarak isimlendirme yapılmaktadır (16). Kompleksin P2 cevabı 200 ms. civarında elde edilen pozitif bir cevaptır (83). Magnetoensefalografi kullanılarak ölçülen İUKP'lerde P2 dalgasının kaynak aldığı bölge, işitme korteksi, temporal bölge ve retiküler aktive edici sistem olarak gösterilmiştir. Ayrıca P2 dalgasının N1 dalgasına göre işitsel korteksin daha çok anterior bölgesinden kaynak aldığı bildirilmiştir (84). P1-N1-P2 kompleksi işitsel uyarının kortikal düzeyde alındığını göstermektedir. N1 dalgası gönderilen uyarının zamansal ve frekans özelliklerindeki değişimlere karşı duyarlıdır (73).

2.6.3. Kontralateral Hemisfer Dominansının Belirlenmesi

Normalde İUKP ölçümlerinde asimetrik (kontralateral amplitüd > ipsilateral amplitüd), ve asenkronize (kontralateral cevaplar ipsilateral cevaplardan öncedir) olarak alınan yanıtlar TTİK'nın etkisiyle daha simetrik ve senkronize hale gelmektedir (12).

İşitsel uyarılmış kortikal potansiyellerde latanslar için Kontralateral Hemisfer Dominansı (LCHD) hesaplaması: (ipsilateral latans–kontralateral latans) formülü ile hesaplanır. Bu formüle göre pozitif değer bulunması kısa kontralateral latansların olduğunu ve latans için kontralateral hemisfer dominansının olduğunu göstermektedir. Hesaplama sonucunda bulunan değer 0'a yakın olması ipsilateral ve kontralateral latansların senkronize olduğunu gösterir. Negatif değer elde edilmesi ise latans için ipsilateral hemisfer dominansı olduğunu göstermektedir.

İşitsel Uyarılmış Kortikal Potansiyellerde dalga amplitüdları için Kontralateral Hemisfer Dominansı ise (ACHD): $100 \times (\text{kontralateral amplitüd} - \text{ipsilateral amplitüd} / \text{kontralateral amplitüd} + \text{ipsilateral amplitüd})$ formülü ile hesaplanır. Bu formül ile pozitif değer elde edilmesi kontralateral amplitüd dominansı olduğunu göstermektedir.

0'a yakın bir değer elde edilmesi ise ipsilateral ve kontralateral amplitüd cevaplarının simetrik olduğunu göstermektedir (19).

2.7. Tek Taraflı Total İşitme Kayıplarında Bireylerin Kendi Bildirdikleri İşitsel Yetersizlik Düzeylerinin Değerlendirilmesi

Odyoloji kliniklerinde uygulanan işitsel test yöntemleri ile günlük yaşam koşulları oluşturularak işitme fonksiyonlarının incelenmesi olanaksızdır. Bu yüzden Odyoloji birimlerinde kişilerin kendi bildirimlerinin kullanıldığı anketlerden faydalanılması önerilmektedir (85). Öz değerlendirme anketleri, işitme kaybının bir işitme cihazına yönelimde ve rehabilitasyon sürecinde yardımcı olmaktadır (86).

Kramer ve arkadaşları (87) tarafından geliştirilen Amsterdam işitsel yetersizlik ve engellilik anketi, bireylerde işitsel yetersizlik düzeyinin değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Türkçe geçerlilik ve güvenilirlik çalışması Müjdeci ve arkadaşları (18) tarafından gerçekteştirilmiştir. Beş alanda işitsel fonksiyon durumunu değerlendiren ve 30 sorudan oluşan bir ankettir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu doktora tezi, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Doktora Programı kapsamında yürütülmüştür. Çalışma, İzmir Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Hatay Hizmet Binası, Odyoloji Biriminde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada, tek taraflı total işitme kaybı olan hastalarda işitme kaybı tarafına göre subkortikal ve kortikal reorganizasyon özelliklerini ve bunun algısal sonuçlarını incelemek amaçlanmıştır. Araştırmanın Etik Kurul izni, Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu tarafından onaylanmıştır. Doktora tez başlığı 09.12.2021 tarihinde 33 numaralı etik kurul kararı ile değiştirilmiştir (Ek 1). Katılımcılar çalışmanın amaç ve içeriği hakkında bilgilendirilerek yazılı onamları alınmıştır (Ek 2).

3.1. Bireyler

Araştırmanın katılımcı sayısı belirlenirken güç analizi kullanılmıştır. G*power 3.1 programı kullanılarak yapılan hesaplama göre; 1.05 etki büyüklüğünde, 0.05 yanılma payında, 0.95 güven düzeyinde, 0.80 evreni temsil etme gücüyle örneklem büyüklüğü en az 26 olarak belirlenmiştir. Sağ kulak total işitme kayıplı iken sol kulağı normal işiten en az 14 yetişkin erkek birey ve sol kulak total işitme kayıplı iken sağ kulağı normal işiten en az 12 yetişkin erkek bireyin çalışmaya alınması gerektiği saptanmıştır.

Sağ kulaklarında total işitme kaybı olup sol kulakları normal işiten 16 yetişkin erkek birey ve sol kulaklarında total işitme kaybı olup sağ kulakları normal işiten 12 yetişkin erkek birey hasta grubu olarak ve her iki kulağı normal işiten 22 yetişkin erkek birey kontrol grubu olarak alınarak araştırmaya başlanmıştır. Sağ kulaklarında total İK olan gruptan bir bireyin geçirilmiş trafik kazası öyküsü olduğu için araştırma dışı bırakılmıştır. Kontrol grubundan bir bireyin ise tüm odyolojik testleri normal olmasına rağmen İUKP dalgaları elde edilemediği için araştırma dışı bırakılmıştır. Bu nedenle sol taraf total İK olan 12 birey, sağ taraf total İK olan 15

birey hasta grubu ve 21 birey kontrol grubu olmak üzere toplam 48 bireyin verileri istatistiksel olarak incelenmiştir.

Hasta grubuna dahil edilme kriterleri:

- ✓ Tek kulağında sensorinöral total işitme kaybı varken diğer kulakta normal sınırlarda işitme (her frekans için hava yolu işitme eşikleri ≤ 20 dB HL)
- ✓ 18-35 yaş arasında olması
- ✓ İşitme kaybı şikayetinin en az 5 yıldır olması
- ✓ Postlingual edinilmiş tek taraflı total işitme kaybı olması
- ✓ Montreal Bilişsel Değerlendirme Test (MoCA) sonucunun 21 puan ve üzerinde olması
- ✓ Nörolojik bir problemi olmaması
- ✓ Sağ elini kullanması
- ✓ Akustik nörinom olmaması ve nörinom ile ilgili cerrahi bir operasyon geçirmemiş olması
- ✓ Total işitme kayıplı olan kulak için *Contralateral Routing of Signal* (CROS), *Bone Anchored Hearing Aid* (BAHA) veya Koklear İmplant (Kİ) gibi cihaz kullanımı olmaması
- ✓ Normal işiten kulaklar için Konuşmayı Ayırt Etme skorlarının %92 ve üzerinde olması
- ✓ Stenger test sonucunun negatif olması
- ✓ Tip A timpanogram elde edilmesi

Kontrol grubuna dahil edilme kriterleri:

- ✓ Bilateral Saf Ses Hava Yolu İşitme Eşikleri ≤ 20 dB HL olması
- ✓ 18-35 yaş arasında olması
- ✓ MoCA sonucunun 21 puan ve üzerinde olması
- ✓ Nörolojik bir problemi olmaması
- ✓ Sağ elini kullanması
- ✓ Her iki kulak için Konuşmayı Ayırt Etme skorlarının %92 ve üzerinde olması
- ✓ Tip A timpanogram elde edilmesi

Çalışma dışı bırakma kriterleri:

- ✓ İletim tipi ve miks tip işitme kaybı olması
- ✓ Tek taraflı total işitme kaybının geçirilmiş bir kazadan kaynaklanıyor olması
- ✓ Total işitme kayıplı kulak için CROS, BAHA veya Koklear İmplant cihazlarından birinin kullanılması
- ✓ Profesyonel müzik eğitimi almış olması

Katılımcılar çalışma hakkında bilgilendirilmiştir ve araştırma için gerekli testlerin tamamına katılım sağlayabilecek bireyler araştırmaya dahil edilmiştir.

3.2. Çalışma Protokolü

İzmir Katip Çelebi Üniversitesi, Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesi Odyoloji Ünitesine, tek taraflı total işitme kaybı şikayeti ile müracaat eden ve araştırmaya dahil edilme kriterlerini karşılayanlar hasta grubu olarak alınmıştır. Sosyal çevreden ve hastane çalışanlarından seçilen, her iki kulağı normal işiten ve çalışmaya katılmayı kabul eden bireyler kontrol grubu olarak alınmıştır.

Kulak Burun Boğaz polikliniğinde katılımcıların otoskopik muayenesi yapıldıktan sonra saf ses odyometri, konuşma odyometrisi, immitansmetrik ölçüm yapılmıştır. Tek taraflı total işitme kaybı şikayetinin nonorganik olup olmadığını saptamak için hasta grubuna ayrıca Stenger testi uygulanmıştır. Hasta grubunda Stenger test sonucu negatif olanlar araştırmaya dahil edilmiştir. Tip A timpanogram elde edilen ve Konuşmayı Ayırt Etme skorları %92 ve üzerinde olan katılımcılar araştırmaya alınmıştır. Ayrıca araştırmada uygulanacak testlerin bireylerin bilişsel düzey farklılıklarından etkilenme olasılığına karşı katılımcılara MoCA testi uygulanmıştır (Ek 3). Montreal bilişsel değerlendirme puanı 21 ve üzeri olan kişilerin bilişsel düzeyleri normal kabul edilerek araştırmaya alınmıştır (88). Katılımcıların hangi ellerini öncelikle kullandıklarını belirlemek için Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalının el tercihinin belirleme anketi uygulanmıştır (89). El tercih anketine göre sağ el kullanma üstünlüğü olan kişiler araştırmaya alınmıştır (Ek 4).

Tek taraflı total işitme kaybı bulunan hastaların normal işiten kulaklarında ve kontrol grubunun her iki kulaklarında FMDL (0.5, 1, 2, 4 kHz bölgelerinde) testleri uygulanmıştır.

Katılımcıların tümüne nörodiagnostik ABR testi uygulanmıştır. Monaural klik uyararı gönderilerek ve iki kanallı kayıt sistemi ile ABR testleri gerçekleştirilmiştir. Hasta grubunun total işitme kaybı olan kulaklarında 100 dB nHL ve 95 dB nHL düzeylerinde ABR ölçümleri yapılmıştır. Hasta grubunun normal işiten kulaklarında ABR eşikleri belirlenmiş ve ayrıca nörodiagnostik amaçlı 85, 80, 75 dB nHL düzeylerinde ABR ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubunun her iki kulaklarında ise 85, 80, 75 dB nHL düzeylerinde ABR ölçümleri gerçekleştirilmiştir.

Tek taraflı total İK olan hasta grubunun normal işiten kulaklarına ve normal işiten kişilerin her iki kulaklarına monaural işitme uyararı gönderilerek İUKP ölçümleri (ipsilateral ve kontralateral) gerçekleştirilmiştir. Ölçümler; 65 dB nHL düzeyinde 1 kHz Tone Burst uyararı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ölçümlerde; P1, N1, P2 dalgalarının latans ve amplitüdü belirlenmiştir.

Tek taraflı total İK olan hastaların normal işiten kulaklarında ve kontrol grubunun her iki kulaklarında P1, N1, P2 dalga latans ve amplitüdü (ipsilateral, kontralateral) için kontrolateral hemisfer dominansı belirlenmiştir.

Katılımcıların kendi bildirdikleri işitsel yetersizlik düzeyini belirlemek için AİYEA kullanılmıştır (18) (Ek 5).

3.3. Veri Toplama Yöntemi

Katılımcıların araştırmaya uygunluğunun belirlenmesinde; Saf Ses Odyometri, Konuşma Odyometrisi, immitansmetrik ölçüm uygulanmıştır. Katılımcıların bilişsel durumlarının değerlendirilmesi için Montreal Bilişsel Değerlendirme ölçeği ve el tercihinin belirlenmesi için Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalının el tercihinin belirleme anketi uygulanmıştır (Ek3, Ek 4). Ayrıca tek taraflı total işitme kayıplı bireylerde işitme kaybının nonorganik olup olmadığının belirlenmesi amacıyla stenger testi uygulanmıştır.

Araştırmaya alınma kriterlerini karşılayan katılımcılara FMDL, ABR, İUKP testleri ve Amsterdam İşitsel Yetersizlik ve Engellilik Anketi uygulanmıştır.

3.3.1. Saf Ses Odyometri

Saf Ses Odyometri, Konuşma Odyometrisi, Stenger testi (sadece hasta grubuna) ve FMDL testleri, Interacoustic AC-40 Klinik Odyometre cihazı ile sessiz kabinde gerçekleştirilmiştir.

Saf ses hava yolu işitme eşikleri; 250 Hz-8000 Hz arasında saf ses uyaranlar TDH 39 kulaklıklar aracılığıyla gönderilerek belirlenmiştir. Kemik yolu işitme eşikleri ise 500 Hz-4000 Hz arasındaki frekanslarda Radioear B-71 kemik yolu vibratörü kullanılarak belirlenmiştir.

3.3.2. Konuşma Testleri

Üç heceli kelimeler kullanılarak canlı ses ile konuşmayı alma eşikleri belirlenmiştir. En rahat ses düzeyinde fonetik dengeli tek heceli 25 kelime kullanılarak konuşmayı ayırt etme yüzdesi saptanmıştır.

3.3.3. Stenger Testi

İşitme sistemlerinde anatomik ve fizyolojik bir sorun olmamasına rağmen bireylerin maddi veya kişisel çıkarları doğrultusunda işitme kaybı varmış gibi davranması ‘fonksiyonel işitme kaybı’, ‘nonorganik işitme kaybı’ olarak adlandırılır. Tek taraflı total işitme kaybı şikayetinin nonorganik kaynaklı olup olmadığını ortaya çıkarma konusunda en etkili yöntemlerden biri Stenger testidir (90). Çalışmamızda da tek taraflı total işitme kaybı teşhisini netleştirmek adına hasta grubuna ayrıca Stenger testi uygulanmıştır.

Test uygulaması; aynı frekanstaki iki sesin iyi kulağa işitme eşiğinin 10 dB üzerinde, kötü kulağa ise iyi kulağın işitme eşiğinin 10 dB altında gönderilmesiyle gerçekleştirilir. İyi kulağa gönderilen ses iyi kulağın işitme eşiğinin 10 dB üzerinde olduğu için kolayca belirlenecektir. Sonrasında iyi kulağa gönderilen ses sabit şiddette tutulurken kötü kulağa gönderilen ses şiddetinde beşer dB’lik artışlar yapılır. Eğer kötü

kulaktaki işitme kaybı gerçekse hasta kötü kulak tarafından gelen sesin farkına varamayacaktır ve iyi kulaktan gelen sabit şiddetteki sese yanıt vermeye devam edecektir. Bu durumda Stenger test sonucu negatif olarak tanımlanmaktadır ve işitme kayıplı kulakta elde edilen işitme eşiğinin doğru olduğunu göstermektedir (90).

3.3.4. İmmitansmetrik Ölçüm

Katılımcıların immitansmetrik değerlendirmeleri, 226 Hz probe tone kullanılarak Neurosoft Audio-Smart marka immitansmetre cihazı kullanılarak yapılmıştır

3.3.5. Montreal Bilişsel Değerlendirme Ölçeği (*Montreal Cognitive Assessment: MoCA*)

Katılımcıların bilişsel işlevlerini değerlendirmek için Montreal Bilişsel Değerlendirme ölçeği kullanılmıştır (Ek 3). Türkçe geçerlik ve güvenilirlik çalışması Selekler ve arkadaşları (89) tarafından gerçekleştirilen MoCA, bilişsel bozuklukların değerlendirilmesinde kullanılan bir ölçektir. Hafif bilişsel bozukluk için hızlı bir tarama testidir ve farklı alanlarda bilişsel işlevlerin değerlendirilmesine olanak sağlamaktadır. Bu alanlar; yürütücü işlevler, bellek, dikkat ve konsantrasyon, görsel yapılandırma becerileri, lisan, soyut düşünce, hesaplama ve yönelim şeklindedir. ölçekte alınabilen en yüksek puan 30'dur. Testte 21 puan ve üzerinde alınan puanlar normal olarak kabul edilerek çalışmaya dahil edilmiştir.

3.3.6. El Tercih Anketi

Katılımcıların hangi ellerini öncelikli olarak kullandıklarını belirlemek amacıyla Türkçe geçerlik ve güvenilirlik çalışması Nalçacı ve arkadaşları (89) tarafından gerçekleştirilen El Tercihi Anketi kullanılmıştır (Ek 4). Bu anket katılımcıların dominant hemisferlerinin değerlendirilmesi amacıyla geliştirilmiştir. Anket 13 sorudan oluşmaktadır. Tek el ile yapılabilen işler esnasında hangi elin öncelikli olarak kullanıldığı 'sol', 'sağ', 'her ikisini de' şıkları ile araştırılmaktadır. Her bir 'sol' tercihi üç, 'her ikisini de' tercihi iki, 'sağ' tercihi ise bir puan olarak kabul edilmektedir. Anket sonucunda alınabilen puanlar 13 puan ile 39 puan aralığında

değişmektedir. Anket sonucu alınan puan; 13-17 aralığında ise katılımcılar ‘sağlak’, 18 ve üzerinde ise katılımcılar ‘sağlak olmayan’ şeklinde alınmaktadır. Araştırmamıza 13-17 arasında puan alan sağlak kişiler alınmıştır.

3.3.7. Frekans Modülasyon Farkı Belirleme Testi

Frekans Modülasyon Farkı Belirleme (FMDL) testleri, Interacoustic AC-40 Klinik Odyometre cihazı ile IAC (Industrial Acoustic Company) standartlarındaki sessiz odada yapılmıştır. Kontrol grubunun her iki kulaklarında, tek kulağında total işitme kaybı olan hastaların ise normal işiten kulaklarında FMDL testleri uygulanmıştır. Testler 0.5, 1, 2, 4 kHz frekanslarında ve işitme eşiklerine 40 dB SL (*Sensation Level*-Hissediş Seviyesi) eklenerek gerçekleştirilmiştir. Katılımcılara dalgalı bir ses duyacakları ve ses dalgalı iken butona basmaları gerektiği, ses tamamen düz olduğunda butondan parmaklarını çekmeleri, ses tekrar dalgalanmaya başladığında ise tekrar butona basmaları gerektiği anlatılmıştır. Sırasıyla 1, 2, 4 ve 0.5 kHz frekanslarında saf sesler kullanılarak testler gerçekleştirilmiştir. Modülasyon, en belirgin hali olan % 5’lik durumda, sonra sırasıyla %3 %2, %1, %0.8, %0.6, %0.4, %0.2 ve %0 (modülasyonsuz) durumlarda uygulanmıştır. Her frekans için basit inen-çikan metodu kullanılarak %50’si belirlenen modülasyon hali eşik olarak kabul edilmiştir.

3.3.8. Nörodiagnostik İşitsel Beyinsapı Cevapları

Tek taraflı total işitme kaybı olan hastalarda subkortikal özelliklerin belirlenmesi için Nörodiagnostik ABR yöntemi kullanılmıştır. Ölçümler Interacoustics® marka Eclipse EP25 (Danimarka) modelinde iki kanallı ABR cihazı ile gerçekleştirilmiştir. Standart 2 kanallı elektrot yerleşimi yapılmıştır.

Tablo 3.1. Nörodiagnostik ABR’de kullanılan sinyale ait parametreler.

Kulaklık tipi	ER-3A
Uyaran çeşidi	Klik
Uyaran düzeyi	80 dB nHL
Uyaran tekrar sayısı (<i>Rate</i>)	20.1 /sn
Uyaran polaritesi	Rarefaction
Uyaran sayısı	2000
Gönderilen kulak	Monaural

Tablo 3.2. Nörodiagnostik ABR ölçümlerinde kayıt parametreleri.

Artefakt dışlama	+/- 40 μ V	
Analiz süresi	15 ms	
Filtre	Yüksek geçirgen filtre: 100 Hz Alçak geçirgen filtre: 3000 Hz	
Kullanılan elektrot tipi	Tek kullanımlık hidrojel snap elektrot	
Elektrot yerleşim yerleri	<i>Noninverting</i> (Pozitif)	Fz (F: Frontal, z: orta hattı temsil eder)
	<i>Inverting</i> (referans)	Sol mastoid (M1) Sağ mastoid (M2)
	<i>Ground</i> (toprak)	Fpz (F: Frontal, p: pozitif, z: orta hattı temsil eder)

Elektrot-cilt empedanslarının 3 k Ω altında bulunmasına dikkat edilmiştir. Hasta grubunda total işitme kayıplı kulaklar 100 dB nHL ve 95 dB nHL düzeylerinde ve normal işiten kulak maskelenerek test edilmiştir. Hasta grubunun normal işiten kulaklarında ABR eşikleri belirlenmiş ve ayrıca nörodiagnostik amaçlı 85, 80, 75 dB nHL düzeylerinde ABR ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Kontrol grubunun ise her iki kulakları 85, 80, 75 dB nHL düzeylerinde test edilmiştir. ABR ölçümlerinde her katılımcı için iki kez kayıt alınmıştır.

İşitsel beyinsapı cevaplarında, 80 dB nHL düzeyinde elde edilen veriler karşılaştırmada kullanılmıştır. Katılımcılarda elde edilen I, III ve V dalga amplitüdları, mutlak latansları, I-III, I-V, III-V dalgalar arası latans değerleri ve V/I amplitüd oranları belirlenmiştir.

3.3.9. İşitsel Uyarılmış Kortikal Potansiyeller

İUKP testleri Neurosoft cihazı (Neuro-audio.net-1.0.104.1, Ivanovo, Russia) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bireyler sessiz bir odada, rahat bir koltukta oturur pozisyonda ve gözleri açık olarak karşılarındaki sessiz bir belgesel videosunu izlerken test ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Tek taraflı total İK olan hastaların normal işiten kulaklarında ve kontrol grubunun her iki kulaklarında İUKP testleri (ipsilateral, kontralateral) gerçekleştirilmiştir. Ölçümlerde her katılımcı için iki kez kayıt alınmıştır.

Tablo 3.3. İUKP’de kullanılan sinyale ait parametreler.

Kulaklık tipi	ER-3A
Uyaran çeşidi	Tone burst
Uyaran düzeyi	65 dB HL
Uyaran tekrar sayısı (<i>Rate</i>)	0.5/sn
Uyaranın durasyonu	50 ms
Uyaranın <i>rise-fall</i> süresi	10 ms
Uyaran polaritesi	<i>Rarefaction</i>
Uyaran sayısı	250
Gönderilen kulak	Monaural

Tablo 3.4. İUKP ölçümlerinde kayıt parametreleri.

Artefakt dışlama	+/- 80 μ V	
Analiz süresi	600 msn	
Filtre	Yüksek geçirgen filtre: 0.1 Hz Alçak geçirgen filtre: 35 Hz	
Kullanılan elektrot tipi	Çok kullanımlık gümüş kaplı cup (kaşık) elektrot	
Elektrot yerleşim yerleri	<i>Noninverting</i> (pozitif)	Cz (C: Coronal, z: orta hattı temsil eder)
	<i>Inverting</i> (referans)	Sol mastoid (M1) Sağ mastoid (M2)
	<i>Ground</i> (toprak)	Fpz (F: Frontal, p: pozitif, z: orta hattı temsil eder)

Noninverting elektrotların kafa derisine sabit edilebilmesi için jel yerine pasta ile uygulanan elektrotlar daha kullanışlıdır (83). Bu nedenle İUKP test uygulamalarında gümüş kaplı cup (kaşık) elektrot tercih edilmiştir (Tablo 3.4).

3.3.10. Amsterdam İşitsel Yetersizlik ve Engellilik Anketi

Tek taraflı total İK olan hastaların günlük yaşamında meydana gelen işitsel yetersizlik düzeyinin değerlendirilmesi için Amsterdam İşitsel Yetersizlik ve Engellilik Anketi (AİYE) kullanılmıştır (87) (Ek 5).

Anketin Türkçeye uyarlanması Müjdecı ve arkadaşları (18) tarafından yapılmıştır. Anket beş alanda işitsel fonksiyon durumunu araştıran ve 30 sorudan oluşan bir ankettir. Bu sorulardan iki tanesi ters, yirmi sekiz tanesi ise düz soru kalıbı

ile hazırlanmıştır. Her soru a ve b olarak iki alt soru içermektedir. A alt grubundaki sorular katılımcının işitsel yetersizliğini ölçerken, b alt grubunda bulunan sorular katılımcıların engellilik durumunu ölçmekte kullanılmaktadır. İşitsel yetersizliğin araştırıldığı alanlar; sessiz ortamda konuşmanın anlaşılabilirliği (8, 11, 12, 14, 20 numaralı sorular), gürültüde konuşmanın anlaşılabilirliği (1, 7, 13, 19, 25 numaralı sorular), sesleri ayırt etme/ tanıma (4, 5, 6, 17, 23, 24, 26, 29 numaralı sorular), seslerin algılanması (2, 10, 16, 22, 28 numaralı sorular) ve seslerin lokalizasyonu, lateralizasyonu (3, 9, 15, 21, 27 numaralı sorular) olarak oluşturulmuştur.

İşitsel yetersizlik bölümünde her sorunun 4 cevabı bulunmaktadır. Neredeyse hiçbir zaman cevabı (3 puan), bazen cevabı (2 puan), sık sık cevabı (1 puan), neredeyse her zaman cevabı (0 puan) olarak değerlendirilir. Bütün soruların total skoru 0 ile 90 arasında değişmektedir. Puanlama sistemine göre skurun yüksek olması işitsel yetersizlik düzeyinin o kadar fazla olduğunu göstermektedir (18). Sorulardan 18. ve 30. Olanlar (ters puanlanmış olanlar) anketin orijinal versiyonunda ayrı tutulmuştur (91).

3.4. İstatistiksel Analiz

Araştırmada verilerin analizleri, SPSS (Statistical Program in Social Sciences) 25 programı kullanılarak yapılmıştır. Yüzdeler, sayılar, ortalamalar ve standart sapma değerleri için tanımlayıcı istatistik kullanılmıştır.

Araştırmada elde edilen verilerin Normal dağılıma uyup uymadığı Shapiro Wilks Testi ile incelenmiştir (92). Karşılaştırma testlerinde anlamlılık düzeyi (p) 0.05 olarak alınmıştır. Değişkenlerde Normal dağılım sağlandığından ($p > 0.05$) analizlere parametrik test yöntemleri ile devam edilmiştir. Bağımsız olan iki grubu karşılaştırmak için iki ortalama arasındaki farkın anlamlılık testi (t testi) kullanılmıştır.

4. BULGULAR

Tek taraflı total işitme kaybı olan hasta grubunun normal işiten kulaklarına ve kontrol grubunun her iki kulaklarına ait bulguların istatistiksel analiz sonuçları aşağıda sunulmuştur.

4.1. Hasta ve Kontrol Grubuna Ait Demografik Bilgiler

Çalışmaya alınan 48 katılımcının 21'i (%43.8) kontrol grubunda yer alırken, 27'si (%56.3) ise hasta grubunda yer almaktadır (Tablo 4.1). Hem hasta grubunda hem de kontrol grubunda yer alan katılımcıların yaşlarına ve MoCA değerlerine ait ortalama, standart sapma, alınan minimum ve maksimum değerler hesaplanmış ve sonuçlar aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo. 4.1. Hasta ve kontrol grubuna ait demografik bilgiler.

Grup	Değişken	Ort $\pm$ ss	Min.	Max.	n	%
Hasta grubu	Yaş (yıl)	25.93 $\pm$ 3.64	19	32	27	56.3
	MoCA puanı	26.30 $\pm$ 2.13	22	29		
Kontrol grubu	Yaş (yıl)	29.90 $\pm$ 3.05	25	35	21	43.8
	MoCA puanı	27.00 $\pm$ 1.61	24	30		

Ort: ortalama, ss; standart sapma, Min; alınan minimum değer, Max; alınan maksimum değer, n; örneklem sayısı, %; yüzde

Çalışmaya alınan 27 hastanın 15'i (%55.6) sağ taraf total işitme kayıplı, 12'si (%44.4) ise sol taraf total işitme kayıplı bireylerden oluşmaktadır (Tablo 4.2). İşitme kaybı tarafına göre hastaların yaşları, MoCA puanları ve işitme kaybı sürelerine ait ortalama, standart sapma, alınan en küçük ve en büyük değerler hesaplanarak sonuçlar aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 4.2. Hasta grubunda İK tarafına göre demografik bilgiler.

İşitme Kaybı Tarafı	Değişken	Ort ± ss	Min	Max	n	%
Sağ kulak	Yaş (yıl)	25.67 ± 3.04	20	30	15	55.6
	MoCA puanı	25.93 ± 2.22	22	29		
	İşitme kaybı süresi (yıl)	20.8 ± 2.78	15	24		
Sol kulak	Yaş (yıl)	26.25 ± 4.39	19	32	12	44.4
	MoCA puanı	26.75 ± 2.01	23	29		
	İşitme kaybı süresi (yıl)	21.33 ± 4.25	16	28		

Ort: ortalama, ss; standart sapma, Min; alınan minimum değer, Max; alınan maksimum değer, n; örneklem sayısı, %; yüzde

Sağ taraflı total İK olan grupta işitme kaybı etyolojisi; beş hastada (%33.3) geçirilmiş kabakulak hastalığı, 10 hastada (%66.7) geçirilmiş ateşli hastalık gösterilmiştir. Sol taraflı total İK olan grupta işitme kaybı etyolojisi olarak; beş hastada (%41.7) geçirilmiş kabakulak hastalığı, yedi hastada (%58.3) geçirilmiş ateşli hastalık gösterilmiştir.

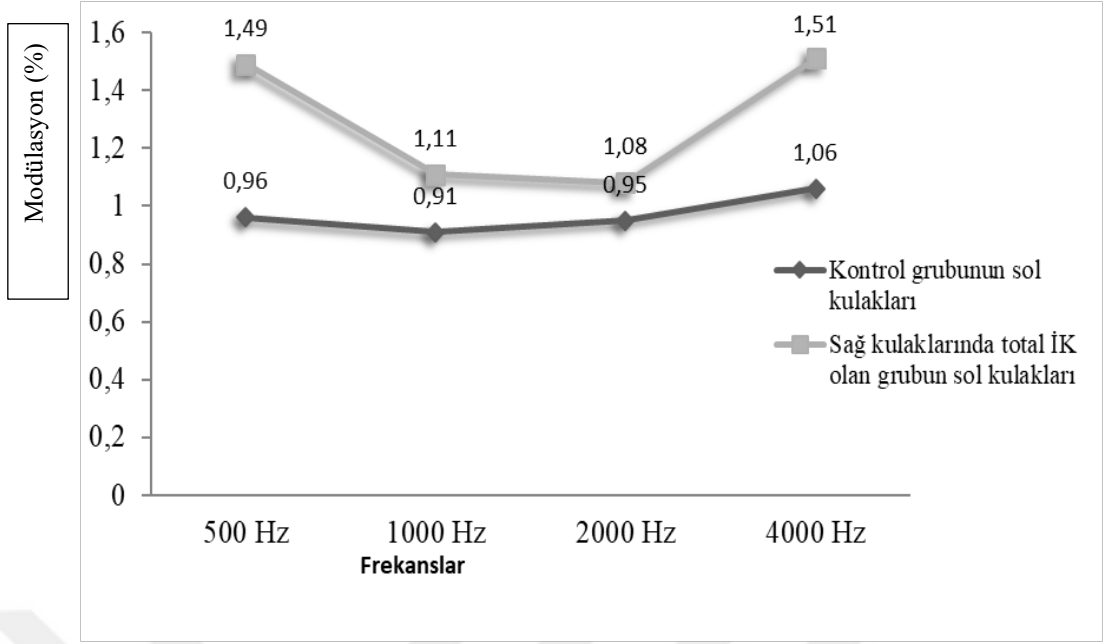
4.2. Frekans Modülasyon Farkı Belirleme Eşikleri

Tek taraflı total işitme kaybı olan hastaların normal işiten kulakları ile kontrol grubunun aynı taraf kulakları arasında FMDL eşikleri (0.5 kHz, 1 kHz, 2 kHz ve 4 kHz) açısından fark olup olmadığı test edilerek aşağıdaki tabloda sonuçlar verilmiştir.

Tablo 4.3. Sağ taraflı total İK olan grup ve kontrol grubu arasında FMDL eşiklerinin karşılaştırılması.

Değişken	Gruplar	Test Kulağı	n	Ort ± ss	t test	p
FMDL 0.5 kHz Eşik	Sağ taraflı total İK	Sol	15	1.49 ± 0.68	-3.282	0.002*
	Kontrol grubu	Sol	21	0.96 ± 0.26		
FMDL 1 kHz Eşik	Sağ taraflı total İK	Sol	15	1.11 ± 0.48	-1.596	0.120
	Kontrol grubu	Sol	21	0.91 ± 0.28		
FMDL 2 kHz Eşik	Sağ taraflı total İK	Sol	15	1.08 ± 0.49	-0.889	0.380
	Kontrol grubu	Sol	21	0.95 ± 0.37		
FMDL 4 kHz Eşik	Sağ taraflı total İK	Sol	15	1.51 ± 0.55	-2.567	0.015*
	Kontrol grubu	Sol	21	1.06 ± 0.49		

N: örneklem sayısı, Ort; Ortalama, ss; standart sapma, Test Değeri; iki ortalama arasındaki farkın anlamlılık testi (t testi), p; istatistiksel anlamlılık, *p<0.05; gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık



Şekil 4.1. Sağ taraflı total İK olan grup ve kontrol grubu arasında FMDL eşiklerinin karşılaştırılması.

Sağ taraflı total İK olan grubun ve kontrol grubunun sol kulakları arasında; 1 kHz ve 2 kHz FMDL eşikleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p > 0.05$, Tablo 4.3, şekil 4.1). Ancak 0.5 kHz ve 4 kHz FMDL eşikleri açısından ise istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p < 0.05$, Tablo 4.3, Şekil 4.1).

Tablo 4.4. Sol taraflı total İK olan grup ve kontrol grubu arasında FMDL Eşiklerinin karşılaştırılması.

Değişken	Gruplar	Test Kulağı	n	Ort ± ss	t test	p
FMDL 0.5 kHz Eşik	Sol taraflı total İK	Sağ	12	0.92 ± 0.37	1.294	0.205
	Kontrol grubu	Sağ	21	1.11 ± 0.45		
FMDL 1 kHz Eşik	Sol taraflı total İK	Sağ	12	0.83 ± 0.14	0.802	0.428
	Kontrol grubu	Sağ	21	0.91 ± 0.29		
FMDL 2 kHz Eşik	Sol taraflı total İK	Sağ	12	0.9 ± 0.1	-0.114	0.910
	Kontrol grubu	Sağ	21	0.9 ± 0.12		
FMDL 4 kHz Eşik	Sol taraflı total İK	Sağ	12	1.17 ± 0.51	0.392	0.698
	Kontrol grubu	Sağ	21	1.24 ± 0.5		

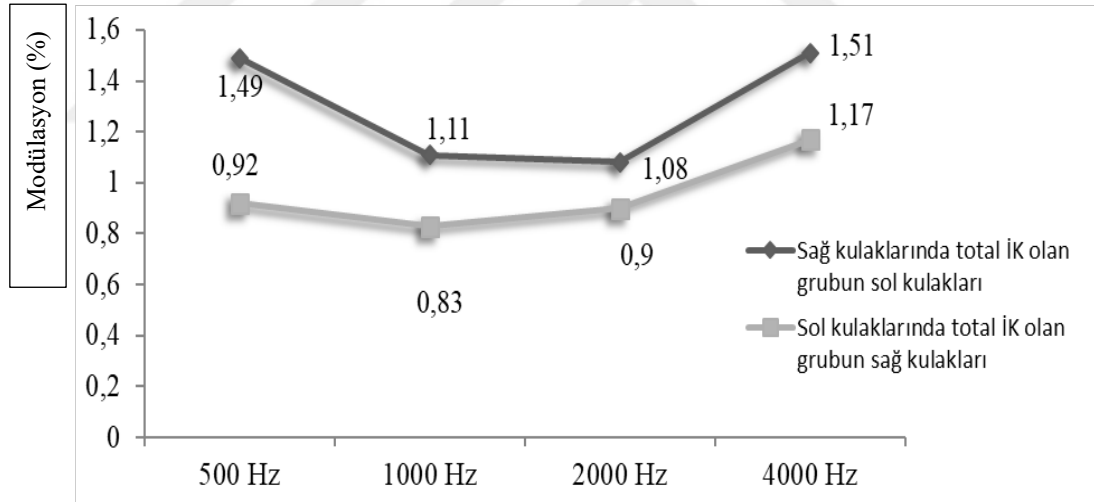
N; örneklem sayısı, Ort; Ortalama, ss; standart sapma, Test Değeri; iki ortalama arasındaki farkın anlamlılık testi (t testi), p; istatistiksel anlamlılık, * $p < 0.05$; gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır.

Sol taraflı total İK olan grubun ve kontrol grubunun sağ kulakları arasında 0.5 kHz, 1 kHz, 2 kHz ve 4 kHz FMDL eşikleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p>0.05$) (Tablo 4.4).

Tablo 4.5. Hasta grubunda İK tarafına göre FMDL eşiklerinin karşılaştırılması.

Değişken	İK Tarafına Göre Hasta Grubu	Test Kulağı	n	Ort $\pm$ ss	t test	P
FMDL 0.5 kHz Eşik	Sağ taraflı total İK	Sol	15	1.49 $\pm$ 0.68	2.641	0.014 *
	Sol taraflı total İK	Sağ	12	0.92 $\pm$ 0.37		
FMDL 1 kHz Eşik	Sağ taraflı total İK	Sol	15	1.11 $\pm$ 0.48	1.909	0.068
	Sol taraflı total İK	Sağ	12	0.83 $\pm$ 0.14		
FMDL 2 kHz Eşik	Sağ taraflı total İK	Sol	15	1.08 $\pm$ 0.49	1.234	0.229
	Sol taraflı total İK	Sağ	12	0.9 $\pm$ 0.1		
FMDL 4 kHz Eşik	Sağ taraflı total İK	Sol	15	1.51 $\pm$ 0.55	1.648	0.112
	Sol taraflı total İK	Sağ	12	1.17 $\pm$ 0.51		

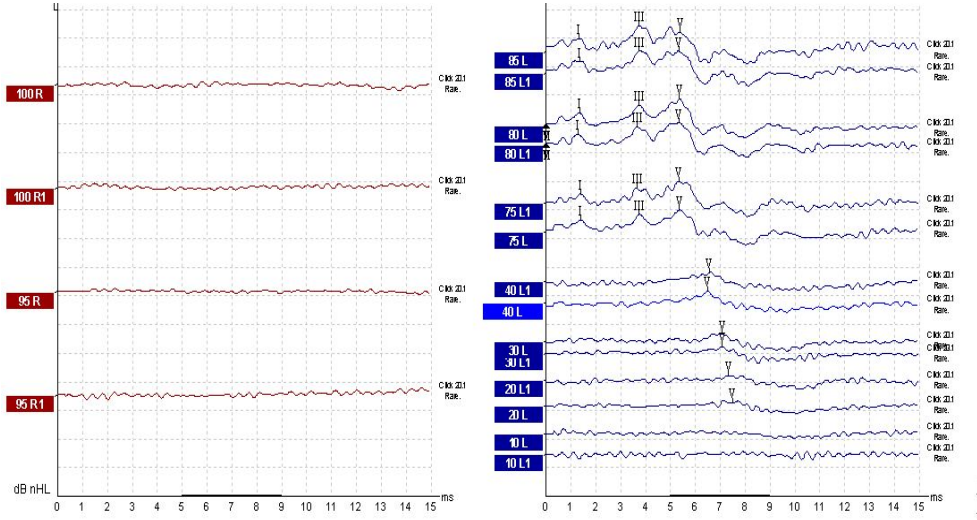
N; örneklem sayısı, Ort; Ortalama, ss; standart sapma, Test Değeri; iki ortalama arasındaki farkın anlamlılık testi (t testi), p; istatistiksel anlamlılık, * $p<0.05$; gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır.



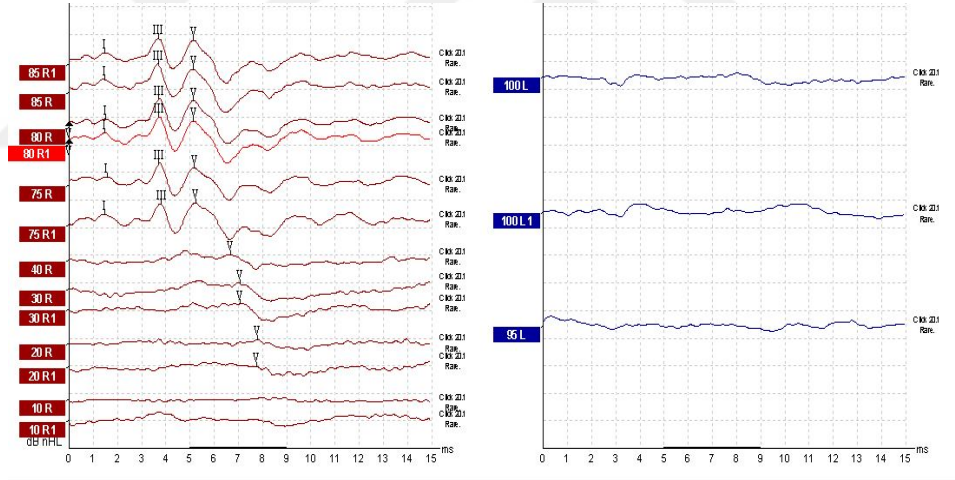
Şekil 4.2. Hasta grubunda İK tarafına göre FMDL eşiklerinin karşılaştırılması.

Sağ taraflı total İK olan grup ve sol taraflı total İK olan grup arasında; 1 kHz, 2 kHz ve 4 kHz FMDL eşikleri açısından fark bulunmazken, 0.5 kHz FMDL eşikleri açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0.05$) (Tablo 4.5).

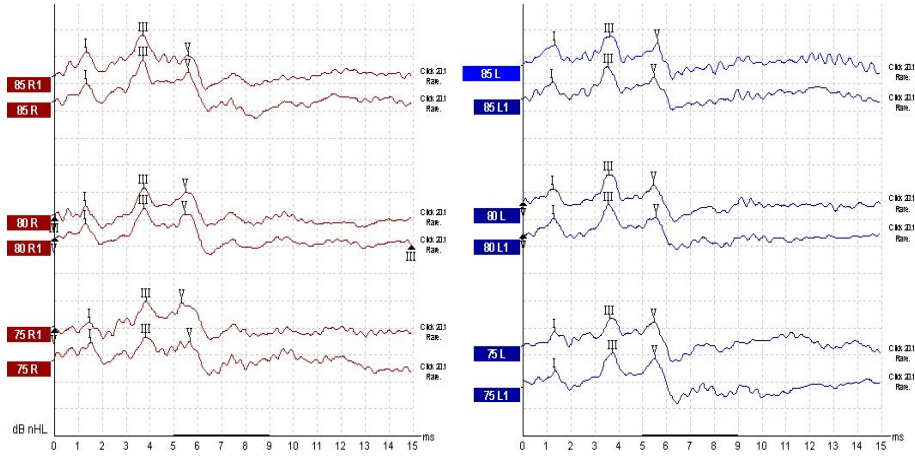
4.3. İşitsel Beyinsapı Cevapları Test Bulguları



Şekil 4.3. Sağ taraflı total İK olan 34 numaralı hastaya ait ABR kaydı (Kaydın görseli araştırmacı tarafından alınmıştır).



Şekil 4.4. Sol taraflı total İK olan 41 numaralı hastaya ait ABR kaydı (Kaydın görseli araştırmacı tarafından alınmıştır).



Şekil 4.5. Bilateral normal işiten 21 numaralı kontrol grubuna ait ABR kaydı (Kaydın görseli araştırmacı tarafından alınmıştır).

Tek taraflı total işitme kaybı olan hastaların normal işiten kulakları ile kontrol grubunun aynı taraf kulakları arasında, ABR dalga I latans ve amplitüd, dalga III latans ve amplitüd, dalga V latans ve amplitüd, I-III dalgalar arası latans, III-V dalgalar arası latans, I-V dalgalar arası latans değerleri, dalga V/I amplitüd oranı bakımından fark olup olmadığı test edilmiş ve sonuçlar aşağıdaki tablolarda verilmiştir (Tablo 4.6) (Tablo 4.7).

Tablo 4.6. Sağ taraflı total İK olan grup ve kontrol grubu arasında ABR bulgularının karşılaştırılması.

Değişken	Gruplar	Test Kulağı	n	Ort±ss	t test	P
Dalga I Latans (msn)	Sağ taraflı total İK	Sol	15	1.31 ± 0.09	0.209	0.836
	Kontrol grubu	Sol	21	1.32 ± 0.12		
Dalga I Amplitüd (µv)	Sağ taraflı total İK	Sol	15	0.2 ± 0.05	-1.987	0.055
	Kontrol grubu	Sol	21	0.15 ± 0.08		
Dalga III Latans (msn)	Sağ taraflı total İK	Sol	15	3.61 ± 0.13	-1.963	0.058
	Kontrol grubu	Sol	21	3.53 ± 0.13		
Dalga III Amplitüd (µv)	Sağ taraflı total İK	Sol	15	0.37 ± 0.13	-1.863	0.071
	Kontrol grubu	Sol	21	0.28 ± 0.15		
Dalga V Latans (msn)	Sağ taraflı total İK	Sol	15	5.21 ± 0.29	1.601	0.119
	Kontrol grubu	Sol	21	5.34 ± 0.19		
Dalga V Amplitüd (µv)	Sağ taraflı total İK	Sol	15	0.38 ± 0.12	-3.415	0.002*
	Kontrol grubu	Sol	21	0.26 ± 0.1		
I-III Dalgalar Arası Latans (msn)	Sağ taraflı total İK	Sol	15	2.3 ± 0.12	-1.883	0.068
	Kontrol grubu	Sol	21	2.21 ± 0.14		
III-V Dalgalar Arası Latans (msn)	Sağ taraflı total İK	Sol	15	1.59 ± 0.26	2.996	0.005*
	Kontrol grubu	Sol	21	1.81 ± 0.17		
I-V Dalgalar Arası Latans (msn)	Sağ taraflı total İK	Sol	15	3.89 ± 0.29	1.419	0.165
	Kontrol grubu	Sol	21	4.02 ± 0.23		
Dalga V/I Amplitüd Oranı	Sağ taraflı total İK	Sol	15	2.09 ± 0.86	0.122	0.904
	Kontrol grubu	Sol	21	2.13 ± 1.24		

N; örneklem sayısı, Ort; Ortalama, ss; standart sapma, Test Değeri; iki ortalama arasındaki farkın anlamlılık testi (t testi), p; istatistiksel anlamlılık, msn; milisaniye, µv; mikrovolt *p<0.05; gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır.

Sağ taraflı total İK olan grubun ve kontrol grubunun sol kulakları arasında ABR dalga V amplitüd değerleri ve III-V dalgalar arası latans değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0.05$) (Tablo 4.6). ABR dalga I latans ve amplitüd, dalga III latans ve amplitüd, dalga V latans, I-III dalgalar arası latans, I-V dalgalar arası latans değerleri ve dalga V/I amplitüd oranları bakımından ise istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$) (Tablo 4.6).

Tablo 4.7. Sol taraflı total İK olan grup ve kontrol grubu arasında ABR bulgularının karşılaştırılması.

Değişken	Gruplar	Test Kulağı	n	Ort±ss	t test	p
Dalga I Latans (msn)	Sol taraflı total İK	Sağ	12	1.4 ± 0.08	-1.004	0.323
	Kontrol grubu	Sağ	21	1.36 ± 0.11		
Dalga I Amplitüd (µv)	Sol taraflı total İK	Sağ	12	0.17 ± 0.09	-0.107	0.915
	Kontrol grubu	Sağ	21	0.17 ± 0.08		
Dalga III Latans (msn)	Sol taraflı total İK	Sağ	12	3.6 ± 0.11	-0.318	0.753
	Kontrol grubu	Sağ	21	3.58 ± 0.17		
Dalga III Amplitüd (µv)	Sol taraflı total İK	Sağ	12	0.28 ± 0.11	0.817	0.420
	Kontrol grubu	Sağ	21	0.31 ± 0.12		
Dalga V Latans (msn)	Sol taraflı total İK	Sağ	12	5.37 ± 0.25	-0.549	0.587
	Kontrol grubu	Sağ	21	5.32 ± 0.22		
Dalga V Amplitüd (µv)	Sol taraflı total İK	Sağ	12	0.28 ± 0.1	0.06	0.952
	Kontrol grubu	Sağ	21	0.29 ± 0.11		
I-III Dalgalar Arası Latans (msn)	Sol taraflı total İK	Sağ	12	2.2 ± 0.08	0.807	0.426
	Kontrol grubu	Sağ	21	2.26 ± 0.25		
III-V Dalgalar Arası Latans (msn)	Sol taraflı total İK	Sağ	12	1.77 ± 0.23	-0.347	0.731
	Kontrol grubu	Sağ	21	1.74 ± 0.23		
I-V Dalgalar Arası Latans (msn)	Sol taraflı total İK	Sağ	12	3.96 ± 0.26	-0.01	0.92
	Kontrol grubu	Sağ	21	3.96 ± 0.28		
Dalga V/I Amplitüd Oranı	Sol taraflı total İK	Sağ	12	2.29 ± 1.84	-0.027	0.979
	Kontrol grubu	Sağ	21	2.28 ± 1.69		

N; örneklem sayısı, Ort; Ortalama, ss; standart sapma, Test Değeri; iki ortalama arasındaki farkın anlamlılık testi (t testi), p; istatistiksel anlamlılık, msn; milisaniye, µv: mikrovolt, * $p<0.05$; gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır.

Sol taraflı total İK olan grubun ve kontrol grubunun sağ kulakları arasında ABR dalga I latans ve amplitüd, dalga III latans ve amplitüd, dalga V latans ve amplitüd, I-III dalgalar arası latans, III-V dalgalar arası latans, I-V dalgalar arası latans değerleri ve dalga V/I amplitüd oranları bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$, Tablo 4.7).

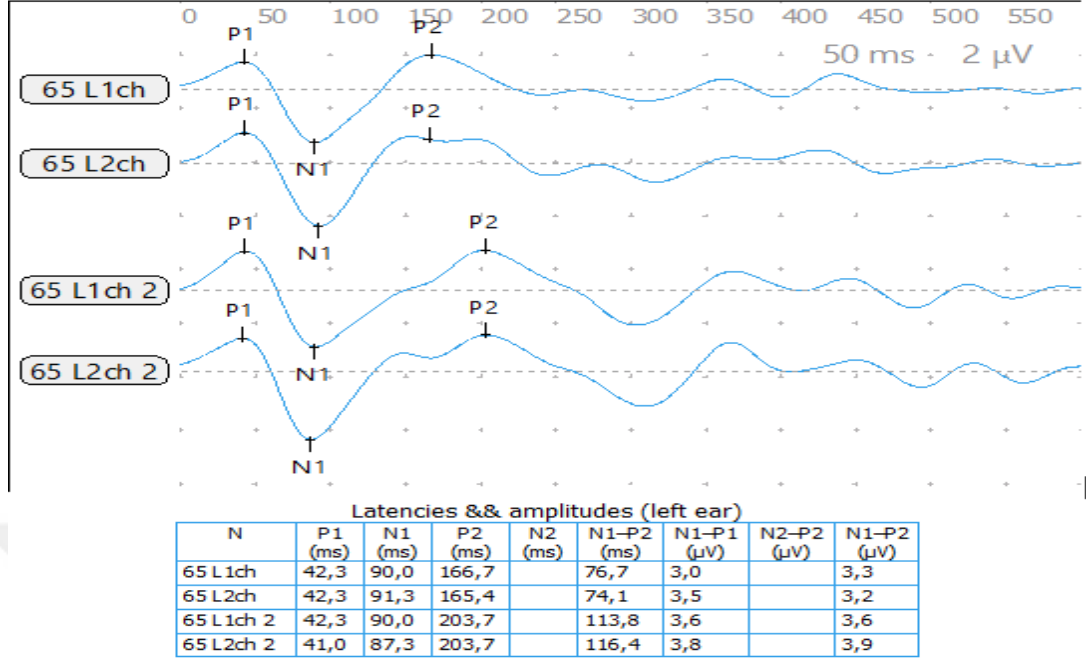
Tablo 4.8. Hasta grubunda İK tarafına göre ABR bulgularının karşılaştırılması.

Değişken	İşitme Kaybı Tarafına Göre Hasta Grupları	Test Kulağı	n	Ort ± ss	t test	p
Dalga I Latans (msn)	Sağ taraflı total İK	Sol	15	1.31 ± 0.09	-2.613	0.015*
	Sol taraflı total İK	Sağ	12	1.4 ± 0.08		
Dalga I Amplitüd (µv)	Sağ taraflı total İK	Sol	15	0.2 ± 0.05	1.011	0.322
	Sol taraflı total İK	Sağ	12	0.17 ± 0.09		
Dalga III Latans (msn)	Sağ taraflı total İK	Sol	15	3.61 ± 0.13	0.289	0.775
	Sol taraflı total İK	Sağ	12	3.6 ± 0.11		
Dalga III Amplitüd (µv)	Sağ taraflı total İK	Sol	15	0.37 ± 0.13	1.912	0.067
	Sol taraflı total İK	Sağ	12	0.28 ± 0.11		
Dalga V latans (msn)	Sağ taraflı total İK	Sol	15	5.21 ± 0.29	-1.509	0.144
	Sol taraflı total İK	Sağ	12	5.37 ± 0.25		
Dalga V Amplitüd (µv)	Sağ taraflı total İK	Sol	15	0.38 ± 0.12	2.251	0.033*
	Sol taraflı total İK	Sağ	12	0.28 ± 0.1		
I-III dalgalar arası latans (msn)	Sağ taraflı total İK	Sol	15	2.3 ± 0.12	2.475	0.020*
	Sol taraflı total İK	Sağ	12	2.2 ± 0.08		
III-V Dalgalar arası latans (msn)	Sağ taraflı total İK	Sol	15	1.59 ± 0.26	-1.841	0.078
	Sol taraflı total İK	Sağ	12	1.77 ± 0.23		
I-V Dalgalar arası latans (msn)	Sağ taraflı total İK	Sol	15	3.89 ± 0.29	-0.664	0.513
	Sol taraflı total İK	Sağ	12	3.96 ± 0.26		
V/I Amplitüt Oranı	Sağ taraflı total İK	Sol	15	2.09 ± 0.86	-0.385	0.703
	Sol taraflı total İK	Sağ	12	2.29 ± 1.84		

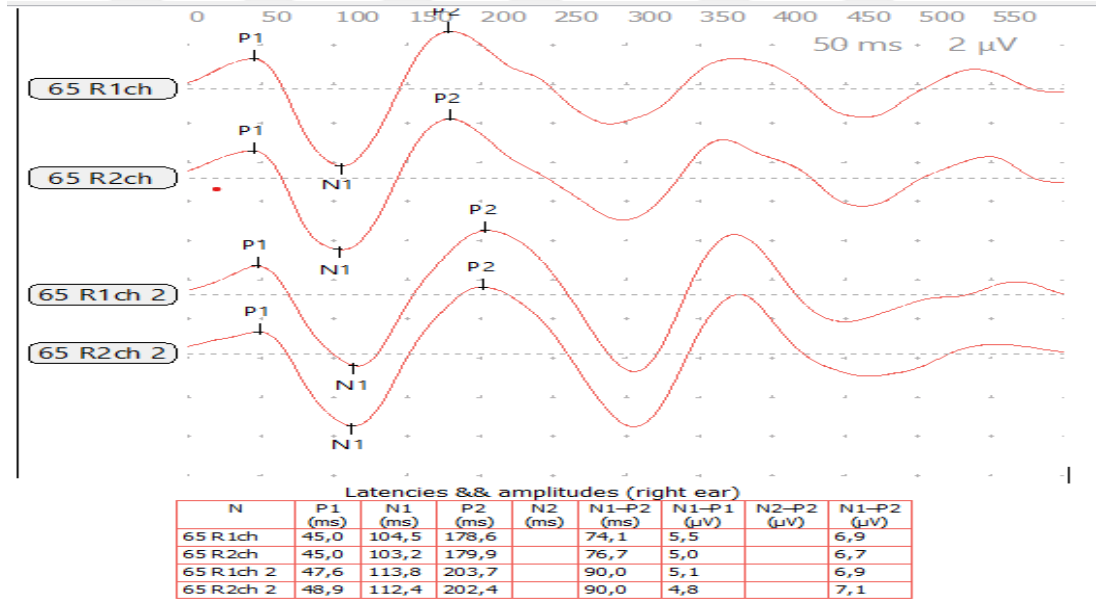
N; örneklem sayısı, Ort; Ortalama, ss; standart sapma, Test Değeri; iki ortalama arasındaki farkın anlamlılık testi (t testi), p; istatistiksel anlamlılık, msn; milisaniye, µv: mikrovolt, *p<0.05; gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır.

Hasta grubunda İK tarafına göre ABR bulguları karşılaştırılarak sonuçlar verilmiştir (Tablo 4.8). Sağ taraflı total İK olan grubun ve sol taraflı total İK grubun normal işiten kulakları arasında; ABR dalga I latans, dalga V amplitüd ve I-III dalgalar arası latans değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur (p<0.05) (Tablo 4.8). Diğer ABR bulguları bakımından ise istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır (p>0.05) (Tablo 4.8).

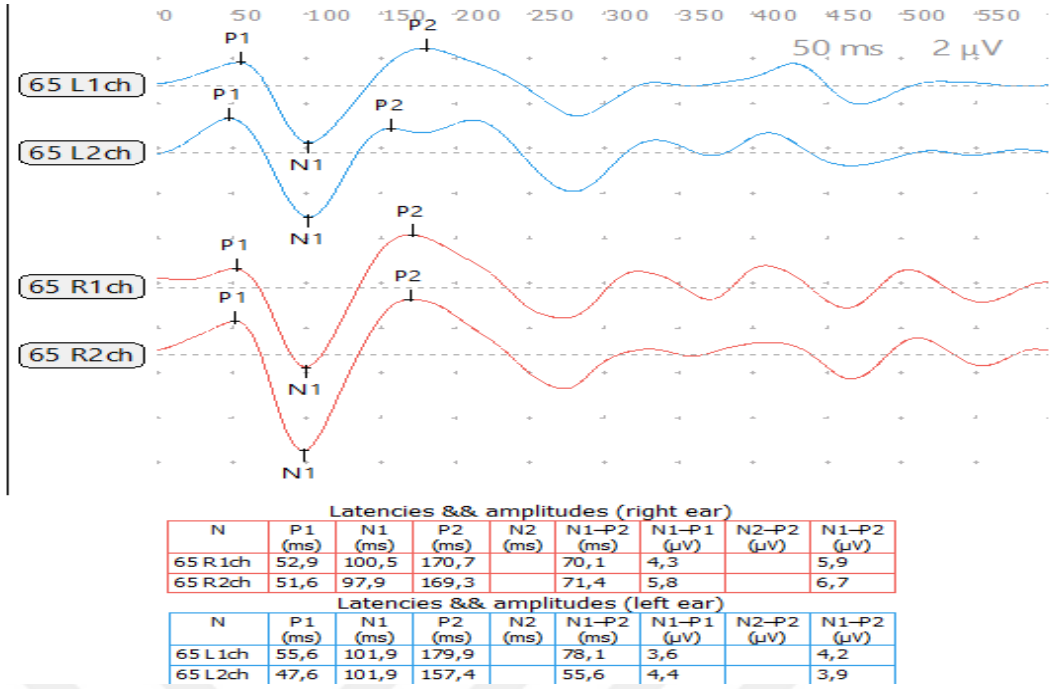
4.4. İşitsel Uyarılmış Kortikal Potansiyeller Test Bulguları



Şekil 4.6. Sağ taraflı total İK olan 31 numaralı hastanın sol kulağına ait İUKP kaydı (Kaydın görseli araştırmacı tarafından alınmıştır).



Şekil 4.7. Sol taraflı total İK olan 43 numaralı hastanın sağ kulağına ait İUKP kaydı (Kaydın görseli araştırmacı tarafından alınmıştır).



Şekil 4.8. Bilateral normal işiten 19 numaralı kontrol grubuna ait İUKP kaydı
(Kaydın görseli araştırmacı tarafından alınmıştır).

Çalışmamızda; İUKP testinde elde edilen P1 dalga latans (ipsilateral, kontralateral), N1 dalga latans (ipsilateral, kontralateral), P2 dalga latans (ipsilateral, kontralateral), N1P2 dalgalar arası latans (ipsilateral, kontralateral), P1N1 dalga amplitüd (ipsilateral, kontralateral), N1P2 dalga amplitüd (ipsilateral, kontralateral) değerlerine göre tek taraflı total işitme kaybı olan hastaların normal işiten kulakları ile kontrol grubunun aynı taraf kulakları arasında fark olup olmadığı test edilerek sonuçlar aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 4.9. Sağ taraflı total İK olan grup ve kontrol grubu arasında İUKP bulgularının karşılaştırılması.

Değişken	Gruplar	Test Kulağı	n	Ort ± ss	t test	p
İpsilateral P1 latans (msn)	Sağ taraflı total İK	Sol	15	53 ± 14,01	-0,108	0,914
	Kontrol grubu	Sol	21	52,61 ± 7,78		
Kontralateral P1 latans (msn)	Sağ taraflı total İK	Sol	15	50,27 ± 11,33	-1,530	0,135
	Kontrol grubu	Sol	21	45,92 ± 5,54		
İpsilateral N1 latans (msn)	Sağ taraflı total İK	Sol	15	108,47 ± 13,46	-0,139	0,890
	Kontrol grubu	Sol	21	107,97 ± 8,1		
Kontralateral N1 latans (msn)	Sağ taraflı total İK	Sol	15	105,09 ± 10,06	-0,697	0,491
	Kontrol grubu	Sol	21	103,19 ± 6,38		
İpsilateral P2 latans (msn)	Sağ taraflı total İK	Sol	15	179,45 ± 16,89	0,038	0,970
	Kontrol grubu	Sol	21	179,67 ± 16,76		
Kontralateral P2 latans (msn)	Sağ taraflı total İK	Sol	15	177,8 ± 15,87	-0,412	0,683
	Kontrol grubu	Sol	21	175,56 ± 16,26		
İpsilateral N1P2 dalgalar arası latans (msn)	Sağ taraflı total İK	Sol	15	71,18 ± 12,11	0,073	0,942
	Kontrol grubu	Sol	21	71,53 ± 15,65		
Kontralateral N1P2 dalgalar arası latans(msn)	Sağ taraflı total İK	Sol	15	72,69 ± 12,23	-0,063	0,950
	Kontrol grubu	Sol	21	72,36 ± 17,13		
İpsilateral P1N1 amplitüd (µV)	Sağ taraflı total İK	Sol	15	3,13 ± 1,15	1,169	0,250
	Kontrol grubu	Sol	21	3,69 ± 1,55		
Kontralateral P1N1 amplitüd (µV)	Sağ taraflı total İK	Sol	15	3,35 ± 1,09	2,080	0,045*
	Kontrol grubu	Sol	21	4,33 ± 1,56		
İpsilateral N1P2 amplitüd (µV)	Sağ taraflı total İK	Sol	15	3,39 ± 1,45	0,864	0,393
	Kontrol grubu	Sol	21	3,84 ± 1,6		
Kontralateral N1P2 amplitüd (µV)	Sağ taraflı total İK	Sol	15	3,55 ± 1,38	1,771	0,086
	Kontrol grubu	Sol	21	4,52 ± 1,76		

N; örneklem sayısı, Ort: Ortalama, ss; standart sapma, Test Değeri; iki ortalama arasındaki farkın anlamlılık testi (t testi), p; istatistiksel anlamlılık, msn; milisaniye, µv: mikrovolt, *p<0.05; gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır.

Sağ taraflı total İK olan grubun ve kontrol grubunun sol kulaklarına ait İUKP bulguları karşılaştırıldığında; P1 dalga latans (ipsilateral, kontralateral), N1 dalga latans (ipsilateral, kontralateral), P2 dalga latans (ipsilateral, kontralateral), N1P2 dalgalar arası latans (ipsilateral, kontralateral), ipsilateral P1N1 dalga amplitüd, N1P2 dalga amplitüd (ipsilateral, kontralateral) değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır (p>0.05) (Tablo 4.9). Kontralateral P1N1 dalga amplitüd değerleri bakımından ise istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur (p<0.05) (Tablo 4.9)

Tablo 4.10. Sol taraflı total İK olan grup ve kontrol grubu arasında İUKP bulgularının karşılaştırılması.

Değişken	Gruplar	Test Kulağı	n	Ort ± ss	t test	p
İpsilateral P1 latans (msn)	Sol taraflı total İK	Sağ	12	48.4 ± 6.19	-0.287	0.776
	Kontrol grubu	Sağ	21	47.75 ± 6.32		
Kontralateral P1 latans (msn)	Sol taraflı total İK	Sağ	12	46.19 ± 6.27	-0.285	0.777
	Kontrol grubu	Sağ	21	45.48 ± 7.2		
İpsilateral N1 latans (msn)	Sol taraflı total İK	Sağ	12	103.86 ± 8.02	-0.107	0.915
	Kontrol grubu	Sağ	21	103.55 ± 8.02		
Kontralateral N1 latans (msn)	Sol taraflı total İK	Sağ	12	102.96 ± 8.88	0.136	0.893
	Kontrol grubu	Sağ	21	103.36 ± 7.66		
İpsilateral P2 latans (msn)	Sol taraflı total İK	Sağ	12	180.9 ± 18.14	-0.661	0.513
	Kontrol grubu	Sağ	21	176.64 ± 17.63		
Kontralateral P2 latans (msn)	Sol taraflı total İK	Sağ	12	178,71 ± 18,64	-0.741	0.465
	Kontrol grubu	Sağ	21	174.5 ± 13.82		
İpsilateral N1P2 latans (msn)	Sol taraflı total İK	Sağ	12	77.07 ± 19.05	-0.676	0.504
	Kontrol Grubu	Sağ	21	72.98 ± 15.27		
Kontralateral N1P2 latans (msn)	Sol taraflı total İK	Sağ	12	75.23 ± 18.6	-0.824	0.416
	Kontrol Grubu	Sağ	21	71 ± 11.05		
İpsilateral P1N1 amplitüd (µV)	Sol taraflı total İK	Sağ	12	4.75 ± 1.27	-1.448	0.158
	Kontrol Grubu	Sağ	21	3.94 ± 1.69		
Kontralateral P1N1 amplitüd (µV)	Sol taraflı total İK	Sağ	12	4.8 ± 1.63	-1.059	0.298
	Kontrol Grubu	Sağ	21	4.19 ± 1.61		
İpsilateral N1P2 amplitüd (µV)	Sol taraflı total İK	Sağ	12	5.43 ± 1.91	-1.941	0.061
	Kontrol Grubu	Sağ	21	4.16 ± 1.74		
Kontralateral N1P2 amplitüd (µV)	Sol taraflı total İK	Sağ	12	5.52 ± 1.89	-1.791	0.083
	Kontrol Grubu	Sağ	21	4.31 ± 1.85		

N; örneklem sayısı, Ort; Ortalama, ss; standart sapma, Test Değeri; iki ortalama arasındaki farkın anlamlılık testi (t testi), p; istatistiksel anlamlılık, msn; milisaniye, µv: mikrovolt, *p<0.05; gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır.

Sol taraflı total İK olan grubun ve kontrol grubunun sağ kulaklarına ait İUKP bulguları karşılaştırıldığında; P1 dalga latans (ipsilateral, kontralateral), N1 dalga latans (ipsilateral, kontralateral), P2 dalga latans (ipsilateral, kontralateral, N1P2 dalgalalar arası latans (ipsilateral, kontralateral), P1N1 dalga amplitüd (ipsilateral, kontralateral), N1P2 dalga amplitüd (ipsilateral, kontralateral) değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır (p>0.05) (Tablo 4.10).

Tablo 4.11. Hasta grubunda İK tarafına göre İUKP bulgularının karşılaştırılması.

Değişken	İşitme Kaybı Tarafına Göre Hasta Grubu	Test Kulağı	n	Ort ± ss	t test	p
İpsilateral P1 latans (msn)	Sağ taraflı total İK	Sol	15	53 ± 14.01	1.055	0.302
	Sol taraflı total İK	Sağ	12	48.4 ± 6.19		
Kontralateral P1 latans (msn)	Sağ taraflı total İK	Sol	15	50.27 ± 11.33	1.116	0.275
	Sol taraflı total İK	Sağ	12	46.19 ± 6.27		
İpsilateral N1 latans (msn)	Sağ taraflı total İK	Sol	15	108.47 ± 13.46	1.045	0.306
	Sol taraflı total İK	Sağ	12	103.86 ± 8.02		
Kontralateral N1 latans (msn)	Sağ taraflı total İK	Sol	15	105.09 ± 10.06	0.577	0.569
	Sol taraflı total İK	Sağ	12	102.96 ± 8.88		
İpsilateral P2 latans (msn)	Sağ taraflı total İK	Sol	15	179.45 ± 16.89	-0.214	0.832
	Sol taraflı total İK	Sağ	12	180.9 ± 18.14		
Kontralateral P2 latans (msn)	Sağ taraflı total İK	Sol	15	177.8 ± 15.87	-0.137	0.892
	Sol taraflı total İK	Sağ	12	178.71 ± 18.64		
İpsilateral N1P2 latans (msn)	Sağ taraflı total İK	Sol	15	71.18 ± 12.11	-0.977	0.338
	Sol taraflı total İK	Sağ	12	77.07 ± 19.05		
Kontralateral N1P2 latans (msn)	Sağ taraflı total İK	Sol	15	72.69 ± 12.23	-0.428	0.672
	Sol taraflı total İK	Sağ	12	75.23 ± 18.6		
İpsilateral P1N1 amplitüd (µV)	Sağ taraflı total İK	Sol	15	3.13 ± 1.15	-3.476	0.002*
	Sol taraflı total İK	Sağ	12	4.75 ± 1.27		
Kontralateral P1N1 amplitüd (µV)	Sağ taraflı total İK	Sol	15	3.35 ± 1.09	-2.768	0.010*
	Sol taraflı total İK	Sağ	12	4.8 ± 1.63		
İpsilateral N1P2 amplitüd (µV)	Sağ taraflı total İK	Sol	15	3.39 ± 1.45	-3.149	0.004*
	Sol taraflı total İK	Sağ	12	5.43 ± 1.91		
Kontralateral N1P2 amplitüd (µV)	Sağ taraflı total İK	Sol	15	3.55 ± 1.38	-3.122	0.004*
	Sol taraflı total İK	Sağ	12	5.52 ± 1.89		

N; örneklem sayısı, Ort; Ortalama, ss; standart sapma, Test Değeri; iki ortalama arasındaki farkın anlamlılık testi (t testi), p; istatistiksel anlamlılık, msn; milisaniye, µv; mikrovolt, *p<0.05; gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır.

Sağ taraflı total İK olan grubun ve sol taraflı total İK olan grubun normal işiten kulakları arasında; İUKP P1 dalga latans (ipsilateral, kontralateral), N1 dalga latans, (ipsilateral, kontralateral), P2 dalga latans (ipsilateral, kontralateral), N1P2 dalgalar arası latans (ipsilateral, kontralateral) değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır (p>0.05) (Tablo 4.11). Ancak P1N1 dalga amplitüd (ipsilateral, kontralateral), N1P2 dalga amplitüd (ipsilateral, kontralateral) değerleri bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır (p<0.05) (Tablo 4.11).

Tablo. 4.12. Hasta grubu ve kontrol grubu arasında İUKP’de kontralateral hemisfer dominans özelliğinin karşılaştırılması.

Değişken	Gruplar	n	Ort ± ss	t test	p
P1 Latansı için Kontralateral Hemisfer Dominansı	Hasta Grubu	27	2.5 ± 4.1	2.825	0.007*
	Kontrol Grubu	21	6.69±6.09		
N1 Latansı için Kontralateral Hemisfer Dominansı	Hasta Grubu	27	2.27 ± 7	1.241	0.221
	Kontrol Grubu	21	4.78±6.87		
P2 Latansı için Kontralateral Hemisfer Dominansı	Hasta Grubu	27	1.89±5.52	1.358	0.181
	Kontrol Grubu	21	4.11±5.75		
P1N1 Amplitüdü için Kontralateral Hemisfer Dominansı (%)	Hasta Grubu	27	1.58±10.1	2.460	0.018*
	Kontrol Grubu	21	9.25±11.47		
N1P2 Amplitüdü için Kontralateral Hemisfer Dominansı (%)	Hasta Grubu	27	1.79±9.59	2.413	0.020*
	Kontrol Grubu	21	8.92±10.85		

Latans için Kontralateral Hemisfer Dominansı: (ipsilateral latans-kontralateral latans), Amplitüd için Kontralateral Hemisfer Dominansı: $100 \times (\text{kontralateral amplitüd} - \text{ipsilateral amplitüd} / \text{kontralateral amplitüd} + \text{ipsilateral amplitüd})$, n; örneklem sayısı, Ort; Ortalama, ss; standart sapma, Test Değeri; iki ortalama arasındaki farkın anlamlılık testi (t testi), p; istatistiksel anlamlılık, *p<0.05; gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır.

Hasta grubu ve kontrol grubu arasında P1 dalga latansı, P1N1 ve N1P2 dalga amplitüdüleri için kontralateral hemisfer dominans özelliği açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur (p<0.05) (Tablo 4.12).

Tablo 4.13. Hasta grubunda İK tarafına göre İUKP’de kontralateral hemisfer dominans özelliğinin karşılaştırılması.

Değişken	İşitme Kaybı Tarafına Göre Hasta Grubu	Test Kulağı	n	Ort ± ss	t test	p
P1 Latansı için Kontralateral Hemisfer	Sağ taraflı total İK	Sol	15	2.73 ± 5.02	0.315	0.755
	Sol taraflı total İK	Sağ	12	2.21 ± 3		
N1 Latansı için Kontralateral Hemisfer Dominansı	Sağ taraflı total İK	Sol	15	3.37 ± 8.2	0.909	0.372
	Sol taraflı total İK	Sağ	12	0.9 ± 5.14		
P2 Latansı için Kontralateral Hemisfer Dominansı	Sağ taraflı total İK	Sol	15	1,65 ± 5,91	-0.247	0.807
	Sol taraflı total İK	Sağ	12	2.19 ± 5.24		
P1N1 Amplitüdü için Kontralateral Hemisfer Dominansı (%)	Sağ taraflı total İK	Sol	15	3.39 ± 11.36	1.046	0.306
	Sol taraflı total İK	Sağ	12	-0.69 ± 8.17		
N1P2 Amplitüdü için Kontralateral Hemisfer Dominansı (%)	Sağ taraflı total İK	Sol	15	2.56 ± 12.29	0.459	0.650
	Sol taraflı total İK	Sağ	12	0.83 ± 4.83		

Latans için Kontralateral Hemisfer Dominansı; (ipsilateral latans-kontralateral latans), Amplitüd için Kontralateral Hemisfer Dominansı; $100 \times (\text{kontralateral amplitüd} - \text{ipsilateral amplitüd} / \text{kontralateral amplitüd} + \text{ipsilateral amplitüd})$, N; örneklem sayısı, Ort; Ortalama, ss; standart sapma, Test Değeri; iki ortalama arasındaki farkın anlamlılık testi (t testi), p; istatistiksel anlamlılık, *p<0.05; gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır.

Sağ taraflı total İK olan grubun ve sol taraflı total İK olan grubun normal işiten kulakları arasında; P1, N1, P2 dalga latansları için kontralateral hemisfer dominans ve P1N1, N1P2 dalga amplitüdüleri için kontralateral hemisfer dominans özelliği açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$) (Tablo 4.13).

4.5. Amsterdam İşitsel Yetersizlik ve Engellilik Anket Bulguları

Çalışmaya alınan katılımcılarda Amsterdam işitsel yetersizlik toplam puanı ve alt boyutları seslerin ayrımı/tanımlanması, seslerin lokalizasyonu, gürültülü ortamda konuşmanın anlaşılabilirliği, sessiz ortamda konuşmanın anlaşılabilirliği, seslerin algılanması puanları için hasta grubu ile kontrol grubu arasında fark olup olmadığı incelenmiş ve sonuçlar aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 4.14. Hasta grubu ve kontrol grubu arasında AİYEA sonuçlarının karşılaştırılması.

Puan	Gruplar	n	Ort $\pm$ ss	Min	Mak	t test	p
Seslerin Ayrımı	Hasta Grubu	27	4.44 $\pm$ 2.93	0	10	6.096	0.001*
	Kontrol Grubu	21	0.43 $\pm$ 0.81	0	3		
Seslerin Lokalizasyonu	Hasta Grubu	27	8.89 $\pm$ 2.69	3	14	13.882	0.001*
	Kontrol Grubu	21	0.43 $\pm$ 0.81	0	3		
Gürültülü Ortamda Konuşma Anlaşılabilirliği	Hasta Grubu	27	8.15 $\pm$ 2.76	2	14	10.228	0.001*
	Kontrol Grubu	21	1.43 $\pm$ 1.36	0	5		
Sessiz Ortamda Konuşma Anlaşılabilirliği	Hasta Grubu	27	3.41 $\pm$ 1.65	0	8	8.456	0.001*
	Kontrol Grubu	21	0.24 $\pm$ 0.54	0	2		
Seslerin Algılanması	Hasta Grubu	27	2.7 $\pm$ 1.56	1	8	6.999	0.001*
	Kontrol Grubu	21	0.24 $\pm$ 0.44	0	1		
AMSTERDAM Toplam Puanı	Hasta Grubu	27	31.44 $\pm$ 7.54	15	46	13.589	0.001*
	Kontrol Grubu	21	8.52 $\pm$ 1.86	6	12		

N; örneklem sayısı, Ort; Ortalama, ss; standart sapma, Min; alınan en düşük puan, Mak; alınan en yüksek puan, Test Değeri; iki ortalama arasındaki farkın anlamlılık testi (t testi), p; istatistiksel anlamlılık, * $p<0.05$; gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır.

Hasta grubu ve kontrol grubu arasında AİYEA toplam puanı ve alt boyutları seslerin ayrımı/tanımlanması, seslerin lokalizasyonu, gürültülü ortamda konuşmanın anlaşılabilirliği, sessiz ortamda konuşmanın anlaşılabilirliği, seslerin algılanması puanları bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0.05$) (Tablo 4.14).

Çalışmamızda; sağ taraflı total İK olan hasta grubu ve sol taraflı total İK olan hasta grubu arasında AİYEA toplam puanı ve alt boyutları seslerin ayrımı/tanımlanması, seslerin lokalizasyonu, gürültülü ortamda konuşmanın anlaşılabilirliği, sessiz ortamda konuşmanın anlaşılabilirliği, seslerin algılanması puanları için fark olup olmadığı test edilmiştir.

Tablo 4.15. Hasta grubunda İK tarafına göre AİYEA sonuçlarının karşılaştırılması.

Puan	İşitme Kaybı Tarafına Göre Hasta Grupları	n	Ort ± ss	Min	Mak	t test	p
Seslerin Ayrımı	Sağ taraflı total İK	15	4.8 ± 3.08	0	10	0.699	0.491
	Sol taraflı total İK	12	4 ± 2.8	1	10		
Seslerin Lokalizasyonu	Sağ taraflı total İK	15	9.93 ± 2.34	6	14	2.462	0.021*
	Sol taraflı total İK	12	7.58 ± 2.61	3	12		
Gürültülü Ortamda Konuşma Anlaşılabilirliği	Sağ taraflı total İK	15	9 ± 1.69	7	12	1.882	0.072
	Sol taraflı total İK	12	7.08 ± 3.48	2	14		
Sessiz Ortamda Konuşma Anlaşılabilirliği	Sağ taraflı total İK	15	3.2 ± 0.94	2	5	-0.725	0.475
	Sol taraflı total İK	12	3.67 ± 2.27	0	8		
Seslerin Algılanması	Sağ taraflı total İK	15	3.27 ± 1.87	1	8	2.248	0.034*
	Sol taraflı total İK	12	2 ± 0.6	1	3		
AMSTERDAM Toplam Puanı	Sağ taraflı total İK	15	34.27 ± 6.32	26	46	2.359	0.026*
	Sol taraflı total İK	12	27.92 ± 7.68	15	46		

N: örneklem sayısı, Ort; Ortalama, ss; standart sapma, Min; alınan en düşük puan, Mak; alınan en yüksek puan, Test Değeri; iki ortalama arasındaki farkın anlamlılık testi (t testi), p; istatistiksel anlamlılık, *p<0,05; gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık vardır.

Sağ taraflı total İK olan hasta grubu ile sol taraflı total İK olan hasta grubu arasında AİYEA toplam puanı ve alt boyutları olan seslerin lokalizasyonu, seslerin algılanması puanları bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur (p<0.05) (Tablo 4.15). Seslerin ayrımı/tanımlanması, gürültülü ortamda konuşmanın anlaşılabilirliği, sessiz ortamda konuşmanın anlaşılabilirliği puanları için ise anlamlı farklılık bulunmamıştır (p>0.05) (Tablo 4.15).

5. TARTIŞMA

Bu çalışma, yetişkin erkeklerde uzun süreli tek taraflı total İK sonrasında işitme kaybı tarafına göre işitsel subkortikal, kortikal reorganizasyon özelliklerinin ABR ve İUKP ile incelendiği, işitsel algısal sonuçların ise FMDL testi ile incelendiği kapsamlı bir çalışma olmuştur. Ayrıca tek taraflı total İK olan hastaların işitsel yetersizlik düzeyleri, AİYEA ile işitme kaybı tarafına göre incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre tek taraflı total İK sonrasında subkortikal ve kortikal düzeyde görülen işitsel nöral reorganizasyon özellikleri ve bunun algısal sonuçları arasındaki nedensel ilişki incelenmiştir. Araştırma verilerine göre tek taraflı total işitme kayıplarından sonra işitme kaybı tarafına göre nörofizyolojik biyobelirteçlerin, FMDL eşiklerinin ve işitsel yetersizlik düzeylerinin farklılık gösterdiği hipotezleri doğrulanmıştır.

Literatürde, araştırma konumuza benzer konuda Khosla ve arkadaşları (19) tarafından 16-48 yaş arasında tek taraflı ileri derecede işitme kaybı olan hastalarda kortikal reorganizasyon özellikleri incelenmiştir. Yine Hanss ve arkadaşları (93), 27-59 yaş arasındaki tek taraflı ileri derecede işitme kayıplı hastalarda İUKP sonuçlarını incelemişlerdir. Araştırmamızda ise 18-35 yaş arasındaki erkeklerle yürütülerek daha homojen bir grupta inceleme yapılmasına imkan sağlanmıştır. Subkortikal ve kortikal reorganizasyon özelliklerini etkileyebileceği için total işitme kayıplı kulak için cihaz kullanan bireyler araştırmaya alınmamıştır. Bireylerin frekans ayırt etme yetenekleri, müzik eğitiminden etkilenebileceği için profesyonel müzik eğitimi alanlar araştırmaya alınmamıştır (94).

Tek taraflı işitme kaybı olan hastalarda işitsel kortikal reorganizasyon sonucunda oluşan değişiklikler işitsel davranışsal yetenekleri de etkileyebilmektedir (9). Kokleadaki tonotopik organizasyonun devamı olarak beyin sapındaki işitsel çekirdeklerden işitsel kortekse kadar tonotopik organizasyonun devam ettiği bildirilmektedir. Daha önceleri yetişkinlerin beyinde tonotopik organizasyonun sabit kaldığı düşünülse de günümüzde işitsel yoksunluk veya işitsel uyarılma sonucunda yetişkinlerin santral işitsel sistemlerinde plastik değişimler olduğuna dair veriler artmaktadır (10,11).

Araştırmamızda, tek taraflı total İK sonrasında işitsel algısal sonuçlar FMDL testi ile incelenmiştir. Sağ taraflı total İK olan hastalarda 0.5 kHz ve 4 kHz FMDL eşikleri kontrol grubuna göre daha yüksek bulunmuştur. Yine sağ taraflı total İK olan hasta grubunda 0.5 kHz FMDL eşikleri sol taraflı total İK olan hasta grubuna göre daha yüksek bulunmuştur. Tek taraflı total işitme kayıpları sonrasında frekans modülasyon farkı belirleme sürecinin altında yatan nöral mekanizmanın, sağ taraflı total işitme kayıplarında olumsuz etkilendiği görülmüştür. Araştırma sonucunda, H_1 : Sol kulaklarında total İK olan yetişkinler ile sağ kulaklarında total İK olan yetişkinler arasında normal işiten kulaklar için FMDL eşikleri açısından fark vardır hipotezi doğrulanmıştır.

Thai ve arkadaşları (95) tarafından kısıtlı br frekanstaki koklear işitme kaybını takiben kenar frekans bölgesinde frekans ayırt etme yeteneğinde görülen gelişme, tonotopik haritanın plastisitesi ile ilişkilendirilmiştir. Ancak araştırmamız tek taraflı total işitme kayıplı hastalarla yürütülmüştür ve sağ taraflı total İK olan grupta frekans ayırt etme yeteneğinin olumsuz etkilendiği görülmüştür. Frekans ayırt etme için gerekli işitsel işleme sürecinde, binaural işitmenin önemli olduğu görülmüştür.

Araştırmamıza benzer olarak Mishra ve arkadaşları (96), tek taraflı İK olan hastaların normal işiten kulaklarında işitsel algısal yetenekleri incelemiştir. Bu araştırmada hasta grubunun normal işiten kulaklarında kanallar arası temporal aralık belirleme eşiklerinin kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Kanallar arası temporal aralık belirleme yeteneğinin santral işitsel süreçleri yansıttığı ve birincil işitsel kortekste nöral yanıtlarla belirlendiği bildirilmektedir (97).

Mishra ve arkadaşlarının (98) diğer bir çalışmada TTİK'lı hastaların normal işiten kulaklarında, frekans ayırt etme yeteneğinin kötüleştiği ve çalışma hafızası kapasitesinin olumsuz etkilendiği bildirilmiştir. Çünkü tek taraflı işitsel yoksunluğun işitsel korteksin yanında dikkat ve çalışma belleğinin altında yatan işlevsel sistem üzerine de olumsuz etkisi vardır.

İşitme kaybı sonrasında kortikal nöral reorganizasyonun işitsel algısal sonuçlarını incelemek için, FMDL testini kullanmanın zorlukları da göz önünde bulundurulmalıdır. Örneğin Zhang ve arkadaşları (99), çalışma belleğindeki geriliğin

frekans ayırt etmeyi olumsuz etkileyebileceğini bildirmişlerdir. Ayrıca FMDL testinin dinleyicilerin subjektif geri bildirimine bağlı olduğu ve klinik kullanımda çok pratik olmadığı görüşünün göz önüne alınarak bu konuda daha ileri çalışmalar yapılmasında fayda olacaktır (100).

Araştırmamızdan farklı olarak Maslin ve arkadaşları (101), tek taraflı İK olan hastaların normal işiten kulaklarında sesin şiddet diskriminasyonunun kontrol grubundan daha iyi olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada hastalık etyolojisi vestibüler schwannom olması ve hastalık süresi gibi özellikler araştırmamızdan farklılık gösterir. Ayrıca, sesin frekans ve şiddet kodlaması için nöral özelliklerin farklı olduğu düşünülmektedir. Sesin şiddet diskriminasyon eşiğindeki azalma, sağlam kulak tarafına olan inhibisyon sürecinin bozulmasından kaynaklanabilir (101). Binaural işitme sisteminde inhibisyon özelliği özellikle arka plan gürültü varlığında konuşmanın algılanmasında önemlidir. Bu nedenle sesin şiddet diskriminasyonundaki bu iyileşmenin, sesin işlenmesinde olumlu bir özellik olmayabileceği fikri düşünülmüştür.

Kwak ve arkadaşları (102) tarafından TTİK olan hastaların normal işiten kulakları ile kontrol grubu arasında; temporal modülasyon tespiti ve gürültüde konuşmayı tanıma açısından fark bulunmamıştır. Ancak sağ taraflı İK olan grupta, sol taraflı İK olan gruba ve kontrol grubuna göre spektral dalga ayrımının zayıf olduğu bildirilmiştir. TTİK olan hastalarda, sağ taraftaki uzun süreli işitsel yoksunluğun, spektral-dalga ayrımı için gereken santral işitsel süreci olumsuz etkileyebileceği belirtilmiştir. Araştırmamızda da benzer şekilde sağ taraflı total işitme kayıplarında FMDL eşikleri daha yüksek bulunmuştur.

Tek taraflı işitme kaybının bütün işitsel yollarda binaural entegrasyonu etkilemesi beklenmektedir. Ancak Langers ve arkadaşları (103) fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme (fMRG) yöntemi ile kortikal düzeyde fonksiyonel reorganizasyon gözlenirken beyinsapı düzeyinde reorganizasyona işaret bulunmadığını bildirmişlerdir. Bu durum, nöronların girdileri aynı kaldığında, verilen sinyallere karşı nöronların tepki özelliklerindeki değişikliklerin, fMRG ile tespit edilemeyeceği şeklinde açıklanmıştır. Nöronlardaki ani hızlanma oranlarındaki değişikliklerden etkileneceği için elektrofizyolojik yöntemler kullanılması önerilmiştir. Araştırmamızda tek taraflı

total İK sonrasında subkortikal reorganizasyon özellikleri elektrofizyolojik bir ölçüm tekniği olan ABR testi ile incelenmiştir.

Kral ve arkadaşları (104), serebral korteksin subkortikal çekirdeklere göre daha kapsamlı nöral bağlantılar içerdiğini ve daha yüksek plastisite özelliği gösterdiğini vurgulamışlardır. Hayvanlarla ilgili çalışmalarda reorganizasyonun subkortikal düzeyde inferior kollikulus ve primer işitsel alanda görüldüğü öne sürülmektedir. Buna karşın insanlarda reorganizasyonun kortikal alanlarda daha belirgin olduğu ileri sürülmektedir. Bu farklılığın, insanlarda işitsel kortikal alanların daha güçlü bir fonksiyonel özelleşmeye sahip olmasından ve canlı türleri arasındaki farklılıklardan kaynaklanabileceği bildirilmiştir (105). Araştırmamızda sağ taraflı total İK olan hasta grubunda ABR dalga V amplitüdləri kontrol grubunu göre daha büyük bulunmuştur. Yine sağ taraflı total İK olan hasta grubunda III-V dalgalar arası latansı kontrol grubuna göre daha kısa bulunmuştur.

Araştırmamızda İK tarafına göre incelendiğinde ise, sağ taraflı total İK olan hasta grubunda dalga V amplitüdləri sol taraflı total İK olan hasta grubundan daha büyük bulunmuştur. Sağ taraflı total İK olan hasta grubunda dalga I latansları sol taraflı total İK olan hasta grubuna göre daha kısa bulunurken, I-III dalgalar arası latansı daha uzun bulunmuştur. Araştırmamızda elde ettiğimiz ABR sonuçları, tek taraflı total İK sonrasında subkortikal reorganizasyon özelliklerinin İK tarafına göre farklılık gösterdiğine işaret etmiştir.

Sağ taraflı total İK olan hasta grubunda ABR dalga V amplitüdlərinin büyük olması, sağlam kulağın ipsilateralinde inferior kollikulus düzeyinde inhibitör etkinin azalması ile açıklanabilir. Sağ taraflı total işitme kayıplarında inhibitör sürecin sol taraflı total işitme kayıplarına göre daha fazla etkilendiği düşünülmüştür. İnsanlarda ABR dalga V'in kaynak aldığı alan, subkortikal bölgedeki lateral lemniscus ve inferior kollikulus olarak bilinmektedir. Santral işitsel yollarda bulunan inferior kollikulus neredeyse tüm afferent ve efferent işitsel yolların kesiştiği bir noktadır. Inferior kollikulusa gelen inhibitör ve eksitatör projeksiyonlar lateral lemniscus ve kontralateral inferior kollikulusun komissürü olarak iki kaynaktan gelir (106).

Lee ve arkadaşları (107) yaptıkları çalışmada kortikal haritadaki duyarlı alandaki artışın, yeni projeksiyonların oluşmasına bağlı olabileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca bu değişiklikler, inferior kolikulusun lifler çıkartarak subkortikal veya kortikal işitsel nöronal alt yapıları etkileyebilmektedir (47). Tek taraflı işitme kayıplarında normal işiten kulağın ipsilateralinde gelişen inhibisyon kaybı burada sinir iletim hızını artırarak daha büyük bir tepe noktası oluşturabilir. Bu nedenle, tek taraflı işitme kaybının subkortikal bölgedeki etkisinin incelendiği araştırmalar altta yatan mekanizmanın çözülmesinde yardımcı olacaktır (107).

Tek taraflı işitme kayıplarında sağlam kulağın uyarılması sonucunda orta beyin ve kolliküler nöronların binaural bağlantıları yeniden düzenlenmektedir (46). Hayvanlarda yapılan çalışmalarda da hem kısa hemde uzun vadede ipsilateral uyaranlara karşı artan kolliküler tepkiler, inferior kollikulus seviyesinde ve altında adaptasyon süreçlerinin olduğu fikrini desteklemektedir (58, 108). Tepki özelliklerindeki değişiklikler, normalde inhibe edilen girdilerin inhibisyonunun azalması veya dinamik reorganizasyon süreçleri ile açıklanmaktadır. Santral işitsel sistemdeki inhibe edici süreçler, tek taraflı işitme kayıplarından hızlı bir şekilde etkilenmektedir (108).

Araştırmamıza benzer olarak Plonek ve arkadaşları (109), tek taraflı total işitme kayıplı köpekler ile bilateral normal işiten köpeklerde ABR sonuçlarını karşılaştırmışlardır. Bu çalışmada tek taraflı total İK olan köpeklerde ABR III. dalga amplitüdlerinin ve dalga V/I amplitüd oranının kontrol grubuna göre daha büyük olduğu saptanmıştır. Bu artışın eksitator ve inhibitör nörotransmitter salınımının bozulmasından ziyade nöronların uyarılabilirliğinin artmasından kaynaklanabileceği ileri sürülmüştür. Plonek ve arkadaşları (109), İK tarafına göre ise ABR dalga latans ve amplitüd değerlerinin farklılık göstermediğini bildirmişlerdir. Hayvanlarda elde edilen veriler, insanların santral işitme sistem plastisitesini tahmin etmede yol gösterebilmektedir (69). Ancak Plonek ve arkadaşlarının (109) çalışması neonatal işitme kayıplı hayvanlarla gerçekleştirilirken, araştırmamız kazanılmış işitme kaybı olan insanlarla yürütülmüştür. Hayvanlar ile insanlar arasında subkortikal özellikler açısından da farklılıklar olduğu göz önüne alınmalıdır

Araştırmamızda sağ taraflı total İK olan hasta grubunda dalga V amplitüdləri sol taraflı total İK olan hasta grubuna göre daha büyük bulunmuştur. İnhibitör sürecin,

sağ taraflı total işitme kayıplarında sol taraflı total işitme kayıplarına göre daha fazla etkilendiği düşünülmüştür. Sol taraflı total işitme kayıplarında subkortikal reorganizasyonun daha belirgin olduğu ve inhibitör sürecin etkinliğinin devam ettiği fikri oluşmaktadır.

Tek taraflı İK sonrasında insanlarda görülen subkortikal reorganizasyon özelliklerinin incelendiği çalışmalar literatürde kısıtlıdır. Maslin ve arkadaşları (110), TTİK olan hastaların normal işiten kulaklarında ABR dalga latanslarında görülen kısalmanın, disinhibisyonla kaynaklanabileceği bildirmişlerdir. Ayrıca santral işitsel sistemdeki binaural olarak duyarlı nöronları etkileyen daha hızlı hücre içi sinyalleşme gibi fonksiyonel değişikliklerin ABR dalga latanslarını kısaltabileceğini belirtmişlerdir.

Maslin ve arkadaşları (101) tarafından tek taraflı İK sonrasında normal işiten kulakta sesin şiddet diskriminasyon eşiğinde görülen küçülme inhibisyon kaybı ile açıklanmıştır. Musser ve arkadaşları (111) ise sağ kulaklarında ileri derecede İK olan hastaların sol kulakları ile kontrol grubunun sol kulakları arasında klik ABR dalga latans ve amplitüdlere açısından fark bulunmadığını bildirmişlerdir. Bu hastalarda konuşma uyarısı kullanılarak sessiz ve gürültülü ortamda yapılan ABR'de konuşulanların kodlanmasının daha zayıf olabileceği kanısına ulaşılırken bu çalışmanın tek taraflı İK olan tüm yetişkinlere genellenemeyeceği belirtilmiştir.

Vasama ve arkadaşları (112) tarafından tek taraflı akustik nörinom bulunan hastaların normal işiten kulaklarında, nörinom cerrahi olarak çıkarılmadan önce ve sonra ABR ölçümleri yapılmıştır. Bu çalışmada ABR dalga latanslarında hem cerrahi öncesi ve sonrası ölçümleri arasında hem de kontrol grubuna göre fark bulunmamıştır.

Araştırmamızda, sağ taraflı total İK olan hasta grubunda ABR V. dalga amplitüdlerinin sol taraflı total İK olan hasta grubuna göre büyük olması ve I. dalga latanslarının kısa bulunması dikkat çekmiştir. İnhibitör sürecin, sağ taraflı total işitme kayıplarında sol taraflı total işitme kayıplarına göre daha fazla etkilendiği düşünülmüştür.

Tek taraflı total işitme kaybında reorganizasyonun algısal sonuçlarını FMDL testi ile incelediğimizde de; ABR bulgularını destekler şekilde sağ taraflı total İK olan hastalarda frekans modülasyon farkı tespit yeteneğinin daha kötü olduğu saptanmıştır.

Bu sonuç; frekans modülasyon farkı belirlemenin altında yatan nöral mekanizma için inhibitör sürecin önemli olduğunu göstermektedir.

Araştırmamızda, tek taraflı total işitme kayıplı hastalarda kortikal reorganizasyon özellikleri İUKP testi ile incelenmiştir. Sağ taraflı total İK olan hasta grubunda kontralateral P1N1 dalga amplitüdlere kontrol grubuna göre daha küçük bulunmuştur. İşitme kaybı tarafına göre ise; sol taraflı total İK olan hasta grubunda ipsilateral, kontralateral P1N1, N1P2 dalga amplitüdlere sağ taraflı total İK olan hasta grubuna göre daha büyük bulunmuştur.

Burton ve arkadaşları (113), fMRG kullandıkları çalışmada, sol taraflı İK olan hastaların sağ kulakları uyarıldığında kore ve belt işitsel bölgelerinde daha fazla bilateral aktivasyon görüldüğünü bildirmişlerdir. Bu sonuç, sol taraflı işitme kayıplarında sağ hemisferik bölgenin nöroplastisiteye daha yatkın olduğu şeklinde açıklanmıştır. Başka bir deyişle, sağ kulaktan daha az işitsel uyarılma sonucunda sol işitsel hemisferik bölgelerin sağ hemisferik bölgelere göre değişikliğe karşı daha dirençli olduğu öne sürülmüştür. Araştırmamızda da benzer şekilde sol taraflı total İK olan hasta grubunda P1N1, N1P2 dalga amplitüdlere sağ taraflı total İK olan hasta grubuna göre daha büyük bulunmuştur. Araştırmamızın bu sonucu, tek taraflı İK sonrası sağ işitsel hemisferde nöroplastisitenin daha fazla olduğu fikrini destekler niteliktedir (113). Araştırmada ABR ve İUKP verileri incelendiğinde; H_1 : Sol kulaklarında total İK olan yetişkinler ile sağ kulaklarında total İK olan yetişkinler arasında normal işiten kulaklar için nörofizyolojik biyobelirteçler açısından fark vardır hipotezi doğrulanmıştır.

Normal işiten kişilerde monaural işitsel uyarı gönderilen kulağın kontralateralindeki hemisferden alınan nörofizyolojik yanıtlar, daha kısa latanslı ve daha büyük amplitüdlüdür (19,57). Kontralateral işitsel yollar ipsilateral işitsel yoldan daha fazla sinir lifi içerdiği için kontralateral işitme korteksinin daha direk bir şekilde uyarılması sağlanır. Ancak tek taraflı işitme kaybı sonrasında sağlam kulağın ipsilateral hemisferinde, kontralateral yollardan gelen inhibe edici sürecin kaybı sonucunda aktivasyon artışı olmakta ve her iki hemisfer faaliyetleri daha simetrik hale gelmektedir (5,15). Araştırmamızda da benzer şekilde hasta grubunda ipsilateral-kontralateral P1 dalga latansı, P1N1 ve N1P2 dalgalarının amplitüdlere için cevapların kontrol grubuna göre daha simetrik olduğu saptanmıştır.

Ponton ve arkadaşları (15) tek taraflı işitme kayıplı hastalarda interhemisferik amplitüd asimetrisindeki azalmanın hastaların yaş aralığının geniş olmasından ve ilerleyen yaşla beraber inhibitör sürecin azalmasından kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir. Araştırmamızda tek taraflı total İK olan hastalar, 18-35 yaş aralığında erkeklerden oluşmaktadır ve daha homojen bir grup sağlanarak bu dezavantajların önüne geçmeye çalışılmıştır.

Canete ve arkadaşları (45), TTİK olan hastalarda işitme kaybı süresi arttıkça İUKP ölçümlerinde kontralateral amplitüd dominansının azaldığını bildirmişlerdir. Ayrıca bu araştırmada, tek taraflı işitme kayıplı hastaların normal işiten kulaklarında İUKP dalga latansları kontrol grubuna göre daha uzun bulunmuştur. Bu sonucun tek taraflı işitsel yoksunluğun normal işiten kulaklarda işitsel işleme sürecini etkilediğini gösterdiğini bildirmişlerdir.

Literatürde İK tarafının kortikal reorganizasyon özelliklerine etkisini inceleyen çalışmalar vardır. Khosla ve arkadaşları (19), sol taraflı total İK olan hastaların sağ kulaklarında klik uyaranlı İUKP ölçümlerinde, sağ ve sol hemisferlerde simetrik aktivasyon belirlemişlerdir. Ancak sağ taraflı total İK olan hastaların sol kulakları uyarıldığında ise normal asimetri gözlemlendiği bildirilmiştir. Yine benzer olarak Hans ve arkadaşları (93), sol taraflı ileri derecede İK olan hastaların sağ kulakları Tone Burst ve konuşma uyaranı ile uyarıldığında hemisferler arası amplitüd simetrisi olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmamızda, sol taraflı total İK olan hasta grubu ile sağ taraflı total İK olan hasta grubu arasında İUKP dalga latans ve amplitüdlere için kontralateral hemisfer dominans özelliği açısından fark bulunmamıştır.

Tek taraflı işitme kaybı sonrasında işitme kaybı tarafına özgü işitsel kortikal plastisite özelliği, günümüzde hala tartışmalı bir konudur. Örneğin Hine ve arkadaşları (6), TTİK olan hastalarda İUKP ölçümlerinde interhemisferik latans asimetrisinde değişiklik olmadığını bildirmişlerdir. Han JH ve arkadaşları (114), ses lokalizasyonu görevi için sağ taraflı İK olan grupta tepki süresinin geciktiği ve sol taraflı İK olan gruba kıyasla P2 latansının daha uzun olduğunu belirlemişlerdir.

Tek taraflı işitme kayıpları sonucunda bireylerin kendi bildirdikleri işitsel yetersizlik düzeyleri de artmaktadır. Araştırmamızda, tek taraflı total işitme kayıplı hastaların işitsel yetersizlik düzeyleri AİYEK kullanılarak değerlendirilmiştir. Hasta

grubunda AİYEA toplam puanı ve tüm alt boyut puanları kontrol grubuna göre daha yüksek bulunmuştur. Sağ taraflı total İK olan hasta grubunda AİYEA toplam puanı ve seslerin lokalizasyonu, seslerin algılanması alt boyutlarına ait puanları sol taraflı total İK olan hasta grubuna göre daha yüksek bulunmuştur. Araştırmamızın bu sonucuna göre, H_1 : Sol kulaklarında total İK olan yetişkinler ile sağ kulaklarında total İK olan yetişkinler arasında Amsterdam İşitsel Yetersizlik ve Engellilik anket sonuçları açısından fark vardır hipotezi doğrulanmıştır.

Augustine ve arkadaşları (115), tek taraflı sensorinöral işitme kayıplı hastalara, yetişkinler için kullanılan işitsel engellilik envanteri uygulandıkları çalışmada; İK tarafının envanter puanlarını etkilemediğini belirlemişlerdir. Ancak bu envanterin daha çok bilateral işitme kayıplılarda işitme engellilik düzeyini değerlendirmek için tasarlandığı ve tek taraflı işitme kaybının birey üzerindeki etkisini incelenmede yetersiz kalabileceği de bildirilmiştir. Araştırmamızda ise tek taraflı total İK olan hastalar incelenmiştir ve İK tarafına göre işitsel yetersizlik düzeylerinin fark gösterdiği belirlenmiştir.

Hartwing Jensen ve arkadaşları (116), sağ taraflı sensorinöral İK olan çocuklarda verbal alt testlerin ve okul akademik performanslarının sol taraflı İK olan çocuklara göre daha kötü olduğunu bildirmişlerdir. Bunun nedeni olarak ise sol hemisferde gelişen işitsel yoksunluk gösterilmiştir. Benzer şekilde Jensen ve arkadaşları (117), sağ taraflı aural atrezisi olan çocuklarda okul sorunlarının, sol taraflı ve bilateral aural atrezisi olan çocuklara göre daha fazla olduğunu bildirmişlerdir.

Araştırmamızda, sol taraflı total İK olan hastaların İUKP ipsilateral, kontralateral P1N1, N1P2 dalga amplitüdüleri, sağ taraflı total İK olan hastalardan daha büyük bulunmuştur. Ayrıca sol taraflı total İK olan hasta grubunda 500 Hz FMDL eşikleri sağ taraflı total İK olan hasta grubundan daha küçük bulunmuştur. Sağ taraflı total İK olan hasta grubunda, ABR V. dalga amplitüdüleri sol taraflı total İK olan hasta grubuna göre daha büyük, I. dalga latansları ise daha kısa bulunmuştur. Sağ taraflı total işitme kayıplılarda subkortikal düzeydeki inhibitör sürecin sol taraflı total işitme kayıplılara göre daha çok etkilendiği düşünülmüştür. Başka bir deyişle subkortikal reorganizasyonun sağ taraf total işitme kayıplılarda daha zayıf olduğu fikri oluşmaktadır.

Bunlara ek olarak sağ taraflı total İK olan hasta grubunun işitsel yetersizlik düzeyleri sol taraflı total İK olan hasta grubundan daha yüksek bulunmuştur. Bu sonuçlar, sol taraflı total işitme kayıplarında işitsel subkortikal ve kortikal reorganizasyonun daha belirgin olduğu ve sağ işitsel hemisferik bölgenin sol işitsel hemisferik bölgeye göre daha fazla nöroplastisite özelliği gösterdiği fikrini desteklemektedir (113).

Tek taraflı ileri derecede işitme kayıpları, sesin lokalizasyonu, binaural sumasyon, gürültünün baskılanması gibi özellikler olumsuz etkilenerek ağır işitsel ve psikososyal sonuçlar doğurmaktadır (118). Araştırmamızda da uzun süreli tek taraflı total işitme kaybı olan hastaların AİYEA toplam puanı ve tüm alt boyut puanları kontrol grubundan yüksek bulunmuştur. Uzun süreli tek taraflı total İK sonrasında işitsel kortikal reorganizasyon gelişmesine rağmen binaural işitmenin yerinin doldurulamadığı görülmüştür. Bu nedenle tek taraflı total İK olan hastalarda işitsel yetersizliğin giderilmesinde erken müdahalenin önemi bir kez daha görülmüştür.

Tek taraflı işitme kaybı için geçmişte geleneksel tedavi seçenekleri olarak CROS ve BAHA cihazları kullanılmıştır. Ancak bu cihazlar işitsel uyarıyı normal işiten kulağa yönlendirerek başın gölge etkisini telafi etmeye yönelik tasarlanmıştır ve binaural işitmeyi sağlamazlar (119). Örneğin BAHA cihazı, kemik yolu iletimini kullanarak duymayan kulak tarafından gelen sesi duyan kulağın kokleasına iletmeyi sağlamaktadır (120). Ayrıca BAHA, CROS gibi cihazlar ile ileri ve çok ileri derecedeki tek taraflı işitme kayıplarında etkili bir amplifikasyon sağlanamamaktadır (121). Koklear implantlar (Kİ) işitme kayıplı kulakta sesin geri kazanılmasını sağlama açısından diğer yöntemlerden ayrılmaktadır. Bu nedenle binaural işitmenin yerini almak için alternatif bir tedavi yöntemi olarak Kİ önerilmektedir (119).

Son yıllarda tek taraflı total işitme kaybının tedavisinde Kİ yönteminden fayda sağlandığı yönündeki veriler artmaktadır (121). Tek taraflı işitme kaybında Kİ kullanımına dair ilk rapor Van de Heyning ve arkadaşları (122) tarafından binaural işitmeyi sağlamaktan ziyade şiddetli kulak çınlamasını gidermek amacıyla 2008 yılında gerçekleştirilmiştir. Peters ve arkadaşları (123), CROS ve BAHA ile Kİ uygulamasını karşılaştırdıkları çalışmada sadece Kİ grubunda ses lokalizasyonunun iyileştiği ve tinnitusun azaldığını belirlemişlerdir.

Tek taraflı total işitme kayıplı hastalarda Kİ uygulaması yanında frekans ayırt etme eğitimleri gibi destekleyici rehabilitatif yaklaşımlar fayda sağlayabilir. Recanzone ve arkadaşları (62), hayvanlarda frekans ayırt etme ile ilgili tonal uyaranların kullanıldığı davranışsal eğitimlerin, kortikal tonotopik haritalarda frekanslara ayrılan bölümleri genişleterek plastik değişiklikler sağladığını belirlemişlerdir. Menning ve arkadaşları (124) ise insanlarda da işitsel frekans diskriminasyon eğitiminin kortekste plastik değişiklikler sağladığını bildirmişlerdir. Çevresel zenginlik, işitsel korteksin nöronal ayar eğrilerini de keskinleştirmektedir (125). Bu nedenle tek taraflı total işitme kayıplarında Kİ uygulaması yanında, sesin frekansı, temporal özellikleri için düzenlenecek ayırt edici eğitimleri içeren rehabilitatif yaklaşımlardan yararlanılabileceği düşünülmektedir.

Bu araştırma sonucuna göre tek taraflı total İK olan yetişkinlerde; İK tarafına göre işitsel subkortikal ve kortikal reorganizasyon özelliklerinin belirlenmesi nöroplastisiteyi geliştirici işitsel eğitim programlarının geliştirilmesinde bilgi sağlayabilecektir. Ayrıca bu araştırma sonuçları, bilateral işitme kaybı olup Kİ endikasyonu bulunan hastalarda, tek taraflı Kİ uygulanması durumunda hangi kulağın seçileceği konusunda da fikir sağlayabilecektir.

Çalışmanın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Araştırmamızda uygulanan ABR ve İUKP testlerinin ayrıca konuşma uyararı kullanılarak yapılmaması ve frekans ayırt etmenin değerlendirilmesinde FMDL testinin yanında Mismatch Negativity (MMN) ve P300 gibi objektif bir yöntemin kullanılmaması bu sınırlılıklardandır. Ancak test süreleri, değerlendirilen grubun dinamikleri göz önüne alındığında bu testlerin farklı çalışma dizaynları altında uygulanmasının daha faydalı olacağını da düşünmekteyiz.

Tek taraflı total İK olan bireylerde yaptığımız bu çalışmanın birçok güçlü yanı bulunmaktadır. Tek taraflı total İK sonrasında subkortikal reorganizasyon özelliklerinin ABR testi, kortikal reorganizasyon özelliklerinin İUKP testi, fizyolojik plastisitenin işitsel algısal sonuçlarının FMDL testi, işitsel yetersizlik düzeyinin AİYEA ile ve İK tarafına göre incelenmesi kapsamlı bir bakış açısı sağlamıştır. Araştırmaya 18-35 yaş aralığında ve sadece erkek bireyler alınması daha homojen bir grupta inceleme yapılmasına olanak sağlamıştır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırma verilerine göre elde ettiğimiz sonuçlar aşağıdadır;

- 1) Sağ taraflı total İK olan hastaların 0.5 kHz, 4 kHz FMDL eşikleri kontrol grubuna göre yüksek bulundu. Yine sağ taraflı total İK olan hastaların 0.5 kHz FMDL eşikleri sol taraflı total İK olan hastalara göre daha büyük bulundu. Sağ taraflı total İK olan hastaların frekans modülasyon farkı belirleme yetenekleri, kontrol grubuna ve sol taraflı total İK olanlara göre daha kötü bulundu.
- 2) Sağ taraflı total İK olan hastalarda ABR dalga I latansları sol taraflı total İK olan hastalara göre daha kısa bulundu. Sağ taraflı total İK olan hastalarda dalga V amplitüdleri kontrol grubuna ve sol taraflı total İK olan hastalara göre daha büyük bulundu. Sağ taraflı total İK olan hastaların sol kulaklarının ipsilateralinde oluşan inhibisyon kaybının daha fazla olduğu ve subkortikal reorganizasyonun daha zayıf olduğu düşünüldü.
- 3) Sol taraflı total İK olan hastalarda ipsilateral, kontralateral P1N1, N1P2 dalga amplitüdleri sağ taraflı total İK olan hastalara göre daha büyük bulundu.
- 4) Tek taraflı total İK olan hasta grubunun işitsel yetersizlik düzeyi kontrol grubundan daha yüksek bulundu. Sağ taraflı total İK olan hasta grubunun AİYEA toplam puanı ve seslerin lokalizasyonu, seslerin algılanması açısından işitsel yetersizlik düzeyleri sol taraflı total İK olan hasta grubundan daha yüksek bulundu.
- 5) Sol taraflı total İK olan hastalarda işitsel kortikal cevapların sağ taraflı total İK olan hastalardan daha büyük olması ve FMDL eşiklerinin daha küçük olması; sol taraflı total işitme kayıplarında reorganizasyonun daha fazla geliştiği fikrini destekledi. Sağ taraflı total işitme kayıplılarda ABR dalga V amplitüdlерinin ve dalga I latanslarının kısa bulunması; sağ taraflı total işitme kayıplılarda inhibisyon kaybının daha fazla olduğu ve subkortikal reorganizasyonun daha zayıf olduğu fikrini oluşturdu. Ayrıca sol taraflı total İK olan grubun işitsel yetersizlik düzeyleri sağ taraflı total İK olan

hastalardan daha az bulundu.

- 6) Tek taraflı total İK olan hastalarda işitsel kortikal reorganizasyon gelişmesine rağmen binaural işitmenin yerinin dolamayacağı ve bu hastaların rehabilitasyonunda erken müdahalenin önemi görüldü.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar neticesinde önerilerimiz aşağıda sıralanmıştır;

- 1) Tek taraflı total İK sonrasında gelişen işitsel reorganizasyon özellikleri henüz tam olarak netlik kazanmış bir konu değildir. Bu alanda daha fazla araştırma yapılması fayda sağlayabilir.
- 2) Tek taraflı total İK olan hastalarda, İUKP ölçümlerine ek olarak fMRG yöntemi kullanılarak işitsel kortikal reorganizasyon özellikleri incelenebilir.
- 3) Tek taraflı total İK olan hastalarda ABR ölçümlerinin klik ve konuşma uyararı kullanılarak, İUKP ölçümlerinin ise tone burst ve konuşma uyararı kullanılarak yapılması ek bilgilere ulaşılmasını sağlayabilir.
- 4) Tek taraflı total İK sonrasında frekans ayırt etmenin objektif olarak değerlendirilebilmesi için MMN ve P300 gibi yöntemlerin kullanıldığı araştırmalar yürütülebilir.
- 5) Tek taraflı total İK sonrasında işitsel kortikal reorganizasyonun yanında multimodal reorganizasyon özelliklerinin incelenmesi literatüre katkı sağlayabilir. Bu amaçla tek taraflı total İK sonrasında somatasensoriyel, görsel ve bilişsel özellikler incelenebilir.
- 6) Tek taraflı total işitme kayıplarında nöroplastisiteyi geliştirme konusunda frekans ayırt etme eğitim programlarının etkinliği araştırılabilir.

7. KAYNAKLAR

1. Snapp HA, Ausili SA. Hearing with One Ear: Consequences and Treatments for Profound Unilateral Hearing Loss. *J Clin Med.*, 2020, 9(4):1010.
2. Shargorodsky J, Curhan SG, Curhan GC, Eavey R. Change in prevalence of hearing loss in US adolescents. *JAMA - J Am Med Assoc.*, 2010, 304(7):772-778.
3. Noble W, Gatehouse S. Interaural asymmetry of hearing loss, Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale (SSQ) disabilities, and handicap. *Int J Audiol.*, 2004, 43(2):100-114.
4. Hutson KA, Durham D, Imig T, Tucci DL. Consequences of Unilateral Hearing Loss: Cortical Adjustment to Unilateral Deprivation. *Hear Res.*, 2008, 237(1-2):19-31.
5. Maslin MRD, Munro KJ, El-Deredy W. Evidence for multiple mechanisms of cortical plasticity: A study of humans with late-onset profound unilateral deafness. *Clin Neurophysiol.*, 2013, 124(7):1414-1421.
6. Hine J, Thornton R, Davis A, Debener S. Does long-term unilateral deafness change auditory evoked potential asymmetries? *Clin Neurophysiol.*, 2008, 119(3):576-586.
7. Belin P, Zatorre RJ, Lafallie P, Ahad P, Pike B. Voice-selective areas in human auditory cortex. *Nature*, 2000, 403(6767):309-312.
8. Colletti V, Fiorino FG, Carner M, & Rizzi R. Investigation of the long-term effects of unilateral hearing loss in adults. *Br J Audiol.*, 1988, 22(2):113-118.
9. Zamiri Abdollahi F. Consequences of Unilateral Sensory Neural Hearing Loss. *Glob J Otolaryngol.* 2017;12(2):38-41. doi:10.19080/gjo.2017.12.555834
10. Gabriel D, Veuille E, Ragot R, et al. Effect of stimulus frequency and stimulation site on the N1m response of the human auditory cortex. *Hear Res.*, 2004, 197(1-2):55-64.
11. Thai-Van H, Veuille E, Norena A, Guiraud J, Collet L. Plasticity of tonotopic

- maps in humans: Influence of hearing loss, hearing aids and cochlear implants. *Acta Otolaryngol.*, 2010, 130(3):333-337.
12. Hall JW. Overview of Auditory Neurophysiology. Past, Present, and Future. In: Dragin SD (ed). *New Handbook of Auditory Evoked Responses*, 1 st ed. Boston, Pearson Education, 2007:1-33.
 13. Erbek S. İşitsel Uyarılmış Potansiyellere Giriş. İçinde: Belgin E, Şahlı S (editör). *Temel Odyoloji*, 1.Baskı. Ankara, Güneş Kitabevi, 2005:123-133.
 14. Ness DA. Normative data for neurodiagnostic Auditory Brainstem Response testing (ABR), Speech Pathology and Audiology, Doctoral Dissertations, Louisiana: Louisiana Tech University, 2009.
 15. Ponton CW, Vasama JP, Tremblay K, Khosla D, Kwong B, Don M. Plasticity in the adult human central auditory system: evidence from late-onset profound unilateral deafness. *Hear Res.* 2001;154(1-2):32-44.
 16. Tremblay K, Clinard C. Cortical Auditory-Evoked Potentials. In: Katz J (ed). *Handbook of Clinical Audiology*. Seventh ed. United States of America, Wolters Kluwer Health, 2015, 337-355.
 17. Stach BA. The Nature of Hearing. In: Stach BA (ed). *Clinical Audiology An Introduction*, second ed. Canada, Nelson Education, 2010:41-99.
 18. Mujdeci B, Inal O, Turkyilmaz Md, Kose K. Turkish translation, reliability and validity of the amsterdam inventory for auditory disability and handicap. *J Indian Speech Lang Hear Assoc.*, 2016, 30(2):40-46.
 19. Khosla D, Ponton CW, Eggermont JJ, Kwong B, Don M, Vasama JP. Differential ear effects of profound unilateral deafness on the adult human central auditory system. *JARO - J Assoc Res Otolaryngol.*, 2003, 4(2):235-249.
 20. Maslin MRD, Munro KJ, El-Deredy W. Source analysis reveals plasticity in the auditory cortex: Evidence for reduced hemispheric asymmetries following unilateral deafness. *Clin Neurophysiol.*, 2013, 124(2):391-399.

21. Bipin Kishore P. Binaural hearing: Physiological and Clinical View. *Arch Otolaryngol Rhinol.*, 2020, 6(2):33-36.
22. Vila P, Lieu JEC. Asymmetric and Unilateral Hearing Loss in Children. *Cell Tissue Res.*, 2015, 361(1):271-278.
23. Dere H, Müjdecı B. Tek Taraflı İşitme Kayıpları. İçinde: Belgin E, Şahlı S (editör). *Temel Odyoloji*, 1.Baskı. Ankara, Güneş Kitabevi, 2015:323-334.
24. Flynn MC, Sammeth CA, Sadeghi A, Cire G, Halvarsson G. Baha for single-sided sensorineural deafness: Review and recent technological innovations. *Semin Hear.*, 2010, 31(4):326-349.
25. Van De Heyning P, Távora-Vieira D, Mertens G, et al. Towards a Unified Testing Framework for Single-Sided Deafness Studies: A Consensus Paper. *Audiol Neurotol.*, 2017, 21(6):391-398.
26. Ramos Macías A, Borkoski-Barreiro SA, Falcón González JC, Ramos de Miguel A. AHL, SSD and bimodal CI results in children. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis.*, 2016, 133:15-20.
27. Fayad J, De La CA. Etiologies and treatment options for sudden sensorineural hearing loss. *Hear Reviev.* 2003;10(13):20-23.
28. Van Wieringen A, Boudewyns A, Sangen A, Wouters J, Desloovere C. Unilateral congenital hearing loss in children: Challenges and potentials, *Hear Res.*, 2019, 372:29-41.
29. Sano H, Okamoto M, Ohhashi K, Iwasaki S, Ogawa K. Quality of life reported by patients with idiopathic sudden sensorineural hearing loss, *Otol Neurotol.*, 2013, 34(1):36-40.
30. Stachler RJ, Chandrasekhar SS, Archer SM, et al. Clinical practice guideline: Sudden hearing loss, *Otolaryngol - Head Neck Surg.*, 2012, 146:1-35.
31. Gatehouse S, Noble I. The Speech, Spatial and Qualities of Hearing Scale (SSQ), *Int J Audiol.*, 2004, 43(2):85-99.

32. Bess FH, Davis H, Camarata S, Hornsby BWY. Listening-Related Fatigue in Children With Unilateral Hearing Loss, *Lang Speech Hear Serv Sch.*, 2020, 51:84-97.
33. Avan P, Giraudet F, Büki B. Importance of binaural hearing, *Audiol Neurotol.*, 2015, 20(1):3-6.
34. Epstein M, Florentine M. Binaural loudness summation for speech and tones presented via earphones and loudspeakers, *Ear Hear.*, 2009, 30(2):234-237.
35. Gelfand SA. Measurement Principles and the Nature of Hearing. In: Sydor A, ed. *Essentials of Audiology*. Fourth ed. New York, Thieme Medical Publisher, 2016:70-90.
36. Van Wanrooij MM, Van Opstal AJ. Contribution of Head Shadow and Pinna Cues to Chronic Monaural Sound Localization, *J Neurosci.*, 2004, 24(17):4163-4171.
37. Gray L, Kesser B, Cole E. Understanding speech in noise after correction of congenital unilateral aural atresia: Effects of age in the emergence of binaural squelch but not in use of head-shadow, *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.*, 2009, 73(9):1281-1287.
38. Agterberg MJH, Snik AFM, Van de Goor RMG, Hol MKS, Van Opstal AJ. Sound-localization performance of patients with single-sided deafness is not improved when listening with a bone-conduction device, *Hear Res.*, 2019, 372:62-68.
39. Agterberg MJH, Hol MKS, Van Wanrooij MM, et al. Single-sided deafness and directional hearing: contribution of spectral cues and high-frequency hearing loss in the hearing ear, *Front Neurosci.*, 2014, 8(188):1-8.
40. Paulus E. Sound localization cues of binaural hearing, *Laryngorhinootological*, 2003, 82(4):240-248.
41. Grothe B, Pecka M, McAlpine D. Mechanisms of sound localization in mammals, *Physiol Rev.*, 2010, 90(3):983-1012.

42. Kumpik DP, King AJ. A review of the effects of unilateral hearing loss on spatial hearing, *Hear Res.*, 2019, 372:17-28.
43. Rothpletz AM, Wightman FL, Kistler DJ. Informational Masking and Spatial Hearing in Listeners with and without Unilateral Hearing Loss, *J Speech Lang Hear Res.*, 2012, 55(2):511-531.
44. Chermak GD, Lee J. Comparison of children's performance on four tests of temporal resolution, *J Am Acad Audiol.*, 2005, 16(8):554-563.
45. Cañete OM, Purdy SC, Brown CRS, Neeff M, Thorne PR. Impact of unilateral hearing loss on behavioral and evoked potential measures of auditory function in adults, *J Am Acad Audiol.*, 2019, 30(7):564-578.
46. Moore DR. Anatomy and physiology of binaural hearing, *Int J Audiol.*, 1991, 30(3):125-134.
47. Häusler R, Levine RA. Auditory dysfunction in stroke, *Acta Otolaryngol.*, 2000, 120(6):689-703.
48. Borton SA, Mauze E, Lieu JEC. Quality of Life in Children with Unilateral Hearing Loss: A Pilot Study, *Am J Otolaryngol.*, 2010, 19(1):61-72.
49. Wie OB, Pripp AH, Tvette O. Unilateral deafness in adults: Effects on communication and social interaction, *Ann Otol Rhinol Laryngol.*, 2010, 119(11):772-781.
50. Zatorre RJ, Belin P. Spectral and temporal processing in human auditory cortex, *Cereb Cortex.*, 2001, 11(10):946-953.
51. Ocklenburg S, Friedrich P, Fraenz C, et al. Neurite architecture of the planum temporale predicts neurophysiological processing of auditory speech, *Sci Adv.*, 2018, 4(7):1-8.
52. Kimura D. Functional Asymmetry of the Brain in Dichotic Listening, *Cortex*, 1967, 3(2):163-178.
53. Steinmann S, Leicht G, Andreou C, Polomac N, Mulert C. Auditory verbal

hallucinations related to altered long-range synchrony of gamma-band oscillations. *Sci Rep.*, 2017,7(1):2-10

54. Moller AR. Hearing Impairment. In: Moller AR (ed). *Hearing Anatomy, Physiology, and Disorders of the Auditory System*, second ed. United States of America, Elseiver, 2006:205-250.
55. Merabet LB, Pascual-Leone A. Neural reorganization following sensory loss: The opportunity of change, *Nat Rev Neurosci.*, 2010, 11(1):44-52.
56. Sharma A, Glick H, Durkee L. Cortical plasticity and reorganization in hearing loss, 4th symposium on Auditory and Audiological Research. Nyborg, Denmark, Proceedings of Auditory Plasticity – Listening with the Brain, 2014: 179-188.
57. Canete OM. Behavioural and evoked potential measures of auditory processing in adults and children with unilateral hearing loss (UHL), Philosophy in Speech Science, Doctoral thesis, New Zealand: University of Auckland, 2016.
58. McAlpine D, Martin RL, Mossop JE, Moore DR. Response properties of neurons in the inferior colliculus of the monaurally deafened ferret to acoustic stimulation of the intact ear, *J Neurophysiol.*, 1997, 78(2):767-779.
59. Schmithorst VJ, Holland SK, Ret J, Duggins A, Arjmand E, Greinwald J. Cortical Reorganization in Children with Unilateral Sensorineural Hearing Loss. *Neuroreport.*, 2005, 4(16):463-467.
60. Moller AR. Physiology of Auditory Nervous System. In: Moller AR (ed). *Hearing Anatomy, Physiology, and Disorders of the Auditory System*, second ed. United States of America, Elsevier, 2006:93-150.
61. Phillips DP. Central auditory system and central auditory processing disorders: Some conceptual issues, *Semin Hear.*, 2002, 23(4):251-261.
62. Recanzone GH, Schreiner CE, Merzenich MM. Plasticity in the frequency representation of primary auditory cortex following discrimination training in adult owl monkeys, *J Neurosci.*, 1993, 13(1):87-103.

63. Moore BCJ. The Nature of Sound and the Structure and Function of the Auditory System. In: Moore BCJ (ed). *An Introduction to the Psychology of Hearing*, sixth ed. Emerald Group Publishing Limited, 2013:1-55.
64. Moller AR. Physiology of the cochlea. In: Moller AR (ed). *Hearing: Anatomy, Physiology, and Disorders of the Auditory System*, second ed. United States of America, Elsevier, 2006:41-56.
65. Madanoğlu NA. Kohleanın işitme mekanizmasındaki yeri, *Otoskop*, 2003, 2:78-82.
66. Gelfand SA. Anatomy and Physiology of the Auditory System. In: Gelfand SA (ed). *Essentials of Audiology*, Fourth ed. Thieme Medical Publisher, 2016:30-69.
67. Eggermont JJ. Temporal modulation transfer functions for AM and FM stimuli in cat auditory cortex. Effects of carrier type, modulating waveform and intensity, *Hear Res.*, 1994, 74(1-2):51-66.
68. Moore BCJ, Ernst SMA. Frequency difference limens at high frequencies: Evidence for a transition from a temporal to a place code, *Cit J Acoust Soc Am.*, 2012, 132:1542.
69. Neuman AC. Central auditory system plasticity and aural rehabilitation of adults, *J Rehabil Res Dev.*, 2005, 42(4):169-185.
70. Sheft S, Shafiro V, Lorenzi C, McMullen R, Farrell C. Effects of age and hearing loss on the relationship between discrimination of stochastic frequency modulation and speech perception, *Ear Hear.*, 2012, 33(6):709-720.
71. Gabr TA, Kolkaila EA. Frequency discrimination: Frequency modulated difference limen or auditory steady state response?, *J Int Adv Otol.*, 2011, 7(2):185-193.
72. Song JH, Banai K, Russo NM, Kraus N. On the Relationship between Speech- and Nonspeech-Evoked Auditory Brainstem Responses, *Audiol Neurotol.*, 2006, 11:233-241.

73. Martin BA, Tremblay KL, Korczak P. Speech evoked potentials: From the laboratory to the clinic, *Ear Hear.*, 2008, 29(3):285-313.
74. Hall JW. ABR Parameters, Protocols and Procedures. In: S. Dragin (ed). *New Handbook of Auditory Evoked Responses*, first ed. Boston, Pearson Education, 2007:171-211.
75. Fowler CG. Effects of stimulus phase on the normal auditory brainstem response, *J Speech Hear Res.*, 1992, 35(1):167-174.
76. Gonçalves R, Freeman J, Penderis J. The Use of Contralateral Masking Noise in the Detection of Unilateral Deafness in Dalmatian Puppies, *J Vet Intern Med.*, 2008, 22:234-237.
77. Hall JW. ABR Analysis and Interpretation. In: Dragin SD (ed). *New Handbook of Auditory Evoked Responses*, First ed. Boston, Pearson Education, 2007:212-257.
78. Musiek F, Gonzalez J, Baran J. Auditory Brainstem Response: Differential Diagnosis. In: Katz Jack (ed). *Handbook of Clinical Audiology*, seventh ed. New York, Wolters Kluwer Health, 2005:231-249.
79. Alain C, Tremblay K. The role of event-related brain potentials in assessing central auditory processing, *J Am Acad Audiol.*, 2007, 18(7):592-608.
80. Chang M, Iizuka H, Naruse Y, Ando H, Maeda T. Unconscious learning of auditory discrimination using mismatch negativity (MMN) neurofeedback, *Sci Rep.*, 2014, 4:1-5.
81. Ponton C, Eggermont JJ, Khosla D, Kwong B, Don M. Maturation of human central auditory system activity: Separating auditory evoked potentials by dipole source modeling, *Clin Neurophysiol.*, 2002, 113(3):407-420.
82. Hall JW. Anatomy and Physiology Principles of Auditory Evoked Response. In: S.Dragin (ed). *New Handbook of Auditory Evoked Responses*, first ed. Boston, Pearson Education, 2007:35-57.

83. Hall JW. Auditory Late Responses (ALRs). In: Dragin SD (ed). *New Handbook of Auditory Evoked Responses*, First ed. Boston, Pearson Education, 2007:488-517.
84. Ross B, Tremblay K. Stimulus experience modifies auditory neuromagnetic responses in young and older listeners, *Hear Res.*, 2009, 248(1-2):48-59.
85. Bentler RA, Kramer SE. Guidelines for choosing a self-report outcome measure, *Ear Hear.*, 2000, 21(4):37-49.
86. Laugen Heggdal PO, Nordvik Ø, Brännström J, Vassbotn F, Aarstad AK, Aarstad HJ. Clinical application and psychometric properties of a norwegian questionnaire for the self-assessment of communication in quiet and adverse conditions using two revised APHAB subscales, *J Am Acad Audiol.*, 2018, 29(1):25-34.
87. Kramer SE, Kapteyn TS, Festen JM, Kramer SE. The self-reported handicapping effect of hearing disabilities, *Int J Audiol.*, 1998, 37(5):302-312.
88. Selekler K, Cangöz B, Uluç S. Montreal bilişsel değerlendirme ölçeği (MOBİD) nin hafif bilişsel bozukluk ve alzheimer hastalarını ayırt edebilme gücünün incelenmesi, *Türk Geriatri Dergisi*, 2010, 13(3):166-171.
89. Nalçacı E, Kalaycıoğlu C, Güneş E, Çiçek M. El Tercihi Anketinin Geçerlik ve Güvenilirliği, *Türk Psikiyatr Derg.*, 2002, 13(2):99-106.
90. Martin FN, Clark JG. Nonorganic Hearing Loss. In: Katz J (ed). *Handbook of Clinical Audiology*, seventh ed. New York, Wolters Kluwer Health, 2015:617-622.
91. Fuente A, McPherson B, Kramer SE, Hormazabal X, Hickson L. Adaptation of the Amsterdam inventory for auditory disability and handicap into Spanish, *Disabil Rehabil.*, 2012, 34(24):2076-2084.
92. Alpar R. *Spor, Sağlık ve Eğitim Bilimlerinde Örneklerle Uygulamalı İstatistik ve Geçerlik-Güvenirlilik*, 6. Baskı. Ankara, Detay Yayıncılık, 2020: 147

93. Hanss J, Veuillet E, Adjout K, Besle J, Collet L, Thai-Van H. The effect of long-term unilateral deafness on the activation pattern in the auditory cortices of French-native speakers: Influence of deafness side, *BMC Neurosci.*, 2009, 10:1-11.
94. Bianchi F, Hjortkjær J, Santurette S, Zatorre RJ, Siebner HR, Dau T. Subcortical and cortical correlates of pitch discrimination: Evidence for two levels of neuroplasticity in musicians, *Neuroimage*, 2017, 163:398-412.
95. Thai-Van H, Micheyl C, Moore BCJ, Collet L. Enhanced frequency discrimination near the hearing loss cut-off: A consequence of central auditory plasticity induced by cochlear damage?, *Brain*, 2003, 126(10):2235-2245.
96. Mishra SK, Dey R, Davessar JL. Temporal Resolution of the Normal Ear in Listeners with Unilateral Hearing Impairment, *JARO - J Assoc Res Otolaryngol.*, 2015, 16(6):773-782.
97. Eggermont JJ. Neural responses in primary auditory cortex mimic psychophysical, across-frequency-channel, gap-detection thresholds, *J Neurophysiol.*, 2000, 84(3):1453-1463.
98. Mishra SK, Dey R. Unilateral auditory deprivation in humans: Effects on frequency discrimination and auditory memory span in the normal ear, *Hear Res.*, 2021, 405:1-7.
99. Zhang G-Y, Yang M, Liu B, et al. Changes of the directional brain networks related with brain plasticity in patients with long-term unilateral sensorineural hearing loss, *Neuroscience*, 2016, 313: 149-161.
100. Fu Z, Wu X, Chen J. Using frequency-following responses (FFRs) to evaluate the auditory function of frequency-modulation (FM) discrimination, *Applied Informatics*, 2017, 4(10):1-11
101. Maslin MRD, Taylor M, Plack CJ, Munro KJ. Enhanced intensity discrimination in the intact ear of adults with unilateral deafness, *J Acoust Soc Am.*, 2015, 137(6):408-414.

102. Kwak MY, Kim DH, Oh HS, An Y-H, Won JH, Shim HJ. The effect of long-term unilateral deafness on auditory performance, *Korean J Otorhinolaryngol Neck Surg.*, 2020, 63(12):570-578.
103. Langers DRM, Van Dijk P, Backes WH. Lateralization, connectivity and plasticity in the human central auditory system, *Neuroimage*, 2005, 28(2):490-499.
104. Kral A. Unimodal and cross-modal plasticity in the “deaf” auditory cortex, *Int J Audiol.*, 2007, 46(9):479-493.
105. Vannson N, Strelnikov K, James CJ, Deguine O, Barone P, Marx M. Evidence of a functional reorganization in the auditory dorsal stream following unilateral hearing loss, *Neuropsychologia*, 2020, 149:1-13
106. Vale C, Juárez JM, Moore DR, Sanes DH. Unilateral cochlear ablation produces greater loss of inhibition in the contralateral inferior colliculus, *European Journal of Neuroscience*, 2004, 20(8):2133-2140.
107. Lee MY, Kim DH, Park S-K, et al. Disappearance of contralateral dominant neural activity of auditory cortex after single-sided deafness in adult rats, *Neurosci Lett.*, 2017, 657:171-178.
108. Mossop JE, Wilson MJ, Caspary DM, Moore DR. Down-regulation of inhibition following unilateral deafening, *Hear Res*, 2000, 147(1-2):183-187.
109. Plonek M, Nicpoń J, Kubiak K, Wrzosek M. A comparison of the brainstem auditory evoked response in healthy ears of unilaterally deaf dogs and bilaterally hearing dogs, *Vet Res Commun.*, 2017, 41(1):23-31.
110. Maslin MRD, Lloyd SK, Rutherford S, et al. Rapid Increase in Neural Conduction Time in the Adult Human Auditory Brainstem Following Sudden Unilateral Deafness, *JARO - J Assoc Res Otolaryngol.*, 2015, 16(5):631-640.
111. Musser KE. Effect of unilateral hearing loss on the speech- evoked auditory brainstem response in the presence of noise, Program in Audiology and Communication Science, Doctoral thesis, Washington: Washington University School of Medicine, 2011.

112. Vasama JP, Marttila T, Lahin T, Mäkelä JP. Auditory pathway function after vestibular schwannoma surgery, *Acta Otolaryngol.*, 2001, 121(3):378-383.
113. Burton H, Firszt JB, Holden T, Agato A, Uchanski RM. Activation lateralization in human core, belt, and parabelt auditory fields with unilateral deafness compared to normal hearing, *Brain Res.*, 2012, 15(1454):33-47.
114. Han JH, Lee J, Lee H-J. Ear-Specific Hemispheric Asymmetry in Unilateral Deafness Revealed by Auditory Cortical Activity, *Front Neurosci.*, 2021, 15(7):1-17.
115. Augustine AM, Chrysolyte SB, Thenmozhi K, Rupa V. Assessment of Auditory and Psychosocial Handicap Associated with Unilateral Hearing Loss Among Indian Patients, *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg*, 2013, 65(2):120-125.
116. Hartvig Jensen J, Borre S, Johansen P. Unilateral sensorineural hearing loss in children: cognitive abilities with respect to right/left ear differences, *Br J Audiol.*, 1989, 23(3):215-220.
117. Jensen DR, Grames LM, Lieu JEC. Effects of aural atresia on speech development and learning: Retrospective analysis from a multidisciplinary craniofacial clinic, *JAMA Otolaryngol - Head Neck Surg.*, 2013, 139(8):797-802.
118. Sullivan CB, Al-Qurayshi Z, Zhu V, et al. Long-term Audiologic Outcomes After Cochlear Implantation for Single-Sided Deafness HHS Public Access, *Laryngoscope*, 2020, 130(7):1805-1811.
119. Sladen DP, Carlson M, Olund A, DeJong M. Early outcomes after cochlear implantation for adults and children with unilateral hearing loss, *Laryngoscope*, 2017, 127(7):1683-1688.
120. Hagr A. BAHA-Bone-Anchored Hearing Aid, *Int J Health Sci (Qassim).*, 2007, 1(2):265-276.
121. Jakob TF, Speck I, Rauch A-K, et al. Bone-anchored hearing system, contralateral routing of signals hearing aid or cochlear implant: what is best

- in single-sided deafness?, *Eur Arch Oto-Rhino-Laryngology.*, 2022, 279(3):149-158.
122. Van de Heyning P, Vermeire K, Diebl M, Nopp P, Anderson I, De Ridder D. Incapacitating unilateral tinnitus in single-sided deafness treated by cochlear implantation, *Ann Otol Rhinol Laryngol.*, 2008, 117(9):645-652.
123. Peters JPM, van Heteren JAA, Wendrich AW, et al. Short-term outcomes of cochlear implantation for single-sided deafness compared to bone conduction devices and contralateral routing of sound hearing aids-Results of a Randomised controlled trial (CINGLE-trial). *PLoS One.* 2021;16(10):1-25.
124. Menning H, Roberts LE, Pantev C. Plastic changes in the auditory cortex induced by intensive frequency discrimination training, *Neuroreport*, 2000, 11(4):817-822.
125. Engineer ND, Percaccio CR, Pandya PK, Moucha R, Rathbun DL, Kilgard MP. Environmental enrichment improves response strength, threshold, selectivity, and latency of auditory cortex neurons, *J Neurophysiol.*, 2004, 92(1):73-82.

Ek-2. Bilgilendirilmiş Onam Formu

BİLGİLENDİRİLMİŞ ONAM FORMU

LÜTFEN BU DÖKÜMANI DİKKATLİCE OKUMAK İÇİN ZAMAN AYIRINIZ

Sizi Seval Ceylan tarafından yürütülen "Tek Taraflı Total İşitme Kayıplı Yetişkinlerde İşitme Kaybı Tarafına Göre Frekans Modülasyon Tespiti, İşitsel Beyinsapı Cevapları ve Kortikal Uyarılmış Potansiyeller" başlıklı **araştırmaya** davet ediyoruz. Bu araştırmaya katılıp katılmama kararını vermeden önce, araştırmanın neden ve nasıl yapılacağını bilmeniz gerekmektedir. Bu nedenle bu formun okunup anlaşılması büyük önem taşımaktadır. Eğer anlayamadığınız ve sizin için açık olmayan şeyler varsa, ya da daha fazla bilgi isterseniz bize sorunuz.

Bu çalışmaya katılmak tamamen **gönüllülük** esasına dayanmaktadır. Çalışmaya **katılmama** veya katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmadan **çıkma** hakkına sahipsiniz. **Çalışmayı yanıtlamanız, araştırmaya katılım için onam verdiğiniz** biçiminde yorumlanacaktır. Size verilen **formlardaki** soruları yanıtlarken kimsenin baskısı veya telkini altında olmayın. Bu formlardan elde edilecek bilgiler tamamen araştırma amacı ile kullanılacaktır.

1. Araştırmayla İlgili Bilgiler:

- a. Araştırmanın Amacı: Uzun süreli tek taraflı total işitme kaybı olan yetişkinlerde frekans değişimini ayırt etme, işitsel beyinsapı cevapları, işitsel uyarılmış geç cevapların işitme kaybı tarafına göre farklılık gösterip göstermediğini belirlemek amaçlanmıştır.
- b. Araştırmanın İçeriği: Tek kulağı total işitme kayıplı iken diğer kulağı normal işiten bireyler hasta grubu olarak ve her iki kulağı da normal işiten bireyler kontrol grubu olarak araştırmaya alınacaktır. Sağ kulağı total işitme kayıplı (sol kulağı normal işiten) 14 hasta, sol kulağı total işitme kayıplı (sağ kulağı normal işiten) 12 hasta araştırmaya alınacaktır. Her iki kulağı normal işiten (İşitme testi her frekans için ≤ 20 dB HL) 20 kişi ise kontrol grubu olarak araştırmaya alınacaktır. Katılımcıların hepsine işitme testi, Frekans Değişimini Ayırt Etme Eşiği (FMDL) testi, İşitsel Beyinsapı Cevapları (ABR) testi ve İşitsel Uyarılmış Geç Cevaplar (ALR) testi uygulanacaktır. Sağ taraflı total işitme kaybı olan hastalar ile sol taraflı total işitme kaybı olan hastalar arasında frekans değişimini tespit etme düzeyleri, işitsel beyinsapı cevapları ve işitsel uyarılmış geç cevaplar karşılaştırılacaktır. Hastalarda elde edilen Amsterdam İşitsel Yetersizlik ve Engellilik anket sonuçları işitme kayıplı kulak tarafına göre karşılaştırılacaktır.
- c. Araştırmanın Nedeni: ☐ Bilimsel araştırma ☒ Tez çalışması
- d. Araştırmanın Öngörülen Süresi: 1 yıl
- e. Araştırmaya Katılması Beklenen Katılımcı/Gönüllü Sayısı: Sağ kulağı total işitme kayıplı (sol kulağı normal işiten) 14 hasta, sol kulağı total işitme kayıplı (sağ kulağı normal işiten) 12 hasta araştırmaya katılacaktır. Her iki kulağı normal işiten 20 kişi ise kontrol grubu olarak araştırmaya alınacaktır.

- f. Araştırmanın Yapılacağı Yer(ler): İzmir Katip Çelebi Üniversitesi
Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesi Hatay Hizmet Binası
Odyoloji Laboratuvarı

2. Çalışmaya Katılım Onayı:

Yukarıda yer alan ve araştırmadan önce katılımcıya/gönüllüye verilmesi gereken bilgileri okudum ve katılmam istenen çalışmanın kapsamını ve amacını, gönüllü olarak üzerime düşen sorumlulukları tamamen anladım. **Çalışma hakkında yazılı ve sözlü açıklama aşağıda adı belirtilen araştırmacı tarafından yapıldı, soru sorma ve tartışma imkanı buldum ve tatmin edici yanıtlar aldım. Bana, çalışmanın muhtemel riskleri ve faydaları sözlü olarak da anlatıldı.** Bu çalışmayı istediğim zaman ve herhangi bir neden belirtmek zorunda kalmadan bırakabileceğimi ve bıraktığım takdirde herhangi bir olumsuzluk ile karşılaşmayacağımı anladım.

Bu koşullarda söz konusu araştırmaya kendi isteğimle, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın katılmayı kabul ediyorum.

Katılımcının (Kendi el yazısı ile)

Adı-Soyadı:.....

İmzası:

(Varsa) Velayet veya Vesayet Altında Bulunanlar İçin;

Veli veya Vasisinin (kendi el yazısı ile)

Adı-Soyadı:.....

İmzası

Araştırmacının

Adı-Soyadı:.....

İmzası:

Ek-3. Montreal Bilişsel Değerlendirme Ölçeği

MONTREAL BİLİŞSEL DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ

GÖRSEL MEKANSAL / YÖNETİCİ İŞLEVLER		SAAT çizme (On biri on geçe) (3 puan)		PUAN																								
Küp Kopyalama				Çevresi [] Rakamlar [] Kollar [] ___/5																								
ADLANDIRMA																												
[] [] [] ___/3																												
BELLEK		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>BURUN</th> <th>KADİFE</th> <th>CAMI</th> <th>PAPATYA</th> <th>MOR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.deneme</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2.deneme</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				BURUN	KADİFE	CAMI	PAPATYA	MOR	1.deneme						2.deneme											
	BURUN	KADİFE	CAMI	PAPATYA	MOR																							
1.deneme																												
2.deneme																												
DİKKAT		Sayı listesini okuyun (1 sayı / san.) Hasta sayıları baştan sona doğru saymalı [] 2 1 8 5 4 Hasta sayıları sondan başa doğru saymalı [] 7 4 2 ___/2																										
HARF		Harf listesini hastaya okuyun. Hastaya her A harfi okunduğunda masaya eli ile vurmasını söyleyin. İki veya daha fazla hata var ise puan vermeyin. [] FBACMNAAJKLBAFAKDEAAAAJAMOFAB ___/1																										
100 den başlayarak yediler çıkarma		[] 93 [] 86 [] 79 [] 72 [] 65 4 veya 5 doğru çıkarma: 3 puan, 2 veya 3 doğru çıkarma: 3 puan, 1 doğru: 1 puan, 0 doğru 0 puan. ___/3																										
LİSAN		Tekrar ettirin: Tek bildiğim bugün yardıma ihtiyacı olan kişinin Ahmet olduğudur. [] Köpekler odadayken kedi hep kanapenin altında saklanırdı. [] ___/2																										
Akıcılık / 1 dakikada K harfi ile başlayan maksimum sayıda kelime saydırın.		[] N ≥ 11 kelime ___/1																										
SOYUT DÜŞÜNME		Benzerlik, Öm, muz-portakal = meyve. [] tren • bisiklet [] saat • cetvel ___/2																										
GEÇİKMELİ HATIRLAMA		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>BURUN</th> <th>KADİFE</th> <th>CAMI</th> <th>PAPATYA</th> <th>MOR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Kalimatları İPUCU OLMADAN hatırlama</td> <td>[]</td> <td>[]</td> <td>[]</td> <td>[]</td> <td>[]</td> </tr> <tr> <td>Kategori ipucu</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Çoklu seçmeli ipucu</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> Sadece İPUCUSUZ hatırlanan kelimeler için puan verin ___/5				BURUN	KADİFE	CAMI	PAPATYA	MOR	Kalimatları İPUCU OLMADAN hatırlama	[]	[]	[]	[]	[]	Kategori ipucu						Çoklu seçmeli ipucu					
	BURUN	KADİFE	CAMI	PAPATYA	MOR																							
Kalimatları İPUCU OLMADAN hatırlama	[]	[]	[]	[]	[]																							
Kategori ipucu																												
Çoklu seçmeli ipucu																												
YÖNELİM		[] Gün [] Ay [] Yıl [] Gün adı [] Yer [] Şehir ___/6																										
© Z.Nasreddine MD Version November 7, 2004		Normaliz 26 / 30		TOPLAM ___/30 ≤ 12 yıl eğitim ise 1 puan ekleyin																								

Ek-4. El Tercih Anketi

AÜTF

FİZYOLOJİ ABD

EL TERCİHİ BELİRLEME FORMU

Aşağıda belirtilen işleri yaparken öncelikle tercih ettiğiniz elinizi işaretleyiniz. İki elinizden herhangi birini öncelikle tercih etmiyorsanız “Her ikisini de” yanıtını işaretleyiniz.

El Tercih

SOL

SAĞ

HER İKİSİNİDE

Yazı yazarken

Çizerken

Bir şey fırlatırken

Çekiç kullanırken (çekici tutan el)

Diş fırçalarken

Silgi ile silerken

Makas kullanırken

Kibrit çakarken

Bir teneke boya karıştırırken

Kaşık kullanırken

Tornavida kullanırken

Kavanoz kapağı açarken (kapağı açan el)

Bıçak kullanırken (çatalsız)

Toplam Puan:

Ek-5. Amsterdam İşitsel Yetersizlik ve Engellilik Anketi

Amsterdam İşitsel Yetersizlik ve Engellilik Anketi

1. Kalabalık bir dükkanda satış elemanını anlayabilir misiniz?

*Neredeyse hiçbir zaman *Bazen *Sık sık *Neredeyse her zaman

2. Sessiz bir odada birisi ile konuşmanızı sürdürebilir misiniz?

*Neredeyse hiçbir zaman *Bazen *Sık sık *Neredeyse her zaman

3. Dışarıdayken bir arabanın hangi yönden yaklaştığını söyleyebilir misiniz?

*Neredeyse hiçbir zaman *Bazen *Sık sık *Neredeyse her zaman

4. Geçen arabaları duyabilir misiniz?

*Neredeyse hiçbir zaman *Bazen *Sık sık *Neredeyse her zaman

5. Aile üyelerini seslerinden tanır mısınız?

*Neredeyse hiçbir zaman *Bazen *Sık sık *Neredeyse her zaman

6. Müzik veya şarkılardaki melodileri tanıyabilir misiniz?

*Neredeyse hiçbir zaman *Bazen *Sık sık *Neredeyse her zaman

7. Kalabalık bir toplantı sırasında birisi ile karşılıklı konuşmayı sürdürebilir misiniz?

*Neredeyse hiçbir zaman *Bazen *Sık sık *Neredeyse her zaman

8. Sessiz bir odada telefon görüşmesini sürdürebilir misiniz?

*Neredeyse hiçbir zaman *Bazen *Sık sık *Neredeyse her zaman

9. Bir toplantı sırasında soru soran birisinin, soruyu toplantı odasının hangi köşesinden sorduğunu duyabilir misiniz?

*Neredeyse hiçbir zaman *Bazen *Sık sık *Neredeyse her zaman

10. Arkanızdan yaklaşan birisini duyabilir misiniz?

*Neredeyse hiçbir zaman *Bazen *Sık sık *Neredeyse her zaman

11. Televizyondaki bir sunucuyu sesinden tanır mısınız?

*Neredeyse hiçbir zaman *Bazen *Sık sık *Neredeyse her zaman

12. Söylenen bir şarkıdaki sözleri anlayabilir misiniz?

*Neredeyse hiçbir zaman *Bazen *Sık sık *Neredeyse her zaman

13. Otobüste veya arabada birisi ile karşılıklı konuşmanızı rahatlıkla sürdürebilir misiniz?

*Neredeyse hiçbir zaman *Bazen *Sık sık *Neredeyse her zaman

Ek-5. Amsterdam İşitsel Yetersizlik ve Engellilik Anketi (devamı)

14. Radyodaki haber sunucusunu anlayabilir misiniz?

*Neredeyse hiçbir zaman *Bazen *Sık sık *Neredeyse her zaman

15. Sokakta birisi size seslendiğinde hemen doğru yöne bakar mısınız?

*Neredeyse hiçbir zaman *Bazen *Sık sık *Neredeyse her zaman

16. Evinizdeki akan su, elektrik süpürgesi veya çamaşır makinesi gibi sesleri duyabilir misiniz?

*Neredeyse hiçbir zaman *Bazen *Sık sık *Neredeyse her zaman

17. Araba ve otobüs sesi arasındaki farkı ayırt edebilir misiniz?

*Neredeyse hiçbir zaman *Bazen *Sık sık *Neredeyse her zaman

18. Çevrenizdeki diğer kişiler sesin yüksekliğinden şikayet etmezken, müziğin sesinin sizin için fazla yüksek olduğunu hisseder misiniz?

*Neredeyse hiçbir zaman *Bazen *Sık sık *Neredeyse her zaman

19. Akşam yemeği sırasında birkaç kişi arasındaki konuşmayı takip edebilir misiniz?

*Neredeyse hiçbir zaman *Bazen *Sık sık *Neredeyse her zaman

20. Televizyonda haberleri sunan sunucuyu anlayabilir misiniz?

*Neredeyse hiçbir zaman *Bazen *Sık sık *Neredeyse her zaman

21. Sessiz bir evde sizinle konuşan birisinin odanın hangi köşesinden konuştuğunu duyabilir misiniz?

*Neredeyse hiçbir zaman *Bazen *Sık sık *Neredeyse her zaman

22. Evdeyken kapı zilini duyabilir misiniz?

*Neredeyse hiçbir zaman *Bazen *Sık sık *Neredeyse her zaman

23. Erkek ve kadın seslerini ayırt edebilir misiniz?

*Neredeyse hiçbir zaman *Bazen *Sık sık *Neredeyse her zaman

24. Müzik veya şarkılardaki ritmi duyabilir misiniz?

*Neredeyse hiçbir zaman *Bazen *Sık sık *Neredeyse her zaman

25. Kalabalık bir sokakta birisi ile karşılıklı konuşmayı sürdürebilir misiniz?

*Neredeyse hiçbir zaman *Bazen *Sık sık *Neredeyse her zaman

26. İnsanların sesindeki vurgu ve tonlamaları ayırt edebilir misiniz?

*Neredeyse hiçbir zaman *Bazen *Sık sık *Neredeyse her zaman

27. Bir arabanın korna sesinin hangi yönden geldiğini duyar mısınız?

*Neredeyse hiçbir zaman *Bazen *Sık sık *Neredeyse her zaman

Ek-5. Amsterdam İşitsel Yetersizlik ve Engellilik Anketi (devamı)

28. Dışarıda öten kuşları duyar mısınız?

*Neredeyse hiçbir zaman *Bazen *Sık sık *Neredeyse her zaman

29. Farklı müzik aletlerinin seslerini birbirinden ayırt edebilir ve tanır mısınız?

*Neredeyse hiçbir zaman *Bazen *Sık sık *Neredeyse her zaman

30. Müzik veya şarkıları dinlerken müziğin bölümlerini kaçırmaz mısınız?

*Neredeyse hiçbir zaman *Bazen *Sık sık *Neredeyse her zaman

