

**T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KULAK BURUN VE BOĞAZ HASTALIKLARI
ANABİLİM DALI**

**MİKST TİP İŞİTME KAYIPLI YETİŞKİNLERDE
SAF SES ODYOMETRİ EŞİKLERİ İLE
KLİK VE TONAL İŞİTSEL
BEYİNSAPI CEVAP ODYOMETRİ EŞİKLERİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Ömer Faruk BİRKENT

Elazığ - 2012

ONAY SAYFASI

Doç. Dr. Oktay BURMA

Sağlık Bilimleri Enstitüsü M¼d¼rt¼

Bu tez Y¼ksek Lisans Tezi standartlarına uygun bulunmuştur.



Prof. Dr. Şinasi YALÇIN

Kulak Burun ve Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı Başkanı

Tez tarafımızdan okunmuş, kapsam ve kalite yönünden Y¼ksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Turgut KARLIDAğ

Doç. Dr. Figen BAŞAR



Danışmanlar

Y¼ksek lisans Sınavı J¼ri Üyeleri

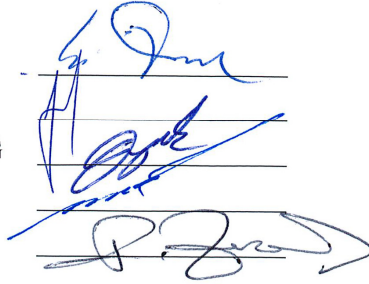
Prof. Dr. Şinasi YALÇIN

Prof. Dr. İrfan KAYGUSUZ

Prof. Dr. Turgut KARLIDAğ

Doç. Dr. Erol KELEŞ

Doç. Dr. Figen BAŞAR



TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasının her aşamasında ve Odyoloji eğitimim boyunca sahip olduğu bilgi ve deneyimlerini benden esirgemeyen değerli danışman hocalarım Sn. Prof. Dr. Turgut KARLIDAĞ ve Sn. Doç. Dr. Figen BAŞAR'a,

Yüksek öğrenimim süresince bana göstermiş oldukları ilgi ve yardımlarından dolayı Sn. Prof. Dr. Şinasi YALÇIN'a, Sn. Prof. Dr. İrfan KAYGUSUZ'a, Sn. Doç. Dr. Erol KELEŞ'e, Sn. Doç. Dr. Hayrettin Cengiz ALPAY'a,

Fırat Üniversitesi Odyoloji ünitesinde çalışan asistan, öğrenci ve odyometri teknikeri arkadaşlarıma,

Ve eğitim hayatım boyunca sürekli yanımda olan, maddi ve manevi desteklerini bir an olsun esirgemeyen aileme en içten duygularıyla teşekkür ederim.

Ömer Faruk BİRKENT

Elazığ-2012

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No:</u>
BAŞLIK SAYFASI	i
ONAY SAYFASI	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
TABLO LİSTESİ	vi
ŞEKİL LİSTESİ	vii
KISALTMALAR LİSTESİ	viii
1. ÖZET	1
2. ABSTRACT	2
3. GİRİŞ	3
3.1. İnsan Kulağı Anatomisi	4
3.1.1. Dış Kulak Anatomisi	4
3.1.2. Orta Kulak Anatomisi	6
3.1.3. İç Kulak Anatomisi	7
3.1.4. Santral İşitsel Yollar	9
3.2. İşitme Fizyolojisi	9
3.2.1. Ses Dalgası ve Özellikleri	9
3.2.2. Dış Kulak Fizyolojisi	10
3.2.3. Orta Kulak Fizyolojisi	10
3.2.4. İç Kulak Fizyolojisi	11
3.3. İşitme Kayıpları	13
3.3.1. Tanım	13
3.3.2. İşitme Kayıplarının Sınıflandırılması	14
3.3.2.1. İletim Tipi İşitme Kaybı	14
3.3.2.2. Sensörinöral Tip İşitme Kaybı	15
3.3.2.3. Mikst Tip İşitme Kaybı	15
3.3.2.4. Santral İşitme Kaybı	17

3.3.2.5. Fonksiyonel İşitme Kaybı	17
3.3.3. İşime Kayıplarının Derecelendirilmesi	17
3.4. İşitmenin Değerlendirilmesi	18
3.4.1. İmmitansmetrik Ölçümler	18
3.4.1.1. Timpanometri	19
3.4.1.2. Stapes Refleks Ölçümleri	19
3.4.2. Odyometre	20
3.4.2.1. Saf Ses Odyometrisi	20
3.4.2.2. Konuşma Odyometrisi	20
3.4.3. Otoakustik Emisyonlar	21
3.4.4. İşitsel Uyarılmış Beyinsapı Cevapları	22
3.4.4.1. Klik Uyarılmış Beyinsapı Cevapları	23
3.4.4.2. Tonal Uyarılmış Beyinsapı Cevapları	24
3.5. İşitsel Beyinsapı Cevaplarını Etkileyen Etkenler	25
3.5.1. Kişiyeye Bağlı Etkenler	25
3.5.2. Uyarana Bağlı Etkenler	27
3.5.3. Kullanılan Parametrelerle İlgili Etkenler	29
4. GEREÇ VE YÖNTEM	31
4.1. Bireyler	31
4.2. Bireylerin Araştırmaya Alınma Kriterleri	31
4.3. Odyolojik Değerlendirmeler	32
4.3.1. Akustik İmmitansmetri	33
4.3.2. Saf Ses ve Konuşma Odyometresi	33
4.3.3. İşitsel Beyinsapı Cevap Odyometresi	33
4.4. İstatistiksel Değerlendirme	34
5. BULGULAR	35
6. TARTIŞMA	42
7. KAYNAKLAR	49
8. EKLER	55
9. ÖZGEÇMİŞ	60

TABLO LİSTESİ

Sayfa No:

Tablo 1. İşitme kaybı derecesinin sınıflandırılması	18
Tablo 2. Kontrol ve çalışma grubundaki bireylerin demografik verileri	35
Tablo 3. Kontrol ve çalışma grubundaki bireylerin işitme dereceleri ve ortalamaları	35
Tablo 4. Kontrol ve çalışma gruplarında klik ve tone-burst uyaran kullanılarak elde edilen işitsel beyinsapı cevaplarının I, III ve V. dalga latansları ve bunların interpike latansları	36
Tablo 5. Çalışma grubunda hava ve kemik yolu saf ses işitme eşiği ortalamaları ile klik ve tone-burst uyaran kullanılarak ABR’de elde edilen V. dalga latanslarının karşılaştırılması	38
Tablo 6. Çalışma grubunda saf ses işitme eşiği hava-kemik aralığı ile klik ve tone-burst ABR dalga latansları arasındaki ilişki	40

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No:

Şekil 1. İnsan kulağının genel anatomik yapısı	5
Şekil 2. Orta kulak anatomisi	6
Şekil 3. İç kulak anatomisi	7
Şekil 4. Koklea ve korti organı anatomileri	8
Şekil 5. Sesin orta kulaktan iç kulağa iletimi ve kokleada ilerleyen dalga (travelling wave) oluşumu	12
Şekil 6. Santral işitsel yollar	13

KISALTMALAR LİSTESİ

ABR	: İşitsel beyinsapı cevapları (Auditory Brainstem Response)
DKY	: Dış kulak yolu
ms	: Milisaniye
sn	: Saniye
mm	: Milimetre
Hz	: Hertz
kHz	: Kilo hertz
dB	: Desibel
dB HL	: Desibel işitme düzeyi (Hearing Level)
dB nHL	: Desibel normal işitme düzeyi (Hearing Level)
İTİK	: İletim tipi işitme kaybı
SNİK	: Sensörinöral tip işitme kaybı
KOM	: Kronik otitis media
OAE	: Otoakustik emisyon (Otoacoustic Emission)
DPOAE	: Distorsiyon ürünü otoakustik emisyon (Distortion Product Otoacoustic Emission)
TEOAE	: Transient otoakustik emisyon (Transient Evoked Otoacoustic Emission)
Gap	: Hava-kemik aralığı
Ort.	: Ortalama
SD	: Standart sapma (Standard Deviation)

1. ÖZET

İşitsel beyinsapı cevapları (ABR) günümüzde odyolojik ve nörootolojik tanıda önemli bir yere sahiptir. Klinikte en çok işitme eşiğinin belirlenmesinde ve retrokoklear patolojilerin ayırıcı tanısında kullanılmaktadır. Bu çalışmada normal işiten ve mikst tip işitme kayıplı erişkinlerde ABR latans süreleri karşılaştırılarak mikst tip işitme kayıplı erişkinlerde hava-kemik aralığının tahmin edilmesi amaçlanmıştır.

Çalışmaya 19-55 yaş arası normal işitmeye sahip sağlıklı 30 gönüllü bireye ait 30 kulak (Kontrol grubu) ve 19-55 yaş arası mikst tip işitme kaybı olan 30 bireye ait 30 kulak (Çalışma grubu) alındı. Bütün bireylere ABR ölçümleri öncesinde saf ses odyometri, konuşma odyometrisi, akustik immitansmetri ve transient uyarılmış otoakustik emisyon testleri uygulandı. ABR’de I, III ve V. dalganın mutlak latansları ve bunların interpik latansları değerlendirildi.

Mikst tip işitme kayıplı erişkinlerde klik ve tone-burst uyaran kullanılarak kaydedilen ABR latans sürelerinin, normal işiten erişkinlerden daha uzun olduğu görüldü ($p<0.05$). Ayrıca mikst tip işitme kayıplı erişkinlerde saf ses işitme eşiklerindeki hava-kemik aralığı ile ABR’de kaydedilen V. dalga latansı ve I-V interpik latanslar arasında pozitif yönlü zayıf düzeyde bir ilişki olduğu saptandı (sırasıyla $r=0.28-0.50$; $r=0.15-0.51$).

Mikst tip işitme kayıplı erişkinlerin saf ses işitme eşiklerindeki hava-kemik aralığı arttıkça ABR’deki dalga latanslarının ve I-V interpik latansının uzadığı belirlendi. Fakat saf ses işitme eşiği hava-kemik aralığında meydana gelebilecek her 10 dB HL’lik değişimin ABR’de kaç milisaniyelik bir gecikmeye neden olduğunu kesin olarak söyleyebilmek için daha fazla olgudan oluşan ileriki çalışmalara ihtiyaç vardır.

Anahtar Kelimeler: Odyometri, ABR, Mikst tip işitme kaybı, Hava-kemik aralığı.

2. ABSTRACT

THE COMPARISON OF THRESHOLDS OF HEARING OBTAINED BY PURE TONE AUDIOMETRY WITH KLIK AND TONAL AUDITORY BRAINSTEM RESPONSE OF ADULTS WITH MIXED TYPE HEARING LOSS

Auditory brainstem response (ABR) is quite important in audiological and neuro-otological diagnosis nowadays. It is mostly used to identify the threshold of hearing and differential diagnosis of retrocochlear pathologies in clinics. This study aims to estimate air-bone gap in adults with mixed type hearing loss by comparing ABR latency intervals of normal hearing adults with adults with mixed type hearing loss.

30 healthy ears belonging to 19-55 years old 30 voluntary adults with normal hearing (control group) and 30 ears belonging to 19-55 years old 30 adults with mixed type hearing loss (study group) are used in this study. Before ABR measurements; pure tone audiometry, speech audiometry, acoustic immittance-metry and transient evoked auto-acoustic emission tests are conducted for all of the individuals. Absolute latencies of wave I, III and V. and their interpeak latencies are evaluated in ABR.

It has been found out that click and tone burst evoked ABR latency periods are longer in adults with hearing loss than normal hearing adults ($p < 0.05$). It is also observed that there is a weak positive relationship between air-bone gap in pure tone hearing threshold in adults with mixed type hearing loss and V. wave and I-V interpeak latency periods recorded at click and tone-burst evoked ABR (respectively $r = 0.28-0.50$; $r = 0.15-0.51$).

It has been observed that the size of air-bone gap in pure tone hearing threshold in adults with hearing loss is directly affecting the length of wave latencies and I-V interpeak latencies in ABR. In order to identify exactly how many milisecond delay is caused by air-bone gap observed for pure tone hearing thresholds in adults with mixed type hearing loss there is a need for further studies containing more features.

Key words: Audiometry, ABR, Mixed type hearing loss, Air-bone gap.

3. GİRİŞ

İşitme, atmosferde meydana gelen ses dalgalarının kulağımız tarafından toplanıp beyindeki işitme merkezinde karakter ve anlam kazanmasına kadar olan süreç olarak tanımlanır. Bu olay işitme sistemi denen geniş bir bölgeyi ilgilendirir. Dış, orta ve iç kulak ile merkezi işitme yolları ve işitme merkezi bu sistemin parçalarıdır [1].

İşitsel beyinsapı cevapları (Auditory Brainstem Response, ABR) öncelikle bebeklerde işitme kaybının erken tanımlanmasında kullanılan objektif ölçüm yöntemlerinden biridir. Uygun müdahale yöntemlerinin saptanması için işitme kaybının şiddetinin ve niteliğinin bilinmesi gerekir [2]. Klinikte hem işitme düzeyinin öngörülmesinde, hem de bir dizi nörootolojik hastalığın tanısında ABR testi kullanılmaktadır. Yöntemin objektif ve noninvaziv olması, hastanın subjektif katılımına gereksinim duyulmaması nedeniyle ayırıcı tanının yapılmasında başvurulan yöntemlerden biridir [3]. ABR'nin sık kullanılmasının nedenleri arasında noninvaziv oluşu kadar, kolay kaydedilmesi, sonuçlarının stabil olması, dikkat, uyku, sedasyon, anestezi veya yaşlanmadan belirgin biçimde etkilanmemesi sayılabilir. Belirtilen gerekçelerle, bu objektif test yöntemi, yeni doğan işitme taramasında, infantların ve test edilmesinde güçlük çekilen yetişkinlerin işitmelerinin değerlendirilmesinde, koklear ve retrokoklear patolojilerin ayırıcı tanısında kullanılmaktadır. ABR potansiyelleri klasik olarak ilk 10 milisaniye (ms) içinde görülen yedi tepeden oluşur, ancak klinik değerlendirmede önemi olan ilk 5 tepedir [4-6].

İşitsel beyinsapı cevaplarının elde edilmesinde iki temel uyaran olan klik ve tone-burst uyaranlar kullanılır. Klikler en yaygın kullanılan uyarıcılardır ve

daha fazla lifi uyarmayı mümkün kılan geniş frekans aralıklarında üretilebilir [7]. Klik uyaran ile elde edilen ABR eşiklerinin, ağırlıklı olarak yüksek frekans bölgesinin aktivasyonunu yansıttığı ve frekansa özgü bilgi vermediği belirtilmektedir [4, 8]. Diğer taraftan tone-burst uyaran frekansa özgüdür ve uyaran olarak kullanılan frekanslardaki işitme işleviyle ilgili bilgi verir. Tone-burst ABR, özellikle infant ve çocuklarda saf ses işitme eşiklerinin belirlenmesinde kullanılan bir tekniktir [9-11].

Birçok araştırmacı, 0.5 – 4 kHz’te tone-burst uyaran kullanılarak işitmenin ölçüldüğü işitsel beyinsapı cevaplarında elde edilen elektrofizyolojik eşikler ile saf ses odyometri eşiklerinin hemen hemen aynı olduğunu, klinikte kesin bir kullanılabilirlik sağladığını öne sürmektedir [7, 10, 12].

Bu çalışmada, normal işiten ve mikst tip işitme kayıplı bireylerde, saf ses işitme eşikleri ile klik ve tone-burst uyaran kullanılarak elde edilen ABR (klik ABR, tone-burst ABR) bulgularının değerlendirilmesi ve mikst tip işitme kaybı olan hastalarda hava-kemik aralığının tahmin edilmesi hedeflenmiştir.

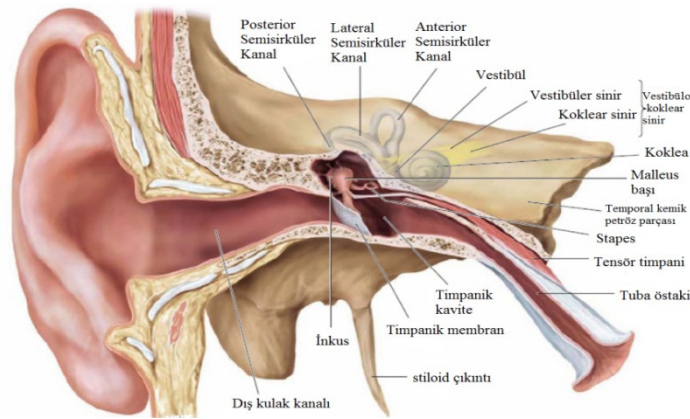
3.1. İnsan Kulağı Anatomisi

İşitme ve dengenin periferik organı olan kulak, temporal kemik içine yerleşmiş, görevleri ve yapıları birbirinden farklı; dış, orta ve iç kulak olmak üzere üç parçadan oluşur (Şekil 1).

3.1.1. Dış Kulak Anatomisi

Dış kulak aurikula, dış kulak yolu ve timpanik membranın lateral (epitelyal) yüzünden oluşur. Aurikula, perikondriyum ve cilt ile kaplanmış düzensiz bir şekli bulunan kıkırdaktan oluşur. Heliks en yüksekteki parçadır ve dış kenarı belirler. Lobülde (kulak memesi) kıkırdak bulunmaz ve heliksin tabanından

aşağıya doğru uzanır. Anterior parça veya heliksin krusu auriküler konkada sona erer. Kavum konka inferior parçadır ve dış kulak yolunun kıkırdak bölümü ile devam eder. Burada kıkırdak bir yarım daire hattı oluşturarak insisura terminalisi meydana getirir. İnsisuranın ön sınırı, dış kulak yolunun hemen önünde vertikal planda yerleşim gösteren üçgen kubbe şeklinde bir kıkırdak çıkıntının oluşturduğu tragustur. Konkanın posterosuperior sınırı ise antihelikstir. Bu belirgin çıkıntı anterosuperior köşelere sahip olup bunların arasında sıkı bir çöküntü olan triangüler fossa bulunur. Konkanın posterior ve inferioründe ise antitragus bulunur [6].



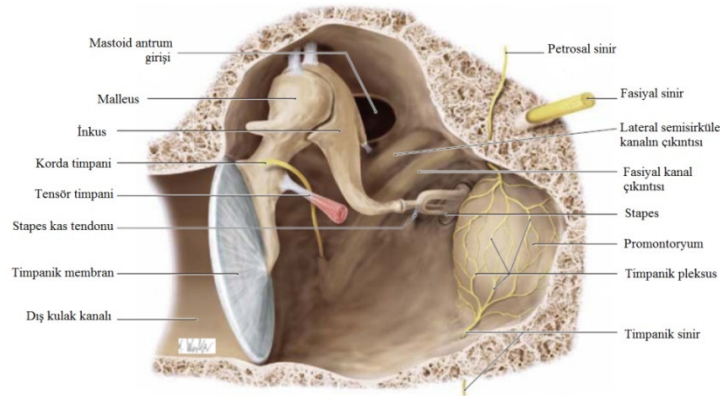
Şekil 1. İnsan kulağının genel anatomik yapısı [13]

Dış kulak yolu (DKY), konkadan kulak zarına kadar olan uzunluğu içine alır. Arka duvar 25 milimetre (mm) olmasına karşılık, ön alt duvar uzunluğu 31 mm'dir. Bu 6 mm'lik fark, kulak zarının arkadan öne doğru oblik yerleşmesinin sonucudur. DKY kıkırdak ve kemik olmak üzere iki parçadan oluşur. Kıkırdak parça dış yanda ve arkada, kemik kısım iç yanda ve önde bulunur. Çocuklarda kemik kısım henüz gelişmediği için kıkırdak DKY daha uzun olup, yetişkinlerde ise durum tam tersidir [1]. Kulak kepçesi ve DKY'nin

sensoriyal inervasyonu V, VII, X kranial sinirler ile II ve III.servikal sinirden olur [1, 6].

3.1.2. Orta Kulak Anatomisi

Orta kulak, kulak zarı ile iç kulak arasında yerleşmiş bir boşluktur (Şekil 2). Ses dalgalarının iç kulağa iletilmesinde görev almaktadır. Östaki borusu aracılığı ile dış ortamla ve aditus ad antrum ile mastoid hücrelerle bağlantılıdır. Orta kulak düzensiz bir dikdörtgen prizma şeklindedir. Orta kulak dar ve yüksek bir boşluktur; ortalama hacmi 0.5 cm³ olarak kabul edilmektedir. Ön kısmı daha dardır. En önde östaki borusu ağzı ile en arkada antrum parçası arasındaki mesafe 13 mm civarındadır [1].



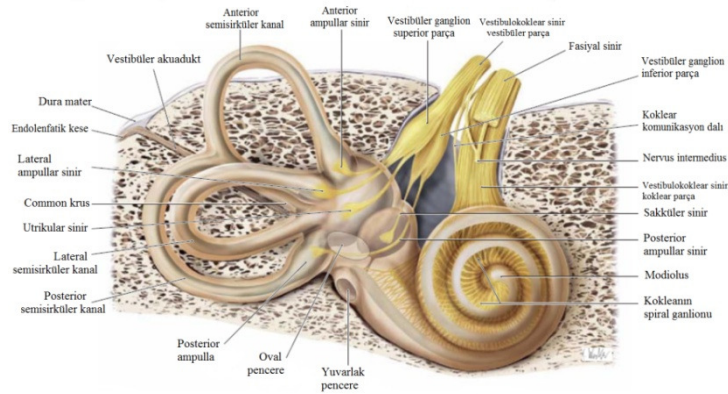
Şekil 2. Orta kulak anatomisi [13]

Kulak zarı DKY'nin sonunda orta kulak boşluğunu DKY'den ayıran bir perdedir. Kalınlığı 0.1 mm, uzunluğu 10-11 mm ve genişliği 8-9 mm'dir. Orta kulağın dış duvarının büyük bir kısmını yapar. Östaki borusu, orta kulak ile nazofarinks arasında uzanır. Doğumda 17-18 mm iken erişkinlerde ortalama 35 mm uzunluğunda olup, kemik ve kıkırdak olmak üzere iki bölümden yapılmıştır. Her iki bölümde koni şeklinde olup bu koniler dar uçları ile birleşmişlerdir [1].

Orta kulak boşluğu içinde dış kulaktan iç kulağa ses dalgalarının iletimini sağlayan malleus, inkus ve stapes denilen üç adet kemikçik vardır. Bu kemikçikler orta kulak boşluğunda kulak zarı ile iç kulağın fonksiyonel girişi olan oval pencere arasında bir köprü oluşturur. Bu kemikçik sistemi için ek desteği orta kulakta bulunan iki adet küçük kas sağlar [14]. Bunlardan m.stapedius şiddetli ses ile kasılarak stapes tabanının oval pencerede iç kulağa aşırı basısını engeller ve iç kulağı koruyucu bir refleks oluşturur. Bu kas sinirini n.fasiyalis'ten alır [1]. M.tensör timpani'nin kasılması ise kulak zarını gerginleştirir ve işitmenin keskinliğini artırır [15]. V. kafa çifti tarafından innerve edilir [16].

3.1.3. İç Kulak Anatomisi

İç kulak petröz kemiğin derinliğine saklanmıştır. İşitme ve denge organlarını barındırır (Şekil 3). Yuvarlak ve oval pencereler yolu ile orta kulakla, koklear ve vestibüler kanallar yoluyla da kafa içi ile bağlantılıdır. Kemik ve zar olmak üzere iki kısımdan oluşur [1].

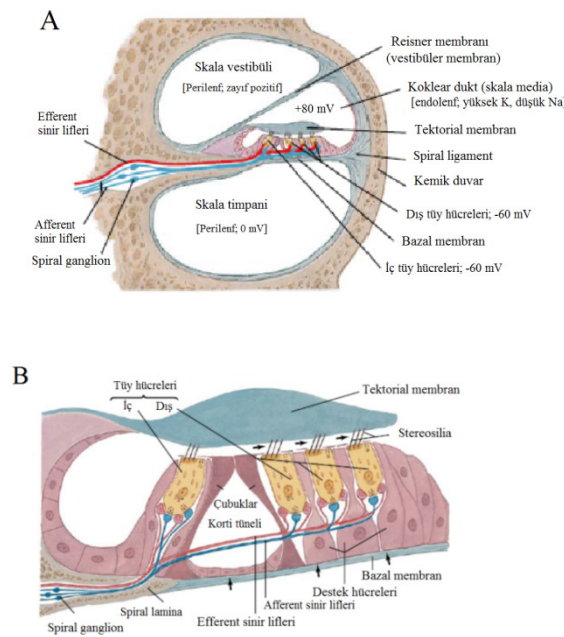


Şekil 3. İç kulak anatomisi [13]

Anatomik olarak labirent terimi posterosüperior yerleşimli semisirküler kanalları, anteroinferior yerleşimli koklea ve vestibülü ifade etmektedir. Koklea labirentin pars inferiorunda yer alan 2.5-2.75 tur atan helezon şeklinde deniz

kabuğuna benzer bir yapıdır. İçerisinde 3 tübüler bölme yer alır: skala vestibuli, skala media (duktus koklearis) ve skala timpani [15]. Skala vestibuli ve skala timpaninin içi perilenf adı verilen sıvı ile doludur. Bunlar helikotrema'da birbirleri ile birleşirler. Bazal membranın en çıkıntılı olduğu yere korti tüneli adı verilir. Korti tüneli ve bazal membran içi endolenf ile dolu skala medianın tabanını oluşturur [16]. Bazal membran skala media ile skala timpaniyi birbirinden ayırırken, reissner membranı ise skala media ile skala vestibuliyi birbirinden ayırır. Skala timpani yuvarlak pencere, skala vestibuli ise oval pencere ile orta kulakla bağlantılıdır (Şekil 4A) [1, 17].

Bazal membran üzerinde iki tip sensoriyel hücre bulunmaktadır: İç ve dış tüy hücreleri. Bunlar, üzerlerini örten tektorial membran ile temastadır. Afferent innervasyonun %95'inden fazlası iç tüy hücrelerinden çıkarken, efferent innervasyon dış tüy hücrelerinde sonlanır. Yani sesin algılanmasını iç tüy hücreleri, sesin akordunu ve şiddetini ise dış tüy hücreleri sağlar (Şekil 4B) [15].



Şekil 4. (A) Koklea ve (B) korti organı anatomileri [18]

3.1.4. Santral İşitsel Yollar

Sekizinci kraniyal (vestibulokoklear) sinir birkaç daldan oluşur; koklear sinir, sakküler sinir, süperior ve inferior vestibüler sinir. Otik kapsülü geçerek iç kulak yoluna giren bu sinirler, n. fasiyalis ve n. intermeditus ile birlikte seyrederler. VIII. kranial sinirin afferent liflerinin hücre gövdeleri spiral ganglionda, efferent liflerin hücre gövdeleri ise süperior oliveri komplekste bulunur. Santral işitme yollarını dorsal ve ventral koklear çekirdekler, süperior oliveri kompleks, lateral lemniskus, inferior kollikulus, medial genikulat cisim ve işitsel korteks oluşturmaktadır [1].

3.2. İşitme Fizyolojisi

İşitme, başın çevresinde oluşan ses dalgalarının dış kulak, orta kulak ve iç kulak aracılığı ile beyin sapından geçip kortekste işitme merkezi tarafından algılanmasıdır. İşitme mekanizmasının senkronize işlemini engelleyen patolojiler, işitsel fonksiyonda bozulmalara neden olur. Bu bozukluklar, patolojinin lokalizasyonuna göre işitme kaybına neden olabileceği gibi, konuşulanları anlamama, yüksek sesten rahatsız olma, ses lokalizasyonunda güçlük gibi, uyaranların algılanmasında çeşitli problemler şeklinde de görülebilir [19].

3.2.1. Ses Dalgası ve Özellikleri

Ses, titreşim yapan bir kaynağın hava basıncında yaptığı dalgalanmalar ile oluşan ve insanda işitme duygusunu uyaran fiziksel bir olaydır. Yayıldığı ortam moleküllerinin ardışık olarak sıkışmasına ve gevşemesine neden olur. Sesin frekansı, sesin 1 saniye (sn)'de oluşturduğu dalga sayısını ifade eder, birimi Hertz (Hz) olarak gösterilir. İnsan kulağı 20 Hz - 20000 Hz aralarında sesleri duyar. Ses dalgalarının amplitüdü ise sesin şiddetini oluşturur. Ses şiddetinin birimi

desibel (dB) olup, normal işiten insan kulağı 0-120 dB arasındaki şiddetteki sesleri duyabilir.

Ses dalgalarının hızı, yayıldığı ortamın yapısına göre değişir. Ses en hızlı katı ortamlarda, en yavaş ise gaz ortamında yayılır. Sıvı ortamlarda ki yayılma hızı ise ikisinin ortasındadır. Deniz seviyesinde 20 derece sıcaklıktaki bir hava tabakasında sesin hızı 344 m/sn olarak bulunmuştur. Sıvı ortamlarda ise havaya göre dört kat daha hızlı olarak yayılır (1437 m/sn). Kemikte ise yayılma hızı 3013 m/sn olarak bulunmuştur [1].

3.2.2. Dış Kulak Fizyolojisi

Dış kulak kepçesi ses dalgalarını dış kulak yoluna iletir [20]. Sesin atmosferden korti organına iletilmesi sürecinde başın ve vücudun engelleyici, kulak kepçesi, dış kulak yolu ve orta kulağın yönlendirici ve/veya şiddetlendirici etkileri vardır [1].

3.2.3. Orta Kulak Fizyolojisi

Orta kulak, östaki borusu aracılığıyla nazofarinkse ve nazofarinks aracılığıyla dışa açılan temporal kemik içerisine yerleşmiş, içi hava ile dolu bir boşluktur [20]. Bu kısımda bulunan işitme yapılarından en önemlisi kulak kemikçikleridir. Orta kulak, dış kulak yolundaki hava boşluğunda bulunan ses enerjisinin, kokleadaki sıvı ortama ulaşmasını sağlar (Şekil 5A). Ses dalgaları hava ortamından, iç kulaktaki sıvı ortama ulaşınca enerji kaybına uğrar. Logaritmik hesaplara göre bu kaybın değeri 30 dB'dir [1]. Orta kulak bu enerji kaybını karşılar. Malleus ve inkus, ses iletimi sırasında bir manivela gibi hareket ederler ve sesi 1/1.3 oranında yükseltirler. Bu artış yaklaşık 2.5 dB kadardır. Ancak orta kulağın asıl sesi yükseltici etkisi, kulak zarı ile stapes arasındaki yüzey

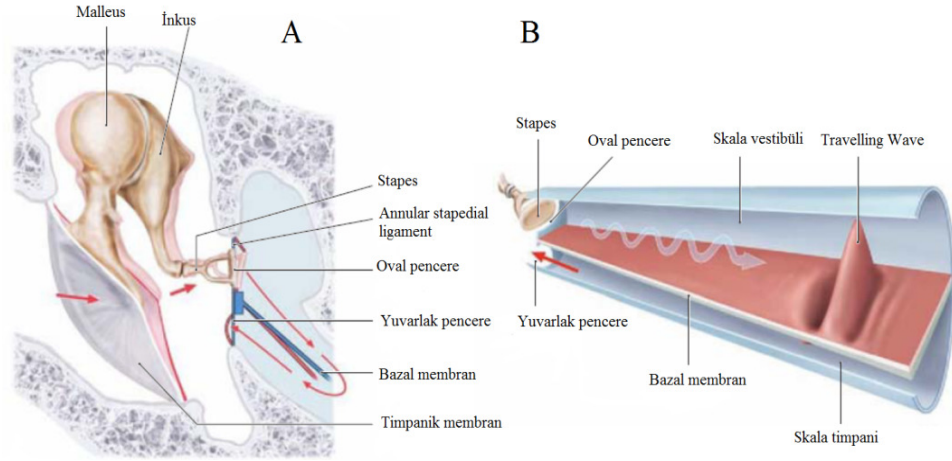
farkından doğmaktadır. Kulak zarının yüzölçümü 64 mm^2 , titreşen kısmın yüzölçümü 55 mm^2 'dir. Stapes tabanı ise $3.2\text{--}3.5 \text{ mm}^2$ 'dir. Aralarındaki oran $55/3.2$ 'dir. Yani akustik enerji, kulak zarından oval pencereye yüzey farkından dolayı 17 kat yükselerek geçer ve buda yaklaşık 25 dB'lik kazanç sağlar. Böylece kulak zarı ve kemikçiklerin ses iletimindeki kazancı 27.5 dB'dir [16]. Dış ve orta kulağın 500–3000 Hz arasındaki doğal rezonansına bağlı kazancı ile oval ve yuvarlak pencere arasındaki faz farkı sayesinde artış tamamlanır [15].

Kulak zarı titreştiği zaman, ses titreşimleri pencerelere iki şekilde ulaşır; kemikçikler yolu ile oval pencereye, hava yolu ile yuvarlak pencereye varır. Bu şekilde; yuvarlak ve oval pencerelere ulaşan ses dalgaları arasında iletim hızının farklı olmasından dolayı faz farkı ortaya çıkar. Eğer ses dalgaları, oval ve yuvarlak pencereye aynı hızda iletilseydi, perilenfte birbirleri ile karşılaşarak şiddetlerini kaybederlerdi [16].

3.2.4. İç Kulak Fizyolojisi

İç kulak, temporal kemik içerisine yerleşen özel biçimli zar ve kemik yapılardan oluşur. Bu yapıların içini, endolenf ve perilenf doldurur [21].

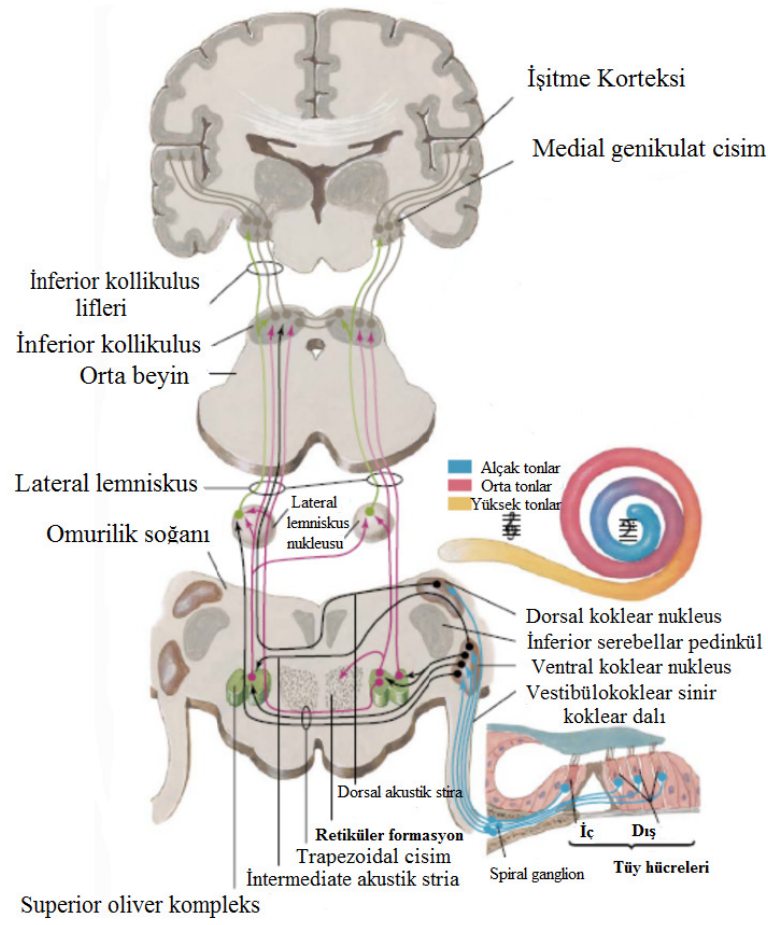
Stapesin tabanı ile skala vestibuliye dolayısı ile kokleaya iletilen ses enerjisi ilk olarak perilenfi harekete geçirir. Perilenfteki bu hareket bazal membranda titreşime yol açarak akustik enerjiyi kortideki tüy hücrelerine iletilir. Bu dalganın özelliği, amplitüdün giderek artması ve titreşimlerin belli bölgede maksimum amplitüde ulaştıktan sonra birden sönmesidir. Buna von Bekesy'nin "travelling wave teorisi" denir (Şekil 5B) [17]. Kortideki tüy hücrelerine gelen mekanik iletim dalgası kimyasal veya elektriksel gerilimlere dönüştürülüp, işitme sinirine iletilir [22].



Şekil 5. (A) Sesin orta kulaktan iç kulağa iletimi ve (B) kokleada ilerleyen dalga (travelling wave) oluşumu [13]

Korti organında yaklaşık 12000 dış ve 3500 iç olmak üzere 15500 tüy hücresi yer alır [15]. Tüy hücreleri ile temasta bulunan sinir liflerinin sayısı tüy hücrelerinin yaklaşık iki katıdır (25-30 bin). Bu aksonların hücre gövdesi kokleanın içinde bulunan spiral ganglionlardır. Her spiral ganglion hücresi korti organı ve beyin sapındaki koklear çekirdekler ile bağlantılıdır. Koklear çekirdekler ventral ve dorsal olmak üzere iki adettir. Dorsal ve ventral çekirdeklerden kaynaklanan lifler beyin sapının karşı tarafına geçerek superior oliveri kompleksi oluşturur. Buradan yukarı çıkarak devam eden lifler lateral lemniskusu oluşturur. Bu yoldan gelen lifler inferior kollikulusta son bulur.

Buradaki hücreler ya doğrudan ya da diğer çekirdekler yoluyla bazı sinirlerin motor çekirdeklerine bağlanırlar. Bunlar göz kaslarının motor lifleri, kranial ve spinal motor liflerdir. İnferior kollikulustan aynı yönde devam eden lifler medial genikulat cisime gelir [22]. Buradan da temporal lop işitme merkezine ulaşırlar (Şekil 6). İşitme merkezinde pes ve tiz seslerin alındığı yerler ayrımlanmıştır. Yüksek tonlar işitme merkezinin derinliklerinde, düşük tonlar ise yüzeyinde sonlanır [16].



Şekil 6. Santral işitsel yollar [18]

3.3. İşitme Kayıpları

3.3.1. Tanım

İşitme kaybı; bireyin sahip olduğu işitme duyarlılığının onun gelişim, uyum ve özellikle de iletişim becerilerini kazanmasına engel olma durumu olarak tanımlanabilir. Çok hafif dereceden çok ileri dereceye kadar farklı düzeylerde olabilen işitme kaybı duysal yoksunluk ile birlikte, öğrenme problemine dönüşen iletişim becerisinin de bozulmasına yol açar [23].

3.3.2. İşitme Kayıplarının Sınıflandırılması

İşitme kayıplarının çok çeşitli nedenleri vardır ve farklı şekillerde sınıflandırılmaları mümkündür [12]:

1. İşitme kaybının şiddetine göre: *çok hafif, hafif, orta, ileri ve çok ileri*
2. Ortaya çıkış zamanına göre: *prenatal, perinatal, postnatal*
3. Konuşmanın edinilmesiyle ilişkili olarak: *prelingual, perilingual, postlingual*
4. Patolojinin yerleştiği bölgeye göre; *iletim tipi, sensoriyal tip, mikst tip, nöral tip işitme kayıpları.*

3.3.2.1. İletim Tipi İşitme Kaybı (İTİK)

Sesin dış kulak kanalı, kulak zarı ve orta kulak kemikçiklerinden geçerken şiddetinin azalmasıyla iletim tipi işitme kaybı oluşur. Bu tip işitme kayıpları genellikle medikal veya cerrahi yöntemle giderilebilir [24, 25]. Odyolojik değerlendirmede hava yolu işitme eşiklerinde düşüş olmakla birlikte genellikle kemik yolu işitme eşikleri normal sınırlardadır. Bu durum hava-kemik aralığı tanımlaması ile kullanılır. İletim tipi işitme kayıpları genellikle 60 dB'yi geçmez [15]. İletim tipi işitme kayıplarının bazı olası nedenleri şunlardır [24, 25]:

- * Otitis media
- * Alerji
- * Östaki borusu disfonksiyonu
- * Kulak zarında perforasyon
- * Serümen
- * Eksternal otit
- * Kulak kanalında yabancı cisim
- * Kulak kepçesi, kulak kanalı veya orta kulakta malformasyon.

3.3.2.2. Sensörinöral Tip İşitme Kaybı (SNİK)

Eğer patoloji iç kulağı (koklea) ya da işitme sinirini tutmuşsa SNİK oluşur. SNİK çoğu zaman medikal ve/veya cerrahi yöntemlerle tedavi edilemez, en yaygın görülen kalıcı işitme kaybı tipidir. SNİK alçak sesle konuşulanları duymayı zorlaştırır hatta duymak için yeterince yüksek sesleri bile belirsiz veya boğuk hale getirebilir. Sensörinöral işitme kayıplarında hava ve kemik yolu işitme eşiklerinde düşmeler mevcuttur. Hava-kemik aralığı görülmez. Patolojinin cinsine bağlı olarak değişik frekanslar değişik oranlarda etkilenebilir. Örneğin; Meniere hastalığında alçak frekanslardaki işitme eşiklerinde düşüş daha belirginken, akustik travma için 4000 Hz'deki azalma tipiktir [15]. Sensörinöral tip işitme kayıplarının bazı olası nedenleri şunlardır [24, 25]:

- * Toksik ilaçlar
- * Aile içinde geçiş gösteren kalıtsal veya genetik işitme kayıpları
- * Yaşlanma
- * Kafa travması veya akustik travma
- * İç kulak malformasyonu
- * Gürültüye bağlı işitme kaybı.

3.3.2.3. Mikst Tip İşitme Kaybı

İşitme fizyolojisinde hem iletim hem de sensörinöral işitme kaybının birlikte görülmesi mikst tip işitme kaybı olarak tanımlanmaktadır. Başka bir deyişle patoloji dış veya orta kulakla beraber iç kulak (koklea) veya işitme sinirini tutuyorsa mikst tip işitme kaybı ortaya çıkmaktadır [24, 25]. Doğuştan gelen bazı bozuklukların (geniş vestibüler kanal sendromu vs.), orta kulak enfeksiyonlarının kokleayı etkilemesiyle veya otoskleroz gibi hem stapes tabanını hem de kokleayı

etkileyen hastalıklarda mikst tip işitme kaybı oluşabilir. Odyolojik değerlendirmede hem hava hem de kemik yolu işitme eşiklerinde düşüşler mevcuttur. Hava yolu işitme eşiklerindeki azalma kemik yolu işitme eşiklerindeki azalmadan daha fazladır ve hava yolu ile kemik yolu işitme eşikleri arasında en az 10 dB'lik hava-kemik aralığı (gap) mevcuttur [15].

Geniş vestibüler kanal sendromu, geniş endolenfatik kanal ve keseye sahip hastalarda progresif sensörinöral veya mikst tip işitme kaybıyla birlikte vestibüler semptomların bulunduğu bir durumdur. İlk olarak 1978 yılında Valvassori ve Clemis tarafından tanımlanmış olan bu sendromda, hastaların % 60'ında iç kulak anomalilerine rastlanmıştır [26]. Embriyolojik hayatın 5. haftasında en geniş boyutunda olan kanal, bu haftadan sonra daralarak mid-termde erişkin ölçülerine ulaşır. Daralma sırasında meydana gelebilecek bir duraklama, kanalın geniş kalmasına neden olur. Çoğunlukla her iki kulak da etkilenir [27]. İşitme düzeyi normalden çok ileri derecede işitme kaybına, vestibüler semptomlar şiddetli epizodik vertigodan arasıra olan dengesizliğe kadar değişebilir. Bazı hastalarda aralıklarla olan kulakta dolgunluk hissi ve tinnitus görülebilir [28].

Kronik otitis media (KOM), üç aydan daha uzun süreli orta kulak boşluğu ve mastoid hücrelerin kronik enflamasyonu ile beraber sürekli veya rekürren otore ve kulak zarının perforasyonu ile karakterize bir hastalıktır [29, 30]. KOM kulak zarı ve kemikçiklerde oluşturduğu hasar nedeniyle iletim tipi işitme kaybına neden olur [30]. Antibiyotik kullanımının yaygınlaşması ile birlikte KOM'a bağlı komplikasyonların sıklığı önemli oranda azalmıştır [31]. Bazı KOM vakalarında tiz frekanslarda düşme ile seyreden mikst tip işitme kayıpları görülmektedir [1]. Kemik yolu işitme eşiklerindeki bu düşüşü araştırmacılar yuvarlak pencere

membranının yarı geçirgen özelliğinin KOM'da oluşan toksinlerin iç kulağa geçişini kolaylaştırdığını ve kokleanın bazal döngüsünde daha fazla destrüksiyona yol açmasıyla ortaya çıktığını belirtmişlerdir [32, 33].

Otoskleroz, sadece insanlarda görülen kemik yapımı ve yıkımı arasındaki denge bozukluğudur. İletim tipi işitme kaybı yapan nedenler arasında önemli bir yer tutar [34]. Otoskleroz iç kulak otik kapsülün bir hastalığıdır ve genetik geçişli söz konusudur. En sık oval pencerenin hemen ön tarafında yer alan fissura ante fenestramda görülür. Hastalık buradan oval pencerenin anüler ligamentine yayılarak stapes fiksasyonuna, böylece iletim tipi ve mikst tip işitme kaybına yol açar. Eğer hastalık kokleanın endosteal tabakasına yayılırsa hastanın kliniğine sensörinöral tip işitme kaybı da eklenir [35]. Hastalığın erken dönemlerinde hafif iletim tipi işitme kaybı gözlenirken ilerleyen dönemlerde mikst tip işitme kaybı ortaya çıkar [36].

3.3.2.4. Santral İşitme Kaybı

İşitme siniri, beyin sapı ve beyindeki merkezlerin fonksiyon bozukluğundan kaynaklanır.

3.3.2.5. Fonksiyonel İşitme Kaybı

Organik kökeni olmayan, sosyal nedenler veya çıkar sağlamaya yönelik meydana gelen işitme kayıplarıdır. İşitme davranışı ile odyolojik test sonuçlarının birbiriyle çeliştiği durumlarda fonksiyonel işitme kaybından şüphe etmek gerekir.

3.3.3. İşime Kayıplarının Derecelendirilmesi

İşitme kaybının derecelendirilmesi, konuşma frekanslarındaki saf ses hava yolu işitme eşiklerinin ortalaması hesaplanarak yapılmaktadır [37]. Dünya Sağlık Örgütü, Avrupa Komisyonu, Amerikan Standartları Enstitüsü ve İngiltere Kraliyet

Ulusal Sağırılık Enstitüsü gibi kuruluşların yaptığı sınıflamalar Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. İşitme kaybı derecesinin sınıflandırılması [38]

	Normal İşitme	Hafif derecede işitme kaybı	Orta derecede işitme kaybı	Orta-İleri derecede işitme kaybı	İleri derecede işitme kaybı	Çok ileri derecede işitme kaybı
WHO (0.5, 1, 2 ve 4 kHz)	≤25	26-40	41-60		61-80	≥81
EU (0.5, 1, 2 ve 4 kHz)	≤20	21-39	40-69		70-94	≥95
ANSI (0.5, 1 ve 2 kHz)	≤26	27-40	41-55	56-70	71-90	≥91
RNID		25-39	40-69		70-94	≥95
BSA (0.25, 0.5, 1, 2 ve 4 kHz)		20-40	41-70		71-95	>95
NIDCD (0.5, 1, 2 ve 3 kHz)	≤25		≈40			≥75

WHO; Dünya Sağlık Örgütü, EU; Avrupa Komisyonu, ANSI; Amerikan Ulusal Standartlar Enstitüsü, RNID; İngiltere Kraliyet Ulusal Sağırılık Enstitüsü, BSA; İngiliz Odyoloji Topluluğu, NIDCD; Sağırılık ve Diğer İletişim Bozuklukları Ulusal Enstitüsü

3.4. İşitmenin Değerlendirilmesi

İşitme kaybı varsa tipini ve derecesini belirlemek için, basitten karmaşığa doğru; konuşma uyararı ve çeşitli objektif odyolojik yöntemler kullanılarak işitme değerlendirilir [37].

3.4.1. İmmitansmetrik Ölçümler

Akustik immitans terimi ya akustik geçirgenliği (acoustic admittance: enerjinin sistemden geçiş kolaylığı) ya da akustik direnci (acoustic impedance: ses enerjisinin akımına karşı toplam direnç) tanımlamak için kullanılır. Akustik iletkenlik ölçümleri klinikte hem tarama hemde periferik ve santral işitsel hastalıkları tanımlamak ve sınıflamak amacıyla kullanılır. Ayrıca işitsel duyarlılığı objektif olarak tahmin etmek içinde kullanılabilir [6].

Kliniklerde sıklıkla kullanılan akustik immitans ölçümleri içerisinde timpanometri ve stapediale refleksi ölçümleri yer alır.

3.4.1.1. Timpanometri

Kulak kanalındaki hava basıncını değiştirerek akustik iletkenliğin ölçüldüğü test yöntemidir. Test kulak kanalını tamamen kapatmak için probun kulak kanalı içine uygun bir prob ucu ile yerleştirilmesini gerektirir. Sonrasında probe ton kulağa verilirken, kanaldaki hava basıncı hem pozitif, hemde negatif yönde değiştirilir. Kulak zarından yansıyan akustik enerji miktarı, orta kulağın aktarım özellikleri ile ilgili bilgi sağlamak üzere ölçülür. Yansıyan enerjinin miktarı, orta kulak ve kulak zarının durumuna göre değişir. Daha az esnek sistem daha yüksek şiddette geri yansımaya neden olur. Timpanometri; intratimpanik basınç, östaki borusu fonksiyonu, kulak zarının bütünlüğü ve hareketliliği ile kemikçik zincirin devamlılığı hakkında bilgi sağlar [6].

3.4.1.2. Stapes Refleks Ölçümleri

Orta kulaktaki iki kastan m. stapedius akustik uyarılara yanıt verir. Bu nedenle ses verilerek m. stapedius refleksi araştırılır [1]. En sık kullanılan iki stapes refleks ölçümü akustik refleks eşiği ve akustik refleks decaydir. Her iki testte stapes kasının kasılmasının neden olduğu kulak zarındaki esneklik (compliance) değişikliklerini ölçer ve özellikle koklear ve retrokoklear lezyonların ayırımında yararlıdır [6].

Akustik refleks eşiği testi, stapes kasının kasılmasını sağlayan en hafif ses düzeyini gösterir. Normal olarak ipsi veya kontralateral kulaktan saf ses veya gürültü uyararı verildiğinde her iki kulakta birden kasılma gerçekleşir. Normal kişilerde işitme eşiğinin 70-90 dB üstünde verilen ses uyararı ile m. stapedius kasılır ve akustik refleks eşiği ortaya çıkar [1, 6].

Akustik refleks decay, stapes kasının belli süre kasılı kalabilme yetisini ölçer. Test sırasında sinyal akustik refleks eşiğinin 10 dB üstünde 10 sn süreyle verilir. Eğer cevap amplitüdü 5 sn içinde orijinal amplitüdünün yarısı veya daha azına düşerse anormal olarak kabul edilir. Refleks decay testleri için genellikle 500-1000 Hz probe ton kullanılır. Anormal refleks decay retrokoklear hastalıklar için gösterge olabilir [6].

3.4.2. Odyometre

Odyometreler kalibre edilmiş saf sesleri üreten, konuşma ve çeşitli maskeleme sesleri çıkartan, bir uygulayıcı tarafından manipüle edilen (mikrofonlu, kulaklıklı ve kemik yolu için vibratörlü) cihazlardır [16]. İlk odyometre 1922 yılında kullanılmıştır. Odyometre ile sadece işitme bozukluğunun derecesini değil, yerinde belirleme olanağı vardır. Odyometrede hem tonal seslerle hemde insan sesiyle çalışmak mümkündür [1].

3.4.2.1. Saf Ses Odyometrisi

Saf ses odyometrisi değişik frekanslarda ve şiddetlerde ses enerjisi üretebilen elektronik cihazlarla gerçekleştirilir [37]. Odyometrede hava yolu ve kemik yolu ayrı ayrı ölçülür. Teste başlamadan önce hastaya test hakkında yönerge verilir ve ne yapacağı anlatılır [1]. Saf ses odyometrinin iki önemli işlevi vardır. Birincisi, saf sesin algılanmasındaki duyarlılığın belirlenmesi, ikinci önemli işlevi ise koklea ve işitsel sinir sistemini etkileyen patolojinin lokalizasyonu hakkında fikir vermesidir [37].

3.4.2.2. Konuşma Odyometrisi

Konuşmayı anlama sıkıntısı veya işitme kaybı olan hastalarda rutin olarak kullanılan bu testlerde işitmenin duyarlılığından çok hastanın iletişimsel

yeterliliğinin anlaşılması hedeflenir. Konuşma odyometrisinde ayırıcı tanı amaçlı; hastanın konuşmayı alma eşiği, konuşmayı fark etme eşiği, konuşmayı ayırt etme skoru ve performans şiddet fonksiyonları değerlendirilir [37].

3.4.3. Otoakustik Emisyonlar

David Kemp 1978 yılında, sağlıklı kulağın ürettiği ve kulak zarının önüne yerleştirilen çok hassas mikrofonlar yardımıyla kaydedilebilen çok düşük seviyeli seslerin olduğunu göstermiştir [1, 6, 39]. Kemp bu düşük seviyeli akustik sinyallerin kokleanın dış tüylü hücrelerince üretildiğini ve sağlıklı bir iç kulağın nonlinear işlemlerinin sonucu olduğunu ortaya atmıştır [6, 40]. Otoakustik emisyonlar (Otoacoustic Emission, OAE) klik yani geniş band ses uyaranları veya transient ses uyaranları ile meydana gelebileceği gibi herhangi bir uyaran olmadan spontan olarak da saptanabilir [1].

Spontan Otoakustik Emisyonlar, dışardan herhangi bir uyaran verilmeksizin kulak kanalından elde edilen düşük seviyeli akustik sinyallerdir. Normal işiten insanların %50'si ile %70'inden elde edilir [6].

Uyarılmış Otoakustik Emisyonlar, keşfedildikten sonra işitsel fonksiyonu tüylü hücrelerden işitsel kortekse kadar değerlendirmek ve analiz etmek kolaylaşmıştır [6]. Normal kokleada bulunan frekansa spesifik dış tüy hücreleri, gelen ses uyarısını iletmek için titreşir. Sağlıklı bir kulakta dış tüy hücrelerinin titreşimleri sesli uyaranla artar ve artan titreşim enerjisi kokleadan orta kulağa doğru taşar. Otoakustik emisyon ile bu enerji dış kulak yoluna yerleştirilen duyarlı bir mikrofon ve hoperlör aracılığıyla kaydedilir.

İşitme taramasında en çok kullanılan iki uyarılmış otoakustik emisyon formu vardır. Bunlar distorsiyon ürünü otoakustik emisyonlar (Distortion Product

Otoacoustic Emissions, DPOAE) ve transient otoakustik emisyonlar (Transient Evoked Otoacoustic Emissions, TEOAE)'dır. Her iki yöntem de yenidoğan taramalarında başarıyla kullanılır. Ancak TEOAE ölçümü gerek teknik olarak daha basit gerekse test süresinin kısa olmasından dolayı işitme taramalarında daha fazla tercih edilir [23].

3.4.4. İşitsel Uyarılmış Beyinsapı Cevapları

İşitsel uyarılmış potansiyeller erken, orta ve geç latanslar için alt başlıklara ayrılabilir. İşitsel beyinsapı cevapları, akustik uyarınının verildikten sonra 0-10 ms'de oluşan erken cevaplardır [7]. İnsanda yüz elektrotları kullanılarak yapılan ilk kayıtlama 1967 yılında Sohmer ve Feinmesser tarafından yayınlanmıştır [41]. İşitsel beyinsapı cevapları, kural olarak ses uyarını verildikten sonra 10 ms'den kısa süreli bir zaman aralığında ortaya çıkan 5-7 tepeden oluşur [6]. Bu tepeler Jewett ve ark. [42] tarafından, büyük ve ardışık Roman rakamları kullanılarak etiketlenmiştir. Genellikle yedi tepe yapmasına karşın, nörodiagnostik tanıda çoğu zaman sadece I'den V'e kadar olanlar dikkate alınır [5, 6, 43]. II. ve IV. dalganın amplitüdü ve tanımlanması değişkenlik gösterdiğinden, değerlendirmeler en çok I, III ve V. dalga tepelerini kapsar [5].

Bu dalgaların hangi seviyedeki nörojenik aktivitelere ait olduğu aşağıda belirtilmektedir.

- I. Dalga : Distal koklear sinir bölümünden,
 - II. Dalga : Proksimal koklear sinir bölümünden,
 - III. Dalga : Ventral koklear nükleus'tan,
 - IV. Dalga : Superior olivari kompleks'ten,
 - V. Dalga : Pozitif dalga, lateral lemniskus'tan,
- negatif dalga ise inferior kollikulus'tan,

VI. Dalga : Korpus genikulatum mediale (talamus)'den,

VII. Dalga : Talamokortikal bölgeden kaynaklanır [44, 45].

Her dalga kendi nükleusunun etrafındaki diğer nükleuslardan da etkilenmektedir. Bu durum ABR oluşma mekanizmasının bire bir yapılaşma yerine, her dalganın birkaç çekirdeğin oluşturduğu kompleksten meydana geldiğini göstermektedir [44].

İşitsel beyinsapı cevapları, akustik bir sinyalin kokleayı uyarması sonucu elde edilen elektrofizyolojik bir testtir. Koklea ilk birkaç ms içerisinde uyarılır, daha sonraki uyarılar kokleayı pek etkilemez [46]. ABR elde etmede kullanılan ses uyaranlarının çok kısa süreli ve ani yükselme zamanına sahip uyaranlar olması gerekir [12].

3.4.4.1. Klik Uyarılmış Beyinsapı Cevapları

Klik uyaran iyi bir cevap elde etmek için ideal bir uyarıdır. Çünkü çok kısa süreli (1 ms'nin altında) ve geniş bir spektral frekansa sahiptir ve kokleadaki liflerin büyük bir kısmını uyarır [46]. Bu nedenle en çok tercih edilen uyaran olma özelliğini taşır. Ne yazık ki, klik ABR işitmenin hassasiyeti hakkında bilgi sağlamaz [3].

Klik uyarılmış beyinsapı cevabı eşikleri ile davranışsal eşikler arasındaki ilişki gösteren çalışmalarda; en güçlü korelasyon 2 ve 4 kHz'de gözlenmiştir [4, 9, 47]. Kliklerin geniş amplitüd spektrumu düşünüldüğünde bu sonuç şaşırtıcı gelebilir. Ancak klik uyaran kulağa verildiği zaman, kokleadaki bütün sinir liflerini uyarmasına rağmen, yüksek frekanslı liflerle daha fazla senkronizasyon sağlamaktadır [9].

Sonuç olarak, klik uyarılarla yapılan işitsel beyinsapı cevapları, frekansa özgü nitelikte elektrofizyolojik eşiklerin saptanmasında problem yaratır. Klik ABR yeni doğanlarda işitme kaybının tespit edilmesinde önemli bir test olmasına karşın, birden yükselen veya inen tip odyogramla seyreden işitme kayıplarında, kaybın tipinin ve derecesinin tespit edilmesini zorlaştırmaktadır. Bu zorluğun önüne geçmenin yolu, her bir frekans alanını ayrı ayrı uyarmak spesifikitede, hızlı başlangıçlı, kısa süreli uyarılar kullanılmasıdır [12].

3.4.4.2. Tonal Uyarılmış Beyinsapı Cevapları

Frekansa spesifik ABR kayıtları yapabilmek için kullanılan kısa süreli tonal uyarılara tone-burst veya tone-pip denilir. İdeal bir tone-burst uyarı sadece bir frekanstan oluşur ve kokleanın yalnızca istenen bölgesini uyarır [44]. Bir tonal uyarının yükselme ve plato süresi ne kadar uzun olursa, bu uyarının kokleada uyardığı frekans alanı o kadar daralır [12].

Tone-burst uyarı ile elde edilen ABR latans süreleri ve morfolojisi, klik ABR'den farklıdır. Bazal membran boyunca uzun dalga zamanı ve uyarının artan çıkış zamanı sebebiyle tone-burst ABR'de latans süreleri uzundur [4, 12]. Özellikle 500 Hz tone-burst ABR'de sadece V. dalga elde edilmekte ve latans değeri yüksek şiddet düzeylerinde yaklaşık 7–10 ms içinde gözlenmektedir. Şiddet düzeyinin azalması ile latans süresi uzamaktadır. Eşik düzeyine yaklaştıkça latans süresi yaklaşık 15 ms içinde gözlenmektedir [48].

Uyarının frekansı düştükçe dalga latansları gecikmektedir. Düşük frekansların V. dalga morfolojisi ile 2 ve 4 kHz'dekilerle karşılaştırıldığında daha geniş ve tepe noktası yuvarlaktır. Orta ve yüksek frekanslarda ise sadece yüksek şiddet düzeylerinde I, III ve V. dalgalar gözlenmektedir. Eşik düzeyine inildikçe

sadece V. dalga gözlenmekte ve tespit edilebilirlik zorlaşmaktadır [49, 50]. Stapells ve ark. [11] normal işiten infantlarda yaptıkları çalışmada, V. dalganın tespit edilebilirliği, 30 dB nHL düzeyinde 500 Hz için % 92 iken, 2000 ve 4000 Hz’de 20 dB nHL düzeyinde %100 olarak saptamışlardır.

Tonal uyarılmış beyinsapı cevapları yenidoğanlarda ve çocuklarda bize odyogramın tahmini, işitme kaybının konfigürasyonu ve büyüklüğü hakkında güvenilir sonuç verecek yegane ölçümdür [51]. Günümüzde kliniklerde düzenli olarak kullanılmalıdır [4].

3.5. İşitsel Beyinsapı Cevaplarını Etkileyen Etkenler

İşitsel uyarılmış beyinsapı potansiyellerinde testin uygulanması esnasında ölçümleri etkileyen çeşitli etkenler vardır. Bunlar; kişiye bağlı etkenler, uyarana bağlı etkenler, kayıtlama parametreleriyle ilgili etkenlerdir.

3.5.1. Kişiye Bağlı Etkenler

3.5.1.1. Yaş

İşitsel beyinsapı cevaplarında insan faktörüne bağlı olarak meydana gelen en önemli etkenler yaşla ilgili olanlardır. Prematürelerde ve yenidoğanlarda ilerleyen yaşla birlikte V. dalga latans süresinin hızla kısaldığı, bu kısılmanın 12-18 aylar arasında yavaşlayarak erişkinlerdeki süreye yaklaştığı bir çok çalışmada gösterilmiştir [4, 44, 52].

Yeni doğanlarda I. dalga latansı erişkinlere oranla biraz geç, amplitüdü ise erişkinlerden oldukça yüksektir [53]. Prematürelerde I. dalga latans süresi 4. ayda normal yenidoğanlarla eşitlenir [54]. Gerek yenidoğanlarda gerekse daha büyük bebeklerde periferik ve santral matürasyonun hızlarının birbirinden farklı oluşu, ABR’de I-V interpik latansında devamlı bir azalma ile kendini gösterir. Bu

azalma her iki matürasyonun da tamamlandığı 18 ay civarında stabilite kazanır. Ancak erişkinlerdeki süresine tam olarak ulaşması 10 yaşa kadar uzayabilir [44].

3.5.1.2. Cinsiyet

Yapılan bir çalışmayla erkek prematürelerde ABR latanslarının kızlara göre daha geç oluştuğunu belirtmişlerdir. Buna karşılık normal yeni doğanlarda latans ve amplitüd olarak her iki cinsiyet arasında farklılık bulunmamıştır [54]. Periferik ve santral maturasyonlar tamamlanıp dalga latanslarının stabilite kazanmasından sonra, beden ölçülerinin büyümeye devam etmesi ile ABR dalga latansları tekrar gecikmeye başlar. Erişkin kadınlarda ABR dalga latansları erkeklere oranla 0.22-0.45 ms daha kısadır. Bunun nedeni, kadınlarda yapı gereği nöral yolların kısa olması ve hormonal etkilerdir. Bu farkın 40-50 yaşlar arasında en alt düzeye indiği belirtilmektedir [53].

3.5.1.3. Vücut Isısı

Artan vücut ısısının işitme siniri fibrillerindeki iletim hızını arttırması nedeniyle ABR latanslarında kısalma meydana geldiği belirtilmiştir [53]. Rosenblum ve ark. [55], vücut ısısının 14-20 °C'nin altına düşmesi halinde işitsel uyarılmış potansiyellerin görülmediğini saptamıştır.

3.5.1.4. Dikkat ve Uyku Durumu

İşitsel uyarılmış potansiyeller üzerinde etkisi saptanmamıştır. Uyku durumundan etkilenmemesi geniş bir hasta grubunda işitme fonksiyonunun değerlendirilmesinde ABR'ye üstünlük sağlamaktadır [4].

3.5.1.5. Farmakolojik Ajanlar

Birçok farmakolojik ajan ve anestezipler ABR üzerinde belirgin değişiklikler yaratırlar. Bunlar arasında halotan, nitroz oksit, meperidin, diazepam

gibi anestezi ve sedatiflerin ABR’de değişiklik yaratmadığı ancak sistemik lidokain’in cevabın morfolojik yapısını bozduğu ortaya konmuştur [12, 44, 52].

3.5.1.6. Kas Aktivitesine Bağlı Artefakt

Kas artefaktının ABR üzerine olumsuz etkileri vardır. Aşırı kas artefaktı dalga komponentlerini bozabilir. Hasta rahat bir pozisyonda (mümkünse uykuda) daha iyi sonuç alınmaktadır [52].

3.5.2. Uyarana Bağlı Etkenler

3.5.2.1. Uyarın Tipi

İşitsel beyin sapı cevaplarının elde edilmesinde uyarın olarak olarak klik ve tone-burst (tone pip)’lar kullanılmaktadır.

Klik uyarılar, ABR kayıtlarında en çok tercih edilen uyarılar olma özelliğini taşımaktadır. Bütün frekans bandını içeren, çok kısa süreli (1 ms’nin altında) uyarılardır. Ancak, uyarının amplitüdü, ses üreticinin elektroakustik özellikleri, DKY ve orta kulağın ses iletim özelliği ve kokleanın bütünlüğü gibi faktörler sebebiyle kokleanın daha çok 2-4 kHz bölgesini etkilemektedir.

Frekansa spesifik ABR kayıtları yapabilmek için kullanılan kısa süreli tonal uyarılara tone-burst veya tone-pip denilir. İdeal bir tone-burst uyarı sadece bir frekanstan oluşur ve kokleanın yalnızca istenen bölgesini uyarır [4, 44].

3.5.2.2. Uyarının Süresi

Uyarının yükseliş, plato ve düşüş zamanının toplam süresi olarak tanımlanır. İşitsel uyarılmış potansiyellerinin fizyolojik temelini oluşturan birçok nöronun senkronize ateşlenmesi uyarının başlama hızına bağımlı olduğundan, uyarın süresine bağımlı değildir [4].

3.5.2.3. Uyarın Tekrar Sayısı

Uyarının saniyedeki tekrarlama oranıdır. Birçok yazar uyarı tekrarlama oranının yükseltilmesiyle ABR dalga latanslarının arttığını, retrokoklear patolojilerde ise bu artışın çok ileri boyutlara vardığını belirtmektedir [4, 12, 44]. Uyarı tekrarlama oranındaki artıştan ABR dalga amplitüdleri de etkilenir. Bu oranın artışı ile amplitüdlere azalır [44].

3.5.2.4. Uyarının Şiddeti

Uyarın şiddetinin değişmesi ABR'nin üç temel kriterini de etkiler. Genel kanaat azalan şiddetle latansların geciktiği, morfolojinin bozulduğu ve amplitüdlere azaldığı yönündedir [7, 9, 12, 50]

3.4.2.5. Uyarın Polaritesi

Polaritenin cevapların latans ve amplitüdünü anlamlı olarak etkilemediği ancak dalga morfolojisini belirgin şekilde etkilediği ortaya konmuştur. ABR ölçümlerinde üç tip uyarın polaritesi vardır. Pozitif polarite (kondensasyon), negatif polarite (rarefaksiyon) ve alterne polaritedir. Bazı araştırmacılar; rarefaksiyon polariteli klikler ile ABR'nin tüm dalgalarının daha net oluştuğunu, kondensasyon kliklerin, erken komponentlerin amplitüdlerini biraz azalttığını belirtmektedirler. Alterne polarite, negatif ve pozitif dalgaların birbiri ardına uygulanması ile oluşur. Alterne polariteli kliklerde, koklear mikrofoniğin baskılanması sonucu traselerin başındaki artifaktların kaybolduğuna dikkat çekmektedirler [4, 44, 52].

3.5.2.6. Kullanılan Kulaklık Tipi

ER-3A insert ve TDH 49 kulaklıklar kullanılmaktadır. İnsert kulaklık kullanımının kulak kanalının kapanmasını engellemesi, uyarın artefaktını yok

etmesi, interaural attenuasyonu 20-30 dB arttırması ve kullanım kolaylığı sağlaması gibi önemli avantajları vardır [4, 44].

3.5.2.7. Uyaranın Veriliş Biçimi

Uyaranlar tek kulağa ya da iki kulağa aynı anda verilebilmektedir, iki kulağa verilen uyaran ile elde edilen ABR'lerde tek kulağa verilen uyaranla elde edilenlere göre V. dalga latans süresi daha kısa, amplitüdü daha büyük elde edilmektedir [4].

3.5.3. Kullanılan Parametrelerle İlgili Etkenler

3.5.3.1. Filtreleme

Filtreleme elektrod tarafından alınan elektriksel aktivite içinde ABR'nin belirlenmesini arttırmayı amaçlayan bir tekniktir. İstenmeyen elektriksel aktivitenin uzaklaştırılması için kullanılmaktadır. ABR ölçümlerinde filtreler belirli frekanslardaki enerjiyi geçirirler. Bu sebebden uygun filtre kullanımı önemlidir. En yaygın filtre kullanımı 100-3000 Hz arasındadır. 100 Hz yüksek geçirgen filtre kayıtlarla karışan artifaktı büyük ölçüde ortadan kaldırmaktadır [12, 44, 52].

3.5.3.2. Analiz Zamanı

İşitsel beyinsapı ölçümlerinde analiz zamanı testin bütün komponentlerini kapsayacak kadar uzun olmalıdır. ABR'de klik veya yüksek frekans tone-burst uyaran kullanılacaksa 15 ms, alçak frekans tone-burst uyaran (0.5-1 kHz) kullanılacaksa 20 ms analiz zamanı tavsiye edilir [4].

3.5.3.3. Averajlama

İşitsel beyinsapı cevapları çok düşük amplitüdlü sinyallerdir. Bu çok düşük amplitüdlü sinyaller beyin ve diğer organların (kas, kalp vs.) elektriksel

aktivitelerinin yarattığı gürültü içinde kaybolurlar. Bu yüzden tek bir uyarıya cevap olarak kaydedilen tek bir potansiyelin tanınıp yorumlanması mümkün değildir. Bu sorun basit ama etkili bir yöntem olan averajlama ile çözülebilir [44]. ABR’de erken latans cevaplar daha düşük amplitüdlü olduğundan daha fazla averajlama yapılırken, orta ve geç latans cevaplar daha büyük amplitüdlü olduğundan daha az averajlama yapılabilir [4]. Beatti ve arkadaşları [56], 1992 yılında normal işiten yetişkinlerde yaptıkları çalışmada ABR’de kullanılan 500 avarejlamanın I, III ve V. dalgaların latans, amplitüd, morfoloji ve güvenilirliğinin ya çok az etkilendiklerini ya da hiç etkilenmediğini rapor etmişlerdir. Ancak şartlar iyiye ABR eşiklerinin tam olarak belirlenmesi için 1000-2000 averajlama kullanılmasında yarar olduğu bildirilmiştir [4].

3.5.3.4. Elektrot Yerleşimi

Uyarılmış işitme potansiyellerinin yüksek voltajda temini, bu potansiyellerin üretildiği alanlara en yakın noktada ve uygun pozisyonda yerleştirilen elektrot lokalizasyonu ile mümkündür. Örneğin V. dalgayı yaratan ve lateral lemniskusta bulunan dipole insan kafatasındaki en yakın nokta, nazofarenks tavanıdır. Bu nedenle aktif ve referans elektrotların vertikal olarak yerleştirilmesi halinde V. dalga en yüksek amplitüdlü olarak elde edilmektedir. Kafatasının çeşitli noktalarına yerleştirilen elektrotlarla elde edilen ABR dalga latanslarında önemli bir fark yokken, amplitüdlerinde belirgin değişiklikler oluşmaktadır [44].

4. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu araştırma Fırat Üniversitesi Hastanesi Kulak Burun ve Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı Odyoloji Ünitesi'nde gerçekleştirildi. Araştırmaya başlamadan önce Fırat Üniversitesi Tıp Fakültesi İnsanlar Üzerinde Yapılacak Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığının 24 Haziran 2011 tarih ve 167 sayılı kararı ile etik kurul onayı alındı (EK A).

4.1. Bireyler

Bu çalışmaya 19-55 yaş arası normal işitmeye sahip sağlıklı 30 gönüllü bireye ait 30 kulak ve 19-55 yaş arası mikst tip işitme kaybı olan 30 bireye ait 30 kulak alındı. Çalışmaya alınan her bireye çalışma hakkında bilgi verildi ve gönüllü olur formları imzalatılarak izinleri alındı (EK B). Hastaların seçilmesinde cinsiyet farkı gözletilmedi.

4.2. Bireylerin Araştırmaya Alınma Kriterleri

Normal işiten ve işitme kayıplı bütün bireylerin kulak burun boğaz muayeneleri yapıldı, kulak ile ilgili hikayeleri detaylı olarak alındı. ABR ölçümleri öncesinde bütün bireylere saf ses odyometri, konuşma odyometrisi, akustik immitansmetri ve TEOAE testleri uygulandı.

Normal işiten (Kontrol Grubu) bireylerin araştırmaya alınma kriterleri:

1. Kulak muayene bulgularının normal olması,
2. Normal sınırlarda işitmeye sahip olması [57],
3. TEOAE testinde geçti sonucu elde edilmiş olması,
4. Konuşmayı ayırt etme skorunun normal sınırlarda olması [58],
5. Çalışmaya katılmaya gönüllü olması.

Normal işiten (Kontrol Grubu) bireylerin araştırmadan dışlanma kriterleri:

Kontrol grubundaki bireylerden; bilinen herhangi bir kronik hastalığı (diyabet, kronik böbrek yetmezliği gibi) olanlar, kulak cerrahisi öyküsü, ototoksik ilaç kullanma öyküsü, akustik ve/veya fiziksel travma öyküsü olanlar çalışma dışı bırakıldı.

İşitme kayıplı (Çalışma Grubu) bireylerin araştırmaya alınma kriterleri:

1. Kronik otiti olup en az üç aydır kulak akıntısı olmaması,
2. Test edilecek kulağın saf ses işitme eşiği ortalaması hava yolu eşikleri için 30 dB HL, kemik yolu eşikleri için 20 dB HL'den yüksek ve hava-kemik aralığı 10 dB HL'den daha yüksek olması,
3. Konuşmayı ayırt etme skorunun normal sınırlarda olması [58],
4. Çalışmaya katılmaya gönüllü olması.

İşitme kayıplı (Çalışma Grubu) bireylerin araştırmadan dışlanma kriterleri:

Çalışma grubuna alınan hastalardan son üç ay içerisinde kulakta akıntı öyküsü, son altı ay içerisinde kulak cerrahisi öyküsü ve bilinen herhangi bir kronik hastalığı (diyabet, kronik böbrek yetmezliği gibi) olanlar çalışma dışı bırakıldı.

4.3. Odyolojik Değerlendirmeler

Çalışma Madsen marka AccuScreen model tarama otoakustik emisyon, Interacoustics marka AZ 26 model timpanometri, Interacoustics marka AC 40 model klinik odyometre ve Medelec marka Synergy model ABR cihazı kullanılarak yapıldı.

4.3.1. Akustik İmmitansmetri

İmmitansmetrik ölçümler Interacoustics AZ 26 model impedansmetre ile TDH-39 hoparlör ile 226 Hz ve 85 dB SPL şiddetinde probe ton kullanılarak yapıldı. Orta kulak basıncı ve akustik refleks eşikleri değerlendirildi.

4.3.2. Saf Ses ve Konuşma Odyometrisi

Tüm odyolojik değerlendirmeler, uygun ses yalıtımlı odalarda standart sessiz kabinde (Industrial Acoustic Company Inc., New York, A.B.D.), Interacoustics AC 40 klinik odyometre ile birlikte TDH 39P Telephonics kulaklıklar kullanılarak havayolu ve konuşmayı alma eşikleri saptandı. Konuşmayı ayırt etme testi yapıldı. Rodioear B-71 marka kemik vibratör kullanılarak kemik yolu işitme eşikleri saptandı.

Her iki kulakta hava yolu işitme eşikleri 250, 500, 1000, 2000, 4000 ve 8000 Hz'te, kemik yolu işitme eşikleri ise 500, 1000, 2000 ve 4000 Hz'te standart limit metodu yöntemi ile tespit edildi.

4.3.3. İşitsel Beyinsapı Cevap Odyometrisi

Kliniğe işitme kaybı şikayetiyle başvuran hastaların komple odyolojik testleri yapıldıktan sonra çalışmaya uygun kriterleri sağlayanlara Medelec Synergy T marka cihazla ve ER-3A insert kulaklıklar kullanılarak ABR testleri yapıldı. Her iki grupta ABR davranımları 100 µs'lik alternate klik ve tone-burst uyaran kullanılarak ipsilateral olarak elde edildi. Bu bireylerle bire bir yaş ve cinsiyet eşleştirilmesi yapılarak kontrol grubu oluşturuldu. Her iki grupta da mutlak latanslar ve intermik latanslar değerlendirildi.

Kayıt sırasında altın kaplama disk elektrodlar, referans elektrot ipsilateral mastoide, aktif elektrod altına ve toprak (ground) elektrodu ise kontralateral

mastoide yerleştirildi. Elektrodlar arası empedans farkının 4 kohm'un altında olmasına dikkat edildi.

Klik ABR; 20/sn tekrarlama sıklığında ve uyarıcı düzeyi 90 ve 70 dB nHL olarak saptandı. Tone-burst ABR; 30/sn tekrarlama sıklığında, uyarıcı düzeyi 0.5, 1 ve 2 kHz için 90 ve 70 dB nHL; 4 kHz için ise 70 dB nHL olarak saptandı. Cihaz 4 kHz tone-burst uyaran için maksimum 80 dB nHL çıkış gücüne sahip olduğundan 4 kHz'de 90 dB nHL'de kayıt yapılamadı. Davranımlar 15 ms kayıtlama aralığında, 100-3000 Hz frekans bandı ile filtrelenip amplifiye edildi. Her bir dalga için 2000 tekrar oranı ile iki ayrı trase oluşturularak dalganın tekrarlanabilirliği sağlandı.

4.4. İstatistiksel Değerlendirme

İstatistiksel değerlendirmeler, SPSS (SPSS for Windows version 12.0) paket programı kullanılarak yapıldı. İstatistiksel değerlendirme sırasında, ABR'de elde edilen latans değerlerinin kontrol ve çalışma gruplarında farklılık gösterip göstermediği “Bağımsız örneklemelerde t testi” kullanılarak değerlendirildi. Latans sürelerinin uzaması ile hava-kemik aralığı arasında ilişki olup olmadığının belirlenmesinde ise “Pearson korelasyon katsayısı” kullanılarak saptandı. $p<0.05$ olduğu durumlar istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

5. BULGULAR

Bu çalışma kontrol ve çalışma grupları olmak üzere iki gruptan oluşmaktadır. Her bir grupta 30 gönüllü olup, çalışmaya toplamda 60 birey katılmıştır. Çalışmaya katılan grupların demografik verileri Tablo 2’de özetlenmiştir.

Tablo 2. Kontrol ve çalışma grubundaki bireylerin demografik verileri

Demografik Veriler			
	Kadın	Cinsiyet Erkek	Yaş (Ort. $\pm$ SD)
Kontrol grubu (n=30)	17	13	39.13 $\pm$ 11.66
Çalışma grubu (n=30)	17	13	39.53 $\pm$ 12.19
Toplam (n=60)	34	26	39.33 $\pm$ 11.83

SD = standart sapma (standard deviation)

Kontrol ve çalışma grubundaki bireylerin 0.5, 1, 2 ve 4 kHz frekanslarındaki saf ses işitme eşiği ortalamaları Tablo 3’te görülmektedir.

Tablo 3. Kontrol ve çalışma grubundaki bireylerin işitme eşiği ortalamaları

İşitme Dereceleri (dB HL)						
		0.5 kHz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	SSO
Kontrol grubu (n=30)	HY = KY	10.66 $\pm$ 5.04	08.50 $\pm$ 3.74	06.83 $\pm$ 2.45	09.50 $\pm$ 4.61	8.96 $\pm$ 3.12
	Gap	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Çalışma grubu (n=30)	HY	52.66 $\pm$ 09.44	50.16 $\pm$ 09.42	43.83 $\pm$ 10.56	52.00 $\pm$ 12.07	50.00 $\pm$ 7.44
	KY	24.16 $\pm$ 09.00	25.33 $\pm$ 08.99	25.66 $\pm$ 08.38	26.50 $\pm$ 10.75	26.03 $\pm$ 6.16
	Gap	28.83 $\pm$ 11.42	25.33 $\pm$ 08.29	18.00 $\pm$ 09.79	26.33 $\pm$ 11.88	23.63 $\pm$ 7.85

HY= hava yolu işitme eşiği, KY= kemik yolu işitme eşiği, Gap= hava-kemik aralığı, dB HL= desibel hearing level, SSO= saf ses ortalaması (0.5, 1, 2 ve 4 kHz’deki saf ses işitme eşiklerinin ortalaması)

Kontrol ve çalışma gruplarında klik ve tone-burst uyaran kullanılarak elde edilen işitsel beyinsapı cevaplarının I, III ve V. dalga latansları ve bunların interpike latansları Tablo 4’te gösterilmiştir.

Tablo 4. Kontrol ve çalışma gruplarında klik ve tone-burst uyaran kullanılarak elde edilen işitsel beyinsapı cevaplarının I, III ve V. dalga latansları ve bunların interpike latansları

	Şiddet (dB nHL)			Kontrol grubu		Çalışma grubu		p değeri
				n	Ortalama ± SD	n	Ortalama ± SD	
klik ABR	90	Latanslar	I	30	1.92 ± 0.24	30	2.12 ± 0.39	0.025
			III	30	4.05 ± 0.19	30	4.43 ± 0.48	0.000
			V	30	5.88 ± 0.23	30	6.48 ± 0.47	0.001
		IPL	I-V	30	3.95 ± 0.26	30	4.35 ± 0.61	0.002
			I-III	30	2.12 ± 0.19	30	2.31 ± 0.51	0.070*
			III-V	30	1.82 ± 0.16	30	2.00 ± 0.38	0.020
	70	Latanslar	I	30	2.37 ± 0.29	30	2.77 ± 0.52	0.001
			III	30	4.62 ± 0.64	30	5.21 ± 0.64	0.001
			V	30	6.43 ± 0.38	30	7.46 ± 0.62	0.000
		IPL	I-V	30	4.06 ± 0.36	30	4.67 ± 0.63	0.000
			I-III	30	2.14 ± 0.27	30	2.43 ± 0.53	0.012
			III-V	30	1.91 ± 0.25	30	2.25 ± 0.41	0.000
0.5 kHz tone-burst ABR	90	Latanslar	I	25	2.52 ± 0.37	28	2.82 ± 0.54	0.022
			III	25	4.76 ± 0.34	28	5.38 ± 0.68	0.000
			V	30	6.85 ± 0.43	30	8.01 ± 1.02	0.000
		IPL	I-V	25	4.34 ± 0.39	28	5.22 ± 0.97	0.000
			I-III	25	2.19 ± 0.27	28	2.55 ± 0.52	0.004
			III-V	25	2.14 ± 0.24	28	2.67 ± 0.60	0.000
	70	Latanslar	I	23	3.33 ± 0.44	24	3.51 ± 0.55	0.213*
			III	23	5.49 ± 0.78	26	6.43 ± 0.95	0.001
			V	30	7.99 ± 0.71	30	9.41 ± 1.14	0.000
		IPL	I-V	23	4.59 ± 0.63	25	5.80 ± 0.93	0.000
			I-III	23	2.23 ± 0.28	24	2.80 ± 0.60	0.000
			III-V	23	2.36 ± 0.53	27	3.00 ± 0.59	0.000
1 kHz tone-burst ABR	90	Latanslar	I	26	2.33 ± 0.34	22	2.57 ± 0.45	0.050
			III	27	4.77 ± 0.26	23	5.20 ± 0.68	0.005
			V	30	6.89 ± 0.49	30	7.85 ± 0.93	0.000
		IPL	I-V	26	4.61 ± 0.53	22	5.37 ± 0.92	0.001
			I-III	26	2.42 ± 0.33	21	2.64 ± 0.63	0.139*
			III-V	27	2.18 ± 0.38	23	2.71 ± 0.60	0.000
	70	Latanslar	I	22	3.01 ± 0.41	23	3.37 ± 0.52	0.014
			III	23	5.55 ± 0.60	23	6.41 ± 0.95	0.001
			V	30	7.94 ± 0.76	30	9.15 ± 1.09	0.000
		IPL	I-V	22	4.98 ± 0.65	22	5.92 ± 0.92	0.000
			I-III	22	2.59 ± 0.46	19	3.17 ± 0.59	0.001
			III-V	23	2.37 ± 0.46	22	2.81 ± 0.58	0.007
2 kHz tone-burst ABR	90	Latanslar	I	30	2.13 ± 0.38	30	2.52 ± 0.38	0.000
			III	30	4.48 ± 0.34	30	5.11 ± 0.48	0.000
			V	30	6.56 ± 0.29	30	7.48 ± 0.71	0.000
		IPL	I-V	30	4.42 ± 0.42	30	4.96 ± 0.54	0.000
			I-III	30	2.35 ± 0.35	30	2.59 ± 0.29	0.006
			III-V	30	2.10 ± 0.36	30	2.37 ± 0.46	0.016
	70	Latanslar	I	30	2.78 ± 0.47	30	3.11 ± 0.53	0.014
			III	30	5.18 ± 0.47	30	5.91 ± 0.83	0.000
			V	30	7.10 ± 0.51	30	8.55 ± 0.88	0.000
		IPL	I-V	30	4.42 ± 0.51	30	5.42 ± 0.70	0.000
			I-III	30	2.40 ± 0.40	30	2.80 ± 0.63	0.005
			III-V	30	2.02 ± 0.31	30	2.63 ± 0.59	0.000
4 kHz tone-burst ABR	70	Latanslar	I	30	2.23 ± 0.38	30	2.68 ± 0.54	0.000
			III	30	4.51 ± 0.33	30	5.01 ± 0.72	0.001
			V	30	6.51 ± 0.33	30	7.38 ± 0.67	0.000
		IPL	I-V	30	4.27 ± 0.36	30	4.69 ± 0.51	0.001
			I-III	30	2.27 ± 0.29	30	2.32 ± 0.49	0.695*
			III-V	30	1.99 ± 0.27	30	2.37 ± 0.41	0.000

(* p değeri > 0.05, kontrol grubuna göre çalışma grubundaki latans uzaması istatistiksel olarak anlamlı değil)

Çalışma grubundaki bireylerle kontrol grubundaki bireylerin ABR latansları karşılaştırıldığında, çalışma grubundaki bireylerin latans değerlerinin daha uzun olduğu görüldü. Çalışma grubunda 90 dB nHL’de klik uyaran kullanılarak kaydedilen I, III ve V. dalga latansları kontrol grubundaki bireylere göre istatistiksel olarak anlamlı derecede uzamıştı (sırasıyla $p=0.025$, $p=0.00$, $p=0.00$). Çalışma grubunda 70 dB nHL’de klik uyaran kullanılarak kaydedilen I, III ve V. dalga latans sürelerinin kontrol grubuna göre istatistiksel olarak daha uzun olduğu saptandı (sırasıyla $p=0.001$, $p=0.001$ ve $p=0.00$). Klik uyaran kullanılarak 90 ve 70 dB nHL’de kaydedilen I-V, III-V interpik latans sürelerinin kontrol grubuna göre çalışma grubunda istatistiksel olarak anlamlı şekilde uzadığı görüldü ($p=0.002$, $p=0.020$).

Çalışma grubunda 90 dB nHL’de 0.5, 1 ve 2 kHz; 70 dB nHL’de 0.5, 1, 2 ve 4 kHz tone-burst uyaran kullanılarak kaydedilen V. dalga latans sürelerinin kontrol grubuna göre daha uzun olduğu saptandı ($p<0.01$).

Ancak 90 dB nHL’de klik uyaran kullanılarak elde edilen I-III interpik latansında, 70 dB nHL’de 0,5 kHz tone-burst uyaran kullanılarak elde edilen I. dalga mutlak latansında, yine 70 dB nHL’de 4 kHz tone-burst uyaran kullanılarak elde edilen I-III interpik latansında ve 90 dB nHL’de 1 kHz tone-burst uyaran kullanılarak elde edilen I-III interpik latansındaki uzamalar istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p>0.05$).

Kullanılan ABR cihazının 4 kHz tone-burst uyaran kullanıldığında maksimum çıkış gücü 80 dB nHL olduğundan, 90 dB nHL’de kayıt yapılamadı.

Çalışma grubunda hava ve kemik yolu saf ses işitme eşikleri ortalaması ile klik ve tone-burst uyaran kullanılarak ABR’de elde edilen V. dalga latanslarının karşılaştırılması Tablo 5’te verilmiştir.

Tablo 5. Çalışma grubunda hava ve kemik yolu saf ses işitme eşiği ortalamaları ile klik ve tone-burst uyaran kullanılarak ABR’de elde edilen V. dalga latanslarının karşılaştırılması (n=30)

	Şiddet (dB nHL)	Pearson korelasyon katsayısı		
		HY	KY	Gap ort.
Klik ABR	90	0.32	0.08	0.17
	70	0.33	0.05	0.23
0.5 kHz	90	0.43	-0.06	0.47
tone-burst ABR	70	0.35	-0.07	0.40
1 kHz	90	0.48	-0.21	0.68
tone-burst ABR	70	0.36	-0.20	0.59
2 kHz	90	0.40	0.47	-0.03
tone-burst ABR	70	0.31	0.36	-0.31
4 kHz				
tone-burst ABR	70	0.28	-0.17	0.47

Pearson korelasyon katsayısı: 0-0.25→Çok zayıf, 0.26-0.49→Zayıf, 0.50-0.69→Orta, 0.70-0.89→Yüksek, 0.90-1.00→Çok yüksek

Saf ses hava yolu işitme eşiği ortalaması ile 90 ve 70 dB nHL’de klik uyaran kullanılarak elde edilen V. dalga latansı arasında pozitif yönlü zayıf düzeyde bir korelasyon saptandı (sırasıyla $r=0.32$, $r=0.33$). Ancak kemik yolu işitme eşiği ile V. dalga latansı arasında bir korelasyon gözlenmedi. 70 dB nHL’de hava-kemik aralığı ortalaması ile V. dalga latansı arasında pozitif yönlü zayıf bir korelasyon görüldü ($r=0.23$).

Çalışma grubunda 90 dB nHL’de 0.5 kHz tone-burst uyaran kullanılarak elde edilen V. dalga latansı ile havayolu saf ses işitme eşiği ortalaması ve benzer şekilde hava-kemik aralığı ortalaması arasında pozitif yönlü zayıf düzeyde korelasyon (sırasıyla $r=0.43$, $r=0.47$) elde edildi. 90 ve 70 dB nHL’de 1 kHz tone-burst uyaran kullanılarak kaydedilen V. dalga latansı ile havayolu saf ses işitme eşiği ortalaması arasında pozitif yönlü zayıf düzeyde korelasyon (sırasıyla

$r=0.48$, $r=0.36$) saptanırken, hava-kemik aralığı ortalamasıyla V. dalga latansı arasında pozitif yönlü fakat orta düzeyde bir korelasyon ($r=0.68$, $r=0.59$) saptandı.

Tone-burst uyaran kullanılarak 2 kHz ve 90 dB nHL’de kaydedilen V. dalga latansları ile saf ses hava ve kemik yolu işitme eşikleri ortalamaları arasında pozitif yönlü zayıf düzeyde bir korelasyon gözlemlendi ($r=0.40$, $r=0.47$). Ancak V. dalga latansı ile hava-kemik aralığı ortalamaları arasında bir korelasyon gözlenmedi ($r=-0.03$). 70 dB nHL ve 4 kHz tone-burst uyaran kullanılarak elde edilen V. dalga latansı ile saf ses hava yolu ve hava-kemik aralığı ortalamaları arasında ise pozitif yönlü zayıf düzeyde korelasyon saptanırken ($r=0.28$, $r=0.47$), kemik yolu işitme eşiği ile V. dalga latansı arasında negatif yönlü çok zayıf düzeyde bir korelasyon saptandı.

Çalışma grubundaki bireylerde gözlenen saf ses işitme eşiğindeki hava-kemik aralığı ile işitsel beyinsapı latansları arasındaki ilişki Tablo 6’da gösterildi.

Saf ses işitme eşiklerindeki hava-kemik aralığı ile klik uyaran kullanılarak kaydedilen V. dalga latans süreleri incelendiğinde en fazla korelasyon 90 dB nHL’de 4 kHz’de görüldü ($r=0.045$).

Tone-burst uyaran kullanılarak 0.5 kHz’de kaydedilen latans süreleri ile hava-kemik aralığı arasında pozitif yönlü bir korelasyon görüldü. En güçlü korelasyon 90 dB nHL’de III. ve V. dalga latanslarında saptandı ($r=0.52$, $r=0.50$). Benzer şekilde tone-burst uyaran kullanılarak 1 kHz’de kaydedilen latans değerleri ile hava-kemik aralığı arasında pozitif yönlü korelasyonlar gözlemlendi. Orta düzeydeki korelasyonlar 90 dB nHL, I-V ve 70 dB nHL, III-V interpike latanslarında elde edildi ($r=0.51$, $r=0.50$).

Tablo 6. Çalışma grubunda saf ses işitme eşiği hava-kemik aralığı ile klik ve tone-burst ABR dalga latansları arasındaki ilişki (* pearson korelasyon katsayısı)

Saf ses işitme eşikleri hava kemik aralığı								
	Şiddet (dB nHL)		n	0.5 kHz Gap	1 kHz Gap	2 kHz Gap	4 kHz Gap	Gap ort.
klik ABR	90	Latanslar	I	30	0.32	0.00	0.10	0.02
			III	30	0.22	-0.04	0.01	0.31
			V	30	0.12	0.00	0.18	0.45
		IPL	I-V	30	-0.08	0.00	0.07	0.35
			I-III	30	-0.04	-0.04	-0.06	0.28
			III-V	30	-0.17	0.00	0.04	0.11
		Latanslar	I	30	0.38	0.24	0.22	0.17
			III	30	0.32	0.09	0.11	0.32
			V	30	0.22	0.18	0.14	0.28
	70	IPL	I-V	30	-0.07	0.00	0.03	0.15
			I-III	30	0.00	-0.12	-0.09	0.21
			III-V	30	-0.15	0.12	-0.06	0.16
	90	Latanslar	I	28	0.34			0.27
			III	28	0.52			0.53
			V	30	0.50			0.47
		IPL	I-V	28	0.33			0.35
			I-III	28	0.33			0.41
			III-V	28	0.25			0.20
		Latanslar	I	24	0.37			0.05
			III	26	0.40			0.31
			V	30	0.42			0.39
0.5 kHz tone-burst ABR	70	IPL	I-V	25	0.16			0.23
			I-III	24	0.18			0.22
			III-V	27	0.17			0.28
	90	Latanslar	I	22		0.08		0.00
			III	23		0.41		0.54
			V	30		0.44		0.68
		IPL	I-V	22		0.51		0.73
			I-III	21		0.46		0.53
			III-V	23		0.29		0.58
	70	Latanslar	I	23		0.04		0.20
			III	23		0.05		0.42
			V	30		0.38		0.59
1 kHz tone-burst ABR	70	IPL	I-V	22		0.49		0.56
			I-III	19		0.15		0.23
			III-V	22		0.50		0.59
	90	Latanslar	I	30			0.17	0.07
			III	30			-0.10	0.00
			V	30			-0.03	-0.03
		IPL	I-V	30			-0.18	-0.09
			I-III	30			-0.24	-0.10
			III-V	30			-0.03	-0.03
2 kHz tone-burst ABR	70	Latanslar	I	30			0.15	0.10
			III	30			0.03	-0.12
			V	30			0.02	-0.03
		IPL	I-V	30			-0.07	-0.09
			I-III	30			-0.08	-0.25
			III-V	30			-0.01	0.12
4 kHz tone-burst ABR	70	Latanslar	I	30			0.30	0.32
			III	30			0.32	0.24
			V	30			0.43	0.47
		IPL	I-V	30			0.46	0.48
			I-III	30			0.11	0.04
			III-V	30			0.46	0.54

* Pearson korelasyon katsayısı: 0-0.25→Çok zayıf, 0.26-0.49→Zayıf, 0.50-0.69→Orta, 0.70-0.89→Yüksek, 0.90-1.00→Çok yüksek

Tone-burst uyaran kullanılarak 2 kHz'de elde edilen latans süreleri ile 2 kHz saf ses işitme eşiği hava-kemik aralığı arasında önemli bir korelasyon saptanmadı. Ancak, tone-burst uyaran kullanarak 4 kHz'de elde edilen latans süreleriyle, 4 kHz saf ses işitme eşiği hava-kemik aralığı arasında pozitif yönlü zayıf düzeyde korelasyonlar görüldü. Bu ilişki en fazla sırasıyla I-V, III-V intermik latansı ile V. dalga latanslarında gözlemlendi ($r=0.46$, $r=0.46$ ve $r=0.43$).

Saf ses işitme eşiklerinde elde edilen hava-kemik aralığı ortalaması ile klik ve tone-burst ABR'de elde edilen latans süreleri arasındaki ilişki incelendiğinde, orta ve yüksek düzeydeki korelasyonların 1 kHz tone-burst uyaran kullanılarak elde edilen V. dalga latansı ve I-V intermik latansı'nda olduğu saptandı ($r=0.68$, $r=0.73$).

6. TARTIŞMA

Mikst tip işitme kayıplarında hava ve kemik yolu işitme eşiklerinin tespiti özellikle simetrik işitme kayıpları için klinisyeni zorlayan bir süreçtir. Bu zorluk hastaların kooperasyonunu etkileyen faktörlerle daha belirgin hale gelebilir. Yaşlanma ve buna bağlı olarak dikkatte azalma eşik tespitinde sıkıntılara yol açabilir. Ayrıca simetrik mikst tip işitme kaybına sahip hastalarda maskeli kemik yolu işitme eşiğini belirlemek, hava-kemik aralığını tespit etmek ve güvenilir sonuçlara ulaşmak zaman alabilir. Mikst tip işitme kayıpları geniş vestibüler kanal sendromu gibi konjenital hastalıklarda, orta kulakla birlikte iç kulağıda etkileyen kulak enfeksiyonlarında ve otosklerozda sıklıkla görülmektedir [27, 59, 60]. İşitme kayıplarının tanısında konvansiyonel odyometri ile birlikte ABR'de kullanılmaktadır. Çalışmamızda 19–55 yaş arası mikst tip işitme kayıplı yetişkinlerde klik ve tone-burst ABR kullanılarak elde edilen cevapların latansları ile hava-kemik aralığı arasındaki ilişki değerlendirildi.

Yapılan çalışmalarda yaş, cinsiyet, uyaran şiddeti, uyaran tekrar oranı, vücut ısısı, ilaç kullanılması ve işitme kaybının tipi, derecesi ve konfigürasyonu gibi etkenlerin ABR sonuçlarında değişikliklere neden olduğu gösterilmiştir [1, 61-63]. Yaş bu faktörlerin en önemlilerinden birini oluşturmaktadır. Yaş ile ABR latansları arasındaki ilişkiyi araştıran çalışmalarda sıklıkla V. dalga latansı ile I-V intermik latansı değerlendirilmiştir. Bazı araştırmacılar 5 yaşı [64, 65], bazılarıda 5-10 yaşı [66, 67] erişkin cevaplarına benzer sonuçların alındığı yaş olarak belirtmişlerdir. Buna karşın yaşlanmaya bağlı olarak (presbiakuzi) bazal membran üzerindeki tüylü hücrelerin hasar görmesi veya bazal membranın kalınlaşması; spiral gangliondaki hücrelerin, sinir liflerinin ve kokleayı besleyen stria

vaskülarisin dejenerasyonu veya ligamentum spiralede atrofi oluşması gibi nedenlerle işitme kaybı ortaya çıkabilmektedir [68, 69].

Presbiakuzi ile ilgili çalışmaların çoğunda ABR amplitüdlerinin azaldığı [69-72] ve V. dalga latans süresinin uzadığı görülmüştür [71, 73-75]. Torre ve Fowler [72], 2000 yılında yaptıkları çalışmada genç maymunlardaki I, II ve IV. dalga amplitüdünün yaşlı maymunlara oranla daha büyük olduğunu göstermişlerdir. Rowe [73], ortalamaları 25 ve 65 yaş olan erişkinlerde yaptığı çalışmada, uyaran tekrar sayısı arttıkça I, III ve V. dalganın mutlak latansı ile I-III intermik latansının geciktiğini ancak III-V intermik latansının değişmediğini bildirmiştir. Oku ve ark. [76], yüksek frekanslara doğru işitme kaybı artan (4-8 kHz) erişkinlerde (50-89 yaş arası) yaptıkları çalışmada; I, III ve V. dalga latanslarının geciktiğini rapor etmişlerdir. Boettcher [69], 60-80 yaş arası presbiakuzili hastalarda yaptığı çalışmada III. ve V. dalga latanslarının ve I-V intermik latansının anlamlı bir şekilde geciktiğini rapor etmiştir. Yaşın ABR dalga morfolojisi üzerine olan etkilerini minimize etmek için çalışmamıza 19-55 yaş arası mikst tip işitme kayıplı yetişkinler dahil edilmiştir.

Mikst tip işitme kayıplarında hastalığın ilerlemesine paralel olarak (kronik otitlerde ve otosklerozda) zamanla hem hava hemde kemik eşiklerinde düşmeler görülebilir. Bunun nedeni hastalık sürecinde kulak zarı, orta kulak ve kemikçiklerdeki hasarın artması ile hava yolu eşiklerinde; bazı toksinlerin ve ilaçların yuvarlak pencere yoluyla iç kulağa geçmesi nedeniyle de kemik yolu eşiklerinde düşmeler olmasıdır [32, 33, 77-79]. Bizim çalışmamıza sabit hava ve kemik yolu işitme eşiklerine ulaşmak amacıyla aktif enfeksiyonu olmayan kronik otitli hastalar dahil edilmiştir. Hastaların hava-kemik aralığı ile ABR latansları

arasındaki ilişki incelendiğinde; hastaların işitme dereceleri, işitme kayıplı geçirdikleri süreden bağımsız olarak ele alınmıştır.

İşitme kayıplı hastanın değerlendirilmesinde konuşmayı ayırt etme (speech discrimination) skoru normal işiten ve iletim tipi işitme kayıplarında %90'ın üzerindedir ancak sensörinöral tip işitme kayıplarında %90'ın altına düşer. Koklear tip işitme kayıplarında diskriminasyon uzun süre iyi kalır, retrokoklear işitme kayıplarında ise koklear işitme kayıplarına göre diskriminasyon belirgin bir şekilde düşük saptanır [1]. Mikst tip işitme kaybı arttıkça konuşmayı ayırt etme düşer [36]. Retrokoklear patolojileri ekarte edebilmek için konuşmayı ayırt etme skoru normal düzeyde olan hastalar çalışmaya dahil edilmiştir.

İşitsel beyinsapı cevabı günümüzde odyolojik ve otonörolojik değerlendirmede önemli bir yere sahiptir [52, 62]. Klinikte en çok işitme eşiği tayininde ve retrokoklear patolojilerin ayırıcı tanısında kullanılmaktadır. Son yıllarda potansiyel işitme kaybı yaratabilecek sistemik hastalıklarda da işitme kaybı açısından erken tanı aracı olarak kullanılabileceği belirtilmektedir [80, 81]. ABR cevaplarından ayırıcı tanıda en çok kullanılanları I, III ve V. dalga latansları ile bu dalgaların interpik latanslarıdır [7, 62, 82, 83].

İşitsel beyinsapı cevaplarında iki temel uyaran olan klik ve tone-burst uyaranlar kullanılır. Klik uyaran, kulak zarı üzerinde geniş bir alanda akustik enerji yoğunlaşmasına neden olduğundan geniş frekans bölgelerini (2-4 kHz) uyarabilme kapasitesine sahiptir bu da klik uyaranın frekansa spesifitesini azaltır [4, 8, 49]. Tone-burst uyaranın ise yükselme ve plato süresi ne kadar uzun olursa, kokleada uyardığı frekans alanı o kadar daralır. Böylece uyaran, sınırlı frekans bandında kokleayı uyarmaya eğilim göstererek frekans seçiciliğini artırır. Buna

karşın, bu tür uyaranların yarattığı senkronize aktivitenin zayıflığı nedeniyle, elde edilen yanıtların amplitüdü düşer ve dalgaların tanınabilirliği azalır. Oysa yükselme ve iniş süreleri kısa olan uyaranlar daha fazla senkronize yanıtlar ortaya çıkarmaktadır. Ancak bu tür uyaranlarda büyük spektral saçılmalara neden olduklarından diğer frekanslardan etkilenir ve böylece dalga tanınabilirliği artar ancak frekansa özgülüğü bozulur. [12, 84-86]. Çalışmamızda ABR’de I, III ve V. dalga eşikleri değerlendirilmemiş, latans süreleri değerlendirmeye alınmıştır. Bu nedenle eşik seviyesi üzerindeki ses şiddeti olan 90 ve 70 dB nHL düzeyinde klik ve tone-burst uyaranlar kullanılarak ABR testleri yapılmıştır.

1997 yılında Japon ve Amerikalı araştırmacılar ABR ile işitme eşiklerinin başarıyla belirlenebileceğini rapor etmişlerdir. Ancak bazı araştırmacılar ise bu konuda fikir ayrılığına düşmektedir [10, 87, 88]. Stapells ve ark. [11], normal işiten ve sensorinöral işitme kayıplı infant ve çocuklarda yaptıkları çalışmada, tone-burst ABR ile saf ses işitme eşiklerini karşılaştırmış ve iki test yöntemi arasında yüksek korelasyon bulmuşlardır. Munnerley ve ark. [89], normal işitenlerde tone-burst uyaranlarla yaptıkları çalışmalarda elektrofizyolojik eşikleri, saf ses eşiklerinin yaklaşık 10 dB HL üzerinde saptadıklarını ancak 0.5 kHz’de bu farkın çok daha fazla olduğunu bildirmişlerdir [12].

Bu çalışmada normal işiten bireylerdeki ABR latans değerleri çalışmanın yapıldığı kliniğin standart değerleriyle uygundur. Bu durum kullanılan test cihazı ve test yönteminin güvenilir olduğunu desteklemektedir [52].

Muş ve ark. [90], ABR’nin morfolojik ve sayısal analizi ile işitme yollarını etkileyen posterior fossa tümörlerinin %100’e yakın doğruluk oranında teşhisinin yapılabileceğini belirtmektedirler. Fırat ve ark. [83]’nın çocukluk yaş grubundaki

migren hastalarında yapmış olduğu ABR çalışmasında, migren atakları esnasında SNİK saptamışlar ve V. dalga mutlak latansı ile I-V intermik latansında gecikme elde etmişlerdir. Nuzumlalı ve ark. [91], ağır kafa travması geçirmiş hastalarda yaptıkları çalışmada III. ve V. dalga latans süreleri ile I-V intermik latansının anlamlı bir şekilde uzadığını saptamışlardır. Diabetli hastalarda yapılan çalışmalarda III. ve V. dalga mutlak latansı ile I-V intermik latansının anlamlı düzeyde geciktiği görülmüştür [92-95].

İletim tipi işitme kayıplarında kokleanın ürettiği elektriksel sinyal azalır. Bunun sonucunda ABR’de bütün dalga latansları paralel olarak gecikir. Ancak intermik latanslarda normale oranla bir değişiklik gözlenmez. İletim tipi işitme kayıplarında latans-şiddet eğrileri normal işiten kişilerden elde edilen eğrilerin üzerinde ve ona paraleldir [53, 96, 97]. McGee ve Clemis [98] iletim tipi işitme kayıplarında gerçek odyolojik eşikler ile ABR’de elde edilen eşikler arasında iyi bir korelasyon saptamışlardır. Benzer şekilde Fria ve Sabo [99] iletim tipi işitme kayıplarında normal değerine göre ABR’de 0.3 ms gecikmiş bir V. dalga latansının saf ses eşiklerinde yaklaşık 10 dB HL’lik bir iletim tipi işitme kaybına denk geldiğini ileri sürmüşlerdir.

Sensorinöral tip işitme kayıplarında ise durum iletim tipinden farklıdır. SNİK’de kokleada üretilen sinyalin değerindeki azalma İTİK’e oranla çok azdır. Ancak üretilen sinyalin kalitesinde bozulma vardır. Bunun sonucunda SNİK ile ABR bulguları arasında değişik bir korelasyon meydana gelir [100]. Selters ve Brackmann [101]’a göre 50 dB HL’den az SNİK’de V. dalga latansı normale oranla bir değişiklik göstermez ancak bunun üzerindeki SNİK’lerde V. dalganın latansı uzamaya başlar. Rosenhamer [102]’e göre 30-40 dB HL’den sonra latans

süresi gecikmeye başlar. İşitme kaybı artışına paralel olarak, latans da gittikçe artar. Ağır koklear işitme kayıplarında, tüm frekansların etkilenmesi nedeniyle hiçbir ABR dalgası elde edilmez. Bazı yazarlara göre ise yüksek frekanslı koklear işitme kayıplarında I. dalga latansındaki artış diğer komponentlere göre daha belirgin olduğundan, I-V intermik latansı normale oranla biraz dardır [53, 103, 104].

Litaretürde mikst tip işitme kayıplı hastalarda hava-kemik aralığı ile ABR'de dalga latanslarını değerlendiren çalışmaya rastlanmamıştır. İletim tipi işitme kayıplarında intermik latanslarda değişiklik olmaksızın mutlak latanslarda simetrik bir gecikme beklenmektedir. Buna karşın sensörinöral tip işitme kayıplarında dalga latanslarıyla birlikte intermik latanslarda da uzama beklenir. Bu çalışmadaki hasta popülasyonu mikst tip işitme kayıplı bireylerden oluşmaktadır. 90 ve 70 dB nHL'de yapılan klik ABR'de normal işitme düzeyine sahip kontrol grubuna göre mikst tip işitme kayıplarından oluşan çalışma grubunda V. dalga latans süresi ile I-V intermik latansında istatistiksel olarak anlamlı bir uzama saptandı. Benzer şekilde çalışma grubunda tone-burst uyararla 90 dB nHL'de yapılan 0.5, 1 ve 2 kHz; 70 dB nHL'de 0.5, 1, 2 ve 4 kHz'de ABR'de kaydedilen V. dalga latans süresinin kontrol grubuna göre daha uzun olduğu görüldü ($p<0.01$).

Bu çalışmada saf ses işitme eşiklerindeki hava-kemik aralığı ortalamaları ile tone-burst uyararı kullanılarak 0.5, 1 ve 4 kHz ABR'de elde edilen V. dalga ve I-V intermik latans süreleri arasında pozitif yönlü zayıf ve orta düzeyde korelasyonlar elde edildi. Ancak, 2 kHz'de tone-burst uyararı kullanarak elde edilen ABR yanıtlarıyla hava-kemik aralığı arasında sabit bir korelasyon

saptanmadı. Bunun nedeni çalışma grubunu orta derece mikst tip işitme kayıplı bireylerin oluşturması ve bu gruptaki bireylerin 2 kHz saf ses işitme eşiklerindeki hava-kemik aralığının diğer frekanslara göre daha dar olması olabilir.

Bu çalışma planlanırken sadece hava yolu klik veya tone-burst uyaran kullanılarak mikst tip işitme kayıplarında hava-kemik aralığının tahmin edebileceği düşünülmüştü. Aslında yapılan çalışma hava-kemik aralığı ile V. dalga veya I-V interpik latans sürelerinin uzaması arasında pozitif bir ilişki olduğunu da ortaya koydu. Ancak V. dalga veya I-V interpik latanslarındaki gecikmenin saf ses işitme eşiklerinde kaç dB HL'lik hava-kemik aralığından oluştuğunu söyleyebilmek için daha fazla olgudan oluşan ileriki çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

7. KAYNAKLAR

1. Akyıldız AN. Kulak Hastalıkları ve Mikrocerrahisi. Ankara: Bilimsel Tıp Yayınevi,1998.
2. Ingham NJ, Thornton SK, Comis SD, Withington DJ. The auditory brainstem response of aged guinea pigs. *Acta Otolaryngol* 1998; 118: 673-680.
3. Kochanek K, Skarżyński H, Janczewski G, Dobrzyński P, Piłka A. Frequency-specificity of auditory brainstem responses elicited by 500 Hz tone-pip with Gaussian envelope in normal hearing and sensorineural hearing loss. *International Congress Series* 2003; 1240: 257-261.
4. Hall JW. *New Handbook of Auditory Evoked Responses*. Boston: Pearson, 2007.
5. Burkard RF, Don M. The auditory brainstem response. Burkard RF, Eggermont JJ, Don M. (Editors). *Auditory Evoked Potentials: Basic Principles and Clinical Application*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins 2007: 229-248.
6. Brown CJ. İşitmenin elektrofizyolojik olarak belirlenmesi. Cummings CW, Flint PW, Harker LA, et al. (Editors). Koç C. (Çeviri Editörü). *Cummings Otolaringoloji Baş ve Boyun Cerrahisi*. 4. Cilt, Ankara: Öncü Basımevi 2007: 3466-3482.
7. Pinto FR, Matas CG. A comparison between hearing and tone burst electrophysiological thresholds. *Rev Bras Otorrinolaringol* 2007; 73: 513-522.
8. Sininger YS, Abdala C. Hearing threshold as measured by auditory brain stem response in human neonates. *Ear Hear* 1996; 17: 395-401.
9. Gorga MP, Johnson TA, Kaminski JR, et al. Using a combination of click- and tone burst-evoked auditory brain stem response measurements to estimate pure-tone thresholds. *Ear Hear* 2006; 27: 60-74.
10. Stapells DR. Threshold estimation by the tone-evoked auditory brainstem response: a literature meta-analysis. *J Speech Lang Pathol Audiol* 2000; 24: 74-83.
11. Stapells DR, Gravel JS, Martin BA. Thresholds for auditory brain stem responses to tones in notched noise from infants and young children with normal hearing or sensorineural hearing loss. *Ear Hear* 1995; 16: 361-371.
12. Durgut M. Normal işiten ve sensorinöral işitme kayıplı erişkin bireylerde tonal beyinsapi işitsel uyarılmış potansiyelleri ile elde edilen eşiklerin saf ses odyometriyle elde edilen eşiklerle karşılaştırılması. Yüksek Lisans, İzmir: Dokuz Eylül, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2010.
13. Schuenke M, Schulte E, Schumacher U. *Thieme Atlas of Anatomy*. New York: Thieme, 2010.
14. Aoki H, Sando I, Takahashi H. Anatomic relationships between Ostmann's fatty tissue and eustachian tube. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1994; 103: 211-214.
15. Akyol MU, Saraç S, Sennaroğlu G. Kulak. Önerci M. (Editör). *Sorularla Kulak Burun Boğaz Hastalıkları*. Ankara: Güneş Kitabevi, 2001: 175-220.
16. Esmer N, Akıner NM, Karasalihoğlu AR, Saatçi MR. *Klinik Odyoloji*. 1.Baskı, Ankara: Özışık Matbaacılık, 1995.
17. Clark WW. Macromechanics: basilar membran responses. Clark WW, Ohlemiller KK. (Editors). *Anatomy and Physiology of Hearing for Audiologists*. Canada: Cengage Learning 2008: 123-136.

18. Netter FH, Craig JA, Perkins J, Hansen JT, Koeppen BM. Atlas of Neuroanatomy and Neurophysiology. USA: Custom Communications, 2002.
19. Mandanoğlu NA. Erişkinlerde görülen işitme kayıpları. Otokop 2003; 2: 83-89.
20. Ganong WF. Tıbbi Fizyoloji. Türk Fizyolojik Bilimler Derneği Ankara (Çeviren). 5. Baskı, İstanbul: Barış Kitapevi, 1999.
21. Başar F, Belgin E. Sigara kullananlarda yüksek frekans işitme eşiklerinin değerlendirilmesi. Kulak Burun Boğaz İhtis Derg 2008; 18: 19-23.
22. Belgin E. İşitme fizyolojisi. Koç C. (Editör). Kulak Burun Boğaz Hastalıkları ve Baş-Boyun Cerrahisi. 2. Baskı, Ankara: Öncü Basımevi 2004: 63-71.
23. Genç GA, Ertürk BB, Belgin E. Yenidoğan işitme taraması: başlangıçtan günümüze. Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi 2005; 48: 109-118.
24. Patrick JA. "An overview of hearing loss". http://www.ent.ufl.edu/files/conditions/hearing_loss_9_04.pdf 28.06.2012.
25. Shemesh R. "Hearing Impairment: Definitions, Assessment and Management". <http://cirrie.buffalo.edu/encyclopedia/en/article/272/> 28.06.2012.
26. Valvassori GE, Clemis JD. The large vestibular aqueduct syndrome. Laryngoscope 1978; 88: 723-728.
27. Alataş N, Sennaroğlu G, Sennaroğlu L, Öğretmenoğlu O, Gürsel B. Geniş vestibüler kanal sendromu. Otokop 2000; 3: 128-131.
28. Arcand P, Desrosiers M, Dube J, Abela A. The large vestibular aqueduct syndrome and sensorineural hearing loss in the pediatric population. J Otolaryngol 1991; 20: 247-250.
29. Gün R. Kronik süperatif otitis mediada yas, hastalık süresi ve kolesteatom varlığının sensorinöral işitme kaybı ile ilişkisi. Dicle Tıp Dergisi 2009; 36: 117-122.
30. Bluestone C, Klein O. OtitisMedia İn Infants And Children. Philadelphia: W.B Saunders Company, 2001.
31. Karlıdağ T. Kronik otitis media komplikasyonları. Kulak Burun Boğaz Özel Dergisi 2011; 4: 55-64.
32. Paparella MM, Goycoolea MV, Schachern PA, Sajjadi H. Current clinical and pathological features of round window diseases. Laryngoscope 1987; 97: 1151-1560.
33. Lundman L, Santi PA, Morizono T, et al. Inner ear damage and passage through the round window membrane of Pseudomonas aeruginosa exotoxin A in a chinchilla model. Ann Otol Rhinol Laryngol 1992; 101: 437-444.
34. Makarem AO, Hoang TA, Lo WW, Linthicum FH, Jr., Fayad JN. Cavitating otosclerosis: clinical, radiologic, and histopathologic correlations. Otol Neurotol 2010; 31: 381-384.
35. Kutlar G. Mikst tip işitme kaybı olan otosklerozlu hastaların bilgisayarlı tomografi bulgularının değerlendirilmesi. Uzmanlık Tezi, Samsun: Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Tıp Fakültesi, 2011.
36. Hannley MT. Audiologic characteristics of the patient with otosclerosis. Otolaryngol Clin North Am 1993; 26: 373-87.

37. Akdaş FV. Çocuklarda sensörinöral işitme kayıpları. Çelik O. (Editör). Kulak Burun Boğaz Hastalıkları ve Baş Boyun Cerrahisi. 2. Baskı, İzmir: Asya Tıp Kitapevi 2007: 63-76.
38. Shield B. "Evaluation Of The Social And Economic Costs Of Hearing Impairment". http://www.hear-it.org/multimedia/Hear_It_Report_October_2006.pdf 2006 28.06.2012.
39. Kemp DT. Stimulated acoustic emissions from within the human auditory system. J Acoust Soc Am 1978; 64: 1386-1391.
40. James AL. The Assessment of Olivocochlear Function in Neonates with Real-Time Distortion Product Otoacoustic Emissions. Laryngoscope 2011; 121: 202-213.
41. Sohmer H, Feinmesser M. Cochlear action potentials recorded from the external ear in man. Ann Otol Rhinol Laryngol 1967; 76: 427-435.
42. Jewett DL, Williston JS. Auditory-evoked far fields averaged from the scalp of humans. Brain 1971; 94: 681-696.
43. Glasscock ME, Jackson CC, Josey AF. The ABR Glasscock III Auditory Brainstem Response. New York: Thieme Medical, 1987.
44. Muş N, Özdamar Ö. İşitsel Beyin Sapı Cevapları. Ankara: Gülhane Askeri Tıp Akademisi ve Tıp Fakültesi, 1996.
45. Coenraad S, van Immerzeel T, Hoeve LJ, Goedegebure A. Fitting model of ABR age dependency in a clinical population of normal hearing children. Eur Arch Otorhinolaryngol 2010; 267: 1531-1537.
46. Dau T, Wegner O, Mellert V, Kollmeier B. Auditory brainstem responses with optimized chirp signals compensating basilar-membrane dispersion. J Acoust Soc Am 2000; 107: 1530-1540.
47. Prosser S, Arslan E. Prediction of auditory brainstem wave V latency as a diagnostic tool of sensorineural hearing loss. Audiology 1987; 26: 179-187.
48. Hood LJ. Update on frequency specificity of AEP measurements. J Am Acad Audiol 1990; 1: 125-129.
49. Hood LJ. Clinical Applications of the Auditory Brainstem Response. San Diego: Singular Publishing Group, 1998.
50. Stapells DR. Frequency-specific evoked potential audiometry in infants. In: Seewald RC. (Editor). A Sound Foundation Through Early Amplification Basel. Switzerland: Phonak AG 2000: 13-31.
51. Stapells DR. The tone-evoked ABR: Why it's the measure of choice for young infants. Hear J 2002; 55: 11.
52. Yıldız Ünal N. Normal işiten bireylerde işitsel uyarılmış beyinsapı cevaplarının normalizasyonu. Yüksek Lisans, Fırat Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 2012.
53. Picton TW, Stapells DR, Campbell KB. Auditory evoked potentials from the human cochlea and brainstem. J Otolaryngol Suppl 1981; 9: 1-41.
54. Cox C, Hack M, Metz D. Brainstem-evoked response audiometry: normative data from the preterm infant. Audiology 1981; 20: 53-64.

55. Rosenblum SM, Ruth RA, Gal TJ. Brain stem auditory evoked potential monitoring during profound hypothermia and circulatory arrest. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1985; 94: 281-283.
56. Beattie RC, Zipp JA, Schaffer CA, Silzel KL. Effects of sample size on the latency and amplitude of the auditory evoked response. *Am J Otol* 1992; 13: 55-67.
57. Northern JL, Downs MP. *Hearing in Children*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2002.
58. Silman S, Silverman C. *Auditory Diagnosis: Principles and Applications*. Sandiago London: Singular Pub Group, 1997.
59. Koyuncu M, Saka MM, Tanyeri Y, et al. Effects of otitis media with effusion on the vestibular system in children. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1999; 120: 117-21.
60. Tüz M, Doğru H, Döner F, Yasan H, Aynali G. Sensorineural hearing loss associated with chronic otitis media. *SDÜ Tıp Fak Derg* 2006; 13: 1-4.
61. Thornton AR. Stimulus, recording and subject factors influencing ABR diagnostic criteria. *Br J Audiol* 1987; 21: 183-189.
62. Yılmaz S, Özdek A, Kılıç R, et al. Cinsiyet, stimulus şiddeti ve stimulus tekrarlama oranının normal işitmeye sahip olgularında işitsel beyinsapı cevapları üzerine etkisi. *Otoskop* 2003; 2: 55-63.
63. Alfaro Rodriguez A, Gonzalez Pina R, Archtirados E, et al. Simultaneous administration of amikacin and mannitol prolongs the latencies in waves III-V in the rat's brainstem auditory response. *J Neurol Sci Turk* 2011; 28: 581-590.
64. Kaga K, Tanaka Y. Auditory brainstem response and behavioral audiometry. Developmental correlates. *Arch Otolaryngol* 1980; 106: 564-566.
65. Salamy A, McKean CM, Pettett G, Mendelson T. Auditory brainstem recovery processes from birth to adulthood. *Psychophysiology* 1978; 15: 214-220.
66. Yücetürk A, İmamoğlu M, Şener U, Muhtar H. Normal çocuk ve gençlerde ABR dalgalarının yaş ile ilişkisi. *KBB İhtisas Dergisi* 1995; 2: 326.
67. Muş N. Doğum sonrası işitme yolları maturasyonunun beyin sapı cevap odyometresi ile araştırılması. *Gata Bülteni* 1988; 30: 631-647.
68. Khullar S, Babbar R. Presbycusis and auditory brainstem responses: a review. *APJTD* 2011; 150-157.
69. Boettcher FA. Presbycusis and the auditory brainstem response. *J Speech Lang Hear Res* 2002; 45: 1249-1261.
70. Kjaer M. Recognizability of brain stem auditory evoked potential components. *Acta Neurol Scand* 1980; 62: 20-33.
71. Allison T, Wood CC, Goff WR. Brain stem auditory, pattern-reversal visual, and short-latency somatosensory evoked potentials: latencies in relation to age, sex, and brain and body size. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1983; 55: 619-636.
72. Torre P, 3rd, Fowler CG. Age-related changes in auditory function of rhesus monkeys (*Macaca mulatta*). *Hear Res* 2000; 142: 131-140.
73. Rowe MJ, 3rd. Normal variability of the brain-stem auditory evoked response in young and old adult subjects. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1978; 44: 459-470.

74. Jerger J, Hall J. Effects of age and sex on auditory brainstem response. *Arch Otolaryngol* 1980; 106: 387-391.
75. Otto WC, McCandless GA. Aging and the auditory brain stem response. *Audiology* 1982; 21: 466-473.
76. Oku T, Hasegawa M. The influence of aging on auditory brainstem response and electrocochleography in the elderly. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec* 1997; 59: 141-146.
77. Engel F, Blatz R, Kellner J, et al. Breakdown of the round window membrane permeability barrier evoked by streptolysin O: possible etiologic role in development of sensorineural hearing loss in acute otitis media. *Infect Immun* 1995; 63: 1305-1310.
78. Papp Z, Rezes S, Jokay I, Sziklai I. Sensorineural hearing loss in chronic otitis media. *Otol Neurotol* 2003; 24: 141-144.
79. Wilson D, Hodgson R, Talbot J. Endolymphatic sac obliteration for large vestibular aqueduct syndrome. *Am J Otol* 1997; 18: 101-107.
80. Boyraz İ, Ağırdır B, Güney K, et al. Diabetes mellituslu hastalarda işitme kayıplarının elektrofizyolojik testlerle erken saptanması. *Otoskop* 2002; 1: 11-18.
81. Erdem N, Akan Z, Anlar Ö, Çankaya H, Tulgar M. Beyin sapı işitsel potansiyeli kayıtlarının yaş ve cinsiyete göre standardizasyonu. *Van Tıp Dergisi* 2011; 9: 12-18.
82. Casali RL, Santos MF. Auditory Brainstem Evoked Response: response patterns of full-term and premature infants. *Braz J Otorhinolaryngol* 2010; 76: 729-738.
83. Firat Y, Ozturan O, Bıçak U, Yakinci C, Akarcay M. Auditory brainstem response in pediatric migraine: during the attack and asymptomatic period. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2006; 70: 1431-1438.
84. Stapells DR, Oates P. Estimation of the pure-tone audiogram by the auditory brainstem response: a review. *Audiol Neurotol* 1997; 2: 257-280.
85. Jacobson JT. Effect of rise time and noise masking on the tone pip auditory brainstem responses. *Seminars in Hearing* 1983; 4: 363-372.
86. Hecox K, Cone B, Blaw ME. Brainstem auditory evoked response in the diagnosis of pediatric neurologic disease. *Neurology* 1982; 31: 832-840.
87. Davis H, Hirsh SK. The audiometric utility of the brain stem response to low-frequency sounds. *Audiology* 1976; 15: 181-195.
88. Laukli E, Fjermedal J, Mail IWS. Low-frequency auditory brainstem response threshold. *Scandinavian Audiology* 1988; 17: 171-188.
89. Munnerley GM, Greville KA, Purdy SC, Keith WJ. Frequency specific auditory brainstem responses relationship to behavioural thresholds in cochlearimpaired adults. *Audiology Online* 1991; 30: 25-32.
90. Muş N, Gezen F, Yetişir S, Bedük A, Köksel T. İşitsel beyin sapı cevaplarının posterior fossa lezyonlarında tanıya yol gösteren bulguları. *Türk Nöroşirürji Dergisi* 1991; 2: 86-100.
91. Nuzumlalı D, Tuncer R, Oğuz Y, Kazan S, Yaltkaya K. Ağır kafa travmalarında beyinsapı işitsel uyarılmış potansiyellerin değerlendirilmesi. *Türk Nöroşirürji Dergisi* 1991; 2: 18-20.

92. Donald MW, Bird CE, Lawson JS, et al. Delayed auditory brainstem responses in diabetes mellitus. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1981; 44: 641-644.
93. Verma A, Bisht MS, Ahuja GK. Involvement of central nervous system in diabetes mellitus. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1984; 47: 414-416.
94. Berk D, Doğan Ö, Külekçi M. Diabetli hastalarda klinik ve subklinik işitme bozukluklarının abr ile incelenmesi. *Kartal Eğitim ve Araştırma Klinikleri* 1997; VIII: 1-4.
95. Uysal İ, Gök C, Yüce S, Eryılmaz M. Tip 2 diabetes mellituslu hastalarda işitsel değerlendirme. *Cumhuriyet Medical Journal (CMJ)* 2010; 32: 85-91.
96. Stockard JJ, Rossiter VS. Clinical and pathologic correlates of brain stem auditory response abnormalities. *Neurology* 1977; 27: 316-325.
97. Stockard JE, Stockard JJ, Westmoreland BF, Corfits JL. Brainstem auditory-evoked responses. Normal variation as a function of stimulus and subject characteristics. *Arch Neurol* 1979; 36: 823-831.
98. McGee TJ, Clemis JD. Effects of conductive hearing loss on auditory brainstem response. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1982; 91: 304-309.
99. Fria TJ, Sabo DL. Auditory brainstem responses in children with otitis media with effusion. *Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl* 1980; 89: 200-206.
100. Hyde ML. Frequency-specific BERA in infants. *J Otolaryngol Suppl* 1985; 14: 19-27.
101. Selters WA, Brackmann DE. Acoustic tumor detection with brain stem electric response audiometry. *Arch Otolaryngol* 1977; 103: 181-187.
102. Rosenhamer H. The auditory evoked brainstem electric response (ABR) in cochlear hearing loss. *Scand Audiol Suppl* 1981; 13: 83-93.
103. Coats AC. Human auditory nerve action potentials and brain stem evoked responses. *Arch Otolaryngol* 1978; 104: 709-717.
104. Muş N, Kahramanyol M, Kanımtürk E. İletim tipi ve alıcı tip işitme kayıplarının tanısında beyin sapı cevap odyometresinin (BERA) önemi. *Otolarengoloji ve Somatoloji Dergisi* 1988; 2: 65-73.

8. EKLER

EK A

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
İnsanlar Üzerinde Yapılacak Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı

Sayı : 167
Konu: Etik Kurul Kararı

24/06/2011

Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı Başkanlığına

İlgi: 23.05.2011 tarih ve 91 sayılı yazınız.

Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Doç. Dr. Turgut KARLIDAĞ yönetiminde, Yüksek Lisans Öğrencisi Ömer Faruk BİRKENT'e ait "Mikst Tip İşitme Kayıplı Yetişkinlerde Saf Ses Odyometri Eşikleri ile Klik ve Tonal İşitsel Beyinsapı Cevap Odyometri Eşiklerinin Karşılaştırılması" konulu yüksek lisans tez çalışması görüşülmüş ve etik olarak uygun bulunmuştur.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.


Prof. Dr. Mehmet TOKDEMİR
Etik Kurul Başkanı

EKİ:
Etik Kurul Kararı 1 (bir) sayfa

EK A

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
İnsanlar Üzerinde Yapılacak Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı

ETİK KURUL KARARI

TOPLANTI TARİHİ	TOPLANTI SAYISI	KARAR NO	ÖZÜ
24.06.2011	10	10	Yüksek Lisans Öğrencisi Ömer Faruk BİRKENT

KARAR

“Mikst Tip İşitme Kayıplı Yetişkinlerde Saf Ses Odyometri Eşikleri ile Klik ve Tonal İşitsel Beyinsapı Cevap Odyometri Eşiklerinin Karşılaştırılması” konulu çalışma etik kurulumuzda görüşülmüş olup; çalışmanın etik kurallara uygun olduğuna oybirliğiyle karar verilmiştir.
--

Başkan	Prof. Dr. Mehmet TOKDEMİR		İmza
Doç. Dr. Engin ŞAHNA (Başkan Yardımcısı)	İmza	Doç. Dr. Yaşar DOĞAN (Üye)	Bulunmadı
Doç. Dr. Erol KELEŞ (Üye)	İmza	Doç. Dr. Refik AYTEN (Üye)	İmza
Doç. Dr. Dilara KAMAN (Üye)	İmza	Doç. Dr. Oktay BELHAN (Üye)	Bulunmadı
Yrd. Doç. Dr. Hüsamettin KAYA (Üye)	Bulunmadı	Yrd. Doç. Dr. Mete ÖZCAN (Üye)	İmza

BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

Araştırmacının Açıklaması

Fırat Üniversitesi Hastanesi Kulak, Burun ve Boğaz Hastalıkları Kliniği ile Odyoloji Ünitesinde yapacağımız çalışma için gönüllü olmak ister misiniz?

'Mikst Tip İşitme Kayıplı Yetişkinlerde Saf Ses Odyometri Eşikleri ile Klik ve Tonal İşitsel Beyinsapı Cevap Odyometri Eşiklerinin Karşılaştırılması' isimli bir çalışmada yer almak üzere davet edilmiş bulunmaktasınız. Bu çalışma, araştırma amaçlı olarak yapılmaktadır ve katılım gönüllülük esasına dayalıdır. Çalışmaya katılmaya karar vermeden önce araştırma hakkında sizi bilgilendirmek istiyoruz. Çalışma hakkında tam olarak bilgi sahibi olduktan sonra ve sorularınız cevaplandıktan sonra eğer katılmak isterseniz sizden bu formu imzalamanız istenecektir. Bu araştırma, KBB Anabilim Dalında Prof. Dr. Turgut KARLIDAĞ'ın sorumluluğu altındadır.

Çalışmamızda normal işiten yetişkinler ile mikst tip işitme kayıplı yetişkinlerde tonal uyaran kullanarak ABR'de 0.5, 1, 2 ve 4 kHz frekanslarında elde edilen I., III. ve V. dalgaların eşik değerlerini saf ses odyometrisiyle elde edilen eşikle karşılaştırılması ve kliniğimizde tonal işitsel beyinsapı cevaplarına ilişkin normatif verilerin oluşturulması amaçlanmaktadır. Normal işiten bireylerde klik ve tonal ABR'de elde edilen I., III. ve V. dalga latanslarının standart değerinin bulunması ve bu değerlerin mikst tip işitme kayıplı bireylerdeki dalga latanslarıyla karşılaştırılması ve daha sonra tonal ABR'de elde edilecek latans değerlerine göre hava-kemik aralığının tahmin edilip/edilemeyeceğinin ortaya konulması amaçlanmaktadır.

Bu nedenle Fırat Üniversitesi Hastanesi Kulak, Burun ve Boğaz Hastalıkları Kliniği olarak en az 3 aydır kulak akıntısı olmayan kronik otitli yetişkin bireylerin işitmelerini araştırmayı amaçlıyoruz. Bu araştırma yaklaşık 50 yetişkin üzerinde yapılacaktır.

Bu çalışmaya katılmalı mıyım?

Bu çalışmada yer alıp almamak tamamen size bağlıdır. Şu anda bu formu imzalarsanız bile istediğiniz herhangi bir zamanda bir neden göstermeksizin çalışmayı bırakmakta özgürsünüz.

Size işitme testleri yapılırken uygulanacak olan DP-OAE, k-ABR, t-ABR, immitansmetrik inceleme, saf ses ve konuşma odyometresinin hiçbir zararı ya da yan etkisi

EK B

yoktur. Kulak burun ve boğaz muayenesi yapılan hastalara hekimin uygun görmesi halinde çok rahat bir şekilde uygulanmaktadır. Herhangi bir ilaç verilmemektedir.

Çalışmada yer almanın yararları nelerdir?

Mikst tip işitme kaybı olan yetişkinlerin işitmelerinin değerlendirilmesine yardımcı olmaktadır. Ayrıca herhangi bir işitme kaybınız varsa zamanında tanısı konulmuş olacaktır.

Kişisel bilgilerim nasıl kullanılacak?

Araştırmacınız, kişisel bilgilerinizi, araştırmayı ve istatistiksel analizleri yürütmek için kullanacaktır ancak kimlik bilgileriniz gizli tutulacaktır. Yalnızca gereği halinde, sizinle ilgili bilgileri etik kurullar ya da resmi makamlar inceleyebilirler. Bu çalışmaya katılmanız halinde sizden herhangi bir ücret talep edilmeyecek. Aynı zamanda size ek bir ödemede yapılmayacaktır. Çalışmanın sonunda, kendi sonuçlarınızla ilgili bilgi isteme hakkınız vardır. Çalışma sonuçları çalışma bitiminde tıbbi literatürde yayınlanabilecektir ancak kimliğiniz açıklanmayacaktır.

Daha fazla bilgi için kime başvurabilirim?

Çalışma ile ilgili bilgiye gereksinim duyduğunuzda aşağıdaki kişi ile lütfen iletişime geçiniz.

Adı : Ömer Faruk BİRKENT
Görevi : Yüksek Lisans Öğrencisi
Telefon : 0 546 640 23 23

(Katılımcının/ Hastanın Beyanı)

Fırat Üniversitesi Kulak Burun Boğaz ve Hastalıkları Kliniğinde, Odyoloji Yüksek Lisans Öğrencisi Ömer Faruk BİRKENT tarafından bir araştırma yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı ve ilgili metni okudum. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya 'katılımcı' olarak davet edildim.

Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Eğer bu araştırmaya katılırsam araştırmacı ile aramda kalması gereken bana ait bilgilerin gizliliğine bu araştırma sırasında büyük özen ve saygıyla yaklaşılabileceğine inanıyorum.

EK B

Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgilerimin büyük bir gizlilikle korunacağı konusunda bana yeterli güven verildi. Araştırmanın yürütülmesi sırasında herhangi bir neden göstermeden araştırmadan çekilebilirim.

Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Kendi başıma belli bir süre düşünme süresi sonunda adı geçen klinik araştırmaya kendi rızamla, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın gönüllülük içerisinde katılmayı kabul ediyorum.

İmzalı bu formun bir kopyası bana verilecektir.

Katılımcı

Adı, Soyadı :
Adres :
Tel :
İmza :
Tarih :

Görüşme Tanığı

Adı, Soyadı :
Adres :
Tel :
İmza :
Tarih :

Katılımcı ile görüşen araştırmacı

Adı, Soyadı : Ömer Faruk BİRKENT
Adres : Aksaray mah. Bahçelievler sok. No: 76, Merkez/ELAZIĞ
Tel : 0546 640 23 23
İmza :
Tarih :

9. ÖZGEÇMİŞ

Elazığ'da 1987 yılında doğdum. İlköğrenimimi 2001 yılında Vali Muharrem Göktaoğlu İlköğretim Okulu'nda, orta öğrenimimi Korgeneral Hulusi Sayın Lisesi'nde, lisans eğitimimi 2005-2009 yılları arasında Fırat Üniversitesi Biyoloji Bölümü'nde tamamladım. 2009 ve 2010 yıllarında Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde pedagoji eğitimi aldım. 2010 yılında Fırat Üniversitesi Tıp Fakültesi Kulak Burun ve Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı Odyoloji Ünitesi'nde yüksek lisans eğitimime başladım.