



T.C.

İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**NORMAL İŞİTMEYE SAHİP YETİŞKİNLERDE KONUŞMA
SESİ UYARANINA İŞİTSEL BEYİNSAPI YANITLARININ YAŞ
VE CİNSİYETE BAĞLI KARŞILAŞTIRILMASI**

İLAYDA ÇELİK

ODYOLOJİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN

PROF. DR. EROL BELGİN

İKİNCİ DANIŞMAN

DR. ÖĞR. ÜYE. GÜL ÖLÇEK

İSTANBUL - 2021

TEZ ONAY FORMU

Kurum : İstanbul Medipol Üniversitesi
Programın Seviyesi : Yüksek Lisans (X) Doktora ()
Anabilim Dalı : Odyoloji
Tez Sahibi : İlayda ÇELİK
Tez Başlığı : Normal İşitmeye Sahip Yetişkinlerde Konuşma Sesi Uyarımına
İşitsel Beyinsapı Yanıtlarının Yaş ve Cinsiyete Bağlı
Karşılaştırılması
Sınav Yeri : İstanbul Medipol Üniversitesi Güney Yerleşkesi
Sınav Tarihi : 12.07.2021

Tez tarafımızdan okunmuş, kapsam ve nitelik yönünden Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman

Prof. Dr. Erol BELGİN

Kurumu

Ankara Medipol Üniversitesi

İmza

Sınav Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Mustafa B.ŞERBETÇİOĞLU İstanbul Medipol Üniversitesi

Dr. Öğr. Üye. Oğuz YILMAZ

İstanbul Medipol Üniversitesi

Yukarıdaki jüri kararıyla kabul edilen bu Yüksek Lisans tezi, Enstitü Yönetim Kurulu'nun/...../ tarih ve/..... - sayılı kararı ile şekil yönünden Tez Yazım Kılavuzuna uygun olduğu onaylanmıştır.

Prof.Dr. Neslin EMEKLİ

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdür V.

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içerisinde elde ettiğimi, bu tez çalışması ile elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarımı ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

İLAYDA ÇELİK

TEŞEKKÜR

Lisans eğitimim ve yüksek lisans eğitimim boyunca bilgileri ile çok değerli tavsiyeleri ve deneyimleri ile bizlere yol gösteren, alanımızdaki çok kıymetli katkıları ile her zaman bizlere örnek olan kıymetli hocam ve tez danışmanım Prof. Dr. Erol BELGİN'e,

Yüksek lisans eğitimim boyunca birçok konuda beni her zaman motive eden, destekleyen, kıymetli tavsiyeleri ile yol gösteren ve en zor zamanlarımda tez sürecimin çıkmazlarını beraber aştığım çok kıymetli hocam ve tez danışmanım Dr. Öğr. Üye. Gül Ölçek'e,

Lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca desteğini, rehberliğini esirgemeyen, Odyoloji yolculuğumuzun mimarı olan ve Medipol Odyoloji ailemizin sayısız güzel anılarını paylaştığımız değerli hocam Prof. Dr. Mustafa Bülent ŞERBETÇİOĞLU'na,

Yaratıcı fikirleri ve kıymetli bilgilerini bizlerle paylaşan, lisans eğitimimiz boyunca ve sonrasında projelerde bizleri yönlendiren değerli hocam Dr. Öğr. Üye. Oğuz YILMAZ'a,

Tez konum ile tanışmamı sağlayan, değerli bilgilerini paylaşıp desteğini benden esirgemeyen, uzak mesafelere rağmen hayatıma dokunan değerli hocalarım Doç. Dr. Meral Didem TÜRKYILMAZ'a ve Arş. Gör. Dr. Arzu KIRBAÇ'a,

Tezimle ilgili en zorlu analizlerde, teknik detaylarda her zaman benimle olan, vaktini ve bilgilerini içtenlikle paylaşan, ekip çalışmasının önemi ve gerekliliğini yaklaşımı ve yaptığı işlerle ortaya koyan değerli arkadaşım Biyomedikal Mühendisi Kürşat YANARATES'e,

Hayatımın en verimli ve yoğun olduğu yüksek lisans sürecinde her zaman yanımda olan, manevi desteğini her zaman hissettiğim ve çok kıymetli projeler yürüttüğümüz değerli arkadaşım Arş. Gör. Yuşa BAŞOĞLU'na, üniversite hayatımın her döneminde yanımda olan, sayısız güzel anı biriktirdiğim koşulsuz şartsız desteğini sunan biricik arkadaşım Öğr. Gör. Caner YATMAZ'a, çift anadal ve yüksek lisans sürecinde yoğun ve stresli dönemleri beraber aştığım ama bunların yanında bir o kadar güzel anıları paylaştığım sevgili arkadaşım Ody. Dkt. Tuğçe KOCA'ya,

Öğrencilikle ilgili sorumluluklarına rağmen vakit ayırıp tezime yardımcı olan gelecek vadeden Odyologlar Emre Gürlek, Berkay Saldırım, Elif Cansel Kuş ve Ceren Kurtuluş'a,

Bugün burada olmamı sağlayan, maddi manevi koşulsuz şartsız tarif edilemez katkıları ile her zaman yanımda olan, sonsuz sevgileri ile dünümü bugünümü yarınımı şekillendiren biricik annem Nilüfer Çelik, biricik babam Oktay Çelik, biricik kardeşim Arda Gürkan Çelik'e ve tüm aileme sonsuz sevgi, saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY FORMU.....	i
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANI.....	ii
TEŞEKKÜR	iii
KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ.....	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	ix
RESİMLER LİSTESİ.....	x
TABLolar LİSTESİ.....	xi
1. ÖZET.....	1
2. ABSTRACT.....	2
3. GİRİŞ VE AMAÇ	3
4. GENEL BİLGİLER.....	6
4.1. Periferik ve Santral İşitme Sistemi	6
4.2. Periferik İşitme Sistemi	6
4.2.1. Dış kulak	7
4.2.2 Orta kulak.....	7
4.2.3. İç kulak.....	7
4.2.4. Koklea	8
4.2.5. İşitme siniri (8. kranial sinirin koklear dalı).....	9
4.3. Santral İşitme Sistemi.....	10
4.3.1. Santral işitme sistemi yolları.....	10
4.4. İşitmenin Değerlendirilmesi	13
4.4.1. İşitsel uyarılmış potansiyeller	14
4.4.2. ABR	16
4.5. Kompleks Uyarana İşitsel Beyinsapı Yanıtları (Complex Auditory Brainstem Response).....	18
4.5.1. Konuşma sesi uyarana işitsel beyinsapı yanıtları (Speech-evoked Auditory Brainstem Response).....	18

4.5.2. 40 ms /da/ uyararı ve diğer parametreler	19
4.5.3. Speech-ABR zaman ve frekans bağlamında gösterimi ve data analizi ...	22
4.5.4. Speech-ABR jeneratörleri	26
4.5.5. Cinsiyet ve Speech-ABR.....	26
4.5.6. Yaşlanma ve Speech-ABR.....	27
5. MATERYAL VE METOT	29
5.1. Araştırmanın Yeri ve Zamanı	29
5.2. Bireyler	29
5.3. Araçlar ve Yöntem.....	30
5.3.1. Rutin odyolojik değerlendirme.....	30
5.3.2. Click-ABR	31
5.3.3. Speech-ABR.....	34
5.3.4. İstatistiksel analiz.....	36
6. BULGULAR	37
6.1. Demografik Özellikler	37
6.2. Click-ABR Bulguları.....	38
6.3. Speech-ABR Tanımlayıcı İstatistik Bulguları.....	41
6.4. Speech-ABR Sonuçlarının Gruplar Arası Karşılaştırılması	43
7. TARTIŞMA	62
7.1. Araştırmanın Sınırlılıkları ve İleri Çalışma Önerileri.....	71
8. SONUÇ.....	73
9. KAYNAKLAR	75
10. EKLER.....	85
Ek-1: Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu	85
Ek-2: Katılımcı Kayıt Formu.....	86
Ek-3: İstanbul Medipol Üniversitesi Odyoloji Bölümü İşitme Değerlendirme Formu	87

Ek-4: Elektrofizyolojik Testler Kayıt Formu	88
11. ETİK KURUL ONAYI	89
12. ÖZGEÇMİŞ	92



KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

ABR: Auditory Brainstem Response

ASSR: Auditory Steady-State Evoked Response

C-ABR: Complex-ABR

CN: Cochlear Nucleus

dB: Decibel

A2/M2: Mastoid Bölge

DCN: Dorsal Cochlear Nucleus

ECochG: Electrocochleography

EEG: Electroencephalography

ERP: Event-Related Potentials

F0: Temel Frekans

F1: Birinci Formant Frekansı

F2/HF: İkinci Formant Frekansı/Yüksek Frekans

FFR: Frequency-Following Response

FFT: Fast Fourier Transform

FpZ: Prefrontal Merkez Bölge

Fz: Frontal Merkez Bölge

Hz: Hertz

IC: Inferior Colliculus

LL: Lateral Lemniscus

LLR: Late Latency Response

MGB: Medial Geniculate Body

MLR: Middle Latency Response

MMN: Mismatch Negativity

ms: Milisaniye

OAE: Otoacoustic Emissions

SOC: Superior Olivary Complex

Speech-ABR: Konuşma Sesi Uyarımına İşitsel Beyinsapı Yanıtları (Speech Evoked Auditory Brainstem Response)

VCN: Ventral Cochlear Nucleus

μV : mikrovolt

SPL: Sound Pressure Level

SPSS: Statistical Package for the Social Sciences



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 4.2.1. Periferik işitme sistemi anatomik yapıları.....	6
Şekil 4.2.4.1. İç kulak anatomik yapıları.....	8
Şekil 4.3.1.1. Santral işitsel sinir sistemi yolları.....	12
Şekil 4.3.1.2. İşitsel subkortikal yollara genel bakış.....	13
Şekil 4.4.1.1. İşitsel uyarılmış potansiyeller.....	15
Şekil 4.4.2.1. İşitsel uyarılmış potansiyellerin ölçümü.....	17
Şekil 4.5.3. 1. Click-ABR ve Speech-ABR uyarımları ve yanıtları.....	23
Şekil 4.5.3.2. 40 ms /da/ uyarımının zaman-amplitüd dalga formu ve nöral yanıt	24
Şekil 4.5.3. 3. Speech-ABR zaman bağlamı ve frekans bağlamında gösterimi.	25
Şekil 5.3.3.1. Çalışmamızda Kullandığımız 40 ms /da/ Uyarımı Elektriksel Dalga Formu	35
Şekil 6.4.1. İki büyük gruba ait Speech-ABR dalgalarının latans (ms) değerleri açısından karşılaştırılması	47
Şekil 6.4.2. İki büyük gruba ait Speech-ABR dalgalarının amplitüd (μ V) değerleri açısından karşılaştırılması	52
Şekil 6.4.3. Genç Yetişkin ve Orta Yaşlı Yetişkin Gruplarının FFR Spektral Analiz Bulguları (μ V) Açısından Karşılaştırılması	56
Şekil 6.4.4. Genç yetişkin gruptan bir katılımcıya (erkek) ait Speech-ABR Sonucu (Raw Data).	60
Şekil 6.4.5. Genç yetişkin gruptan bir kadın katılımcıya ait Speech-ABR Sonucu... 61	
Şekil 6.4.6. Genç yetişkin gruptan bir erkek katılımcıya ait Speech-ABR Sonucu... 61	
Şekil 6.4.7. Orta yaşlı yetişkin gruptan bir kadın katılımcıya ait Speech-ABR Sonucu.....	61
Şekil 6.4.8. Orta yaşlı yetişkin gruptan bir erkek katılımcıya ait Speech-ABR Sonucu.....	61

RESİMLER LİSTESİ

Resim 5.3.2. 1. ABR test donanımı	32
Resim 5.3.2.2. Tek kanallı elektrod montajı.....	33
Resim 5.3.2.3. İmpedans değerlerinin kontrolü.....	33



TABLULAR LİSTESİ

Tablo 4.4.2. 1. ABR Kayıt Parametreleri	17
Tablo 5.3.2.1. Click-ABR Parametreleri	34
Tablo 5.3.3. 1. Speech-ABR Parametreleri	35
Tablo 6.1.1. Büyük Gruplara Ait (Yaş Grupları) Demografik Özellikler	37
Tablo 6.1.2. Yaş ve Cinsiyet Gruplarına Ait Demografik Özellikler.....	38
Tablo 6.2.1. Click-ABR 80 dB nHL V. Dalga Latans (ms) Değerleri	38
Tablo 6.3.1. Gruplara Ait Speech-ABR V, A, D, E, F, O Dalgalarının Latans (ms) Değerleri.....	41
Tablo 6.3.2. Gruplara Ait Speech-ABR V, A, D, E, F, O Dalgalarının Amplitüd (μ V) Değerleri.....	42
Tablo 6.3.3. Gruplara Ait Spektral Tepelerin Amplitüd (μ V) Bulguları	43
Tablo 6.4.1. Genç Yetişkin Kadın (GYK) ve Genç Yetişkin Erkek (GYE) Gruplarının Speech-ABR Dalgalarının Latans (ms) Değerleri Açısından Karşılaştırılması	44
Tablo 6.4.2. Orta Yaşlı Yetişkin Kadın (OYK) ve Orta Yaşlı Yetişkin Erkek (OYE) Gruplarının Speech-ABR Dalgalarının Latans (ms) Değerleri Açısından Karşılaştırılması	45
Tablo 6.4.3. Genç Yetişkin Grubun (GYG) ve Orta Yaşlı Yetişkin Grubun (OYG) Speech-ABR Dalgalarının Latans (ms) Değerleri Açısından Karşılaştırılması	46
Tablo 6.4.4. Genç Yetişkin Kadın ve Orta Yaşlı Yetişkin Kadın Gruplarının Speech-ABR Dalgalarının Latans (ms) Değerleri Açısından Karşılaştırılması.....	47
Tablo 6.4.5. Genç Yetişkin Erkek (GYE) ve Orta Yaşlı Yetişkin Erkek (OYE) Gruplarının Speech-ABR Dalgalarının Latans (ms) Değerleri Açısından Karşılaştırılması	48
Tablo 6.4.6. Genç Yetişkin Kadın (GYK) ve Genç Yetişkin Erkek (GYE) Gruplarının Speech-ABR Dalgalarının Amplitüd (μ V) Değerleri Açısından Karşılaştırılması	49
Tablo 6.4.7. Orta Yaşlı Yetişkin Kadın (OYK) ve Orta Yaşlı Yetişkin Erkek (OYE) Gruplarının Speech-ABR Dalgalarının Amplitüd (μ V) Değerleri Açısından Karşılaştırılması	50

Tablo 6.4.8. Genç Yetişkin (GYG) ve Orta Yaşlı Yetişkin (OYG) Gruplarının Speech-ABR Dalgalarının Amplitüd (μV) Değerleri Açısından Karşılaştırılması ...	51
Tablo 6.4.9. Genç Yetişkin Kadın (GYK) ve Orta Yaşlı Yetişkin Kadın (OYK) Gruplarının Speech-ABR Dalgalarının Amplitüd (μV) Değerleri Açısından Karşılaştırılması	52
Tablo 6.4.10. Genç Yetişkin Erkek (GYE) ve Orta Yaşlı Yetişkin Erkek (OYE) Gruplarının Speech-ABR Dalgalarının Amplitüd (μV) Değerleri Açısından Karşılaştırılması	53
Tablo 6.4.11. Genç Yetişkin Kadın (GYK) ve Genç Yetişkin Erkek (GYE) Gruplarının Speech-ABR Dalgalarının Spektral Tepe Amplitüdüleri (μV) Açısından Karşılaştırılması	54
Tablo 6.4.12. Orta Yaşlı Kadın (OYK) ve Orta Yaşlı Erkek (OYE) Gruplarının Speech-ABR Dalgalarının Spektral Tepe Amplitüdüleri (μV) Açısından Karşılaştırılması	55
Tablo 6.4.13. Genç Yetişkin (GYG) ve Orta Yaşlı Yetişkin (OYG) Gruplarının Speech-ABR Dalgalarının Spektral Tepe Amplitüdüleri (μV) Açısından Karşılaştırılması	55
Tablo 6.4.14. Genç Yetişkin Kadın (GYK) ve Orta Yaşlı Yetişkin Kadın (OYK) Gruplarının Speech-ABR Dalgalarının Spektral Tepe Amplitüdüleri (μV) Açısından Karşılaştırılması	57
Tablo 6.4.15. Genç Yetişkin Erkek (GYE) ve Orta Yaşlı Yetişkin Erkek (OYE) Gruplarının Speech-ABR Dalgalarının Spektral Tepe Amplitüdüleri (μV) Açısından Karşılaştırılması	57
Tablo 6.4.16. Click-ABR V. Dalga Latansı ile Speech-ABR V. Dalga Latansı (ms) Arasında Korelasyon Analizi.....	58
Tablo 6.4.17. Yaş ile Speech-ABR Dalgalarının Latans (ms) Değerleri Arasındaki Korelasyon Bulguları.....	58
Tablo 6.4.18. Yaş ile Speech-ABR Dalgalarının Amplitüd (μV) Değerleri Arasındaki Korelasyon Bulguları.....	59
Tablo 6.4.19. Yaş ile Speech-ABR Dalgalarının Spektral Tepe Amplitüd (μV) Değerleri Arasındaki Korelasyon Bulguları.....	60

1. ÖZET

NORMAL İŞİTMEYE SAHİP YETİŞKİNLERDE KONUŞMA SESİ UYARANINA İŞİTSEL BEYİNSAPI YANITLARININ YAŞ VE CİNSİYETE BAĞLI KARŞILAŞTIRILMASI

Konuşma sesi uyarana işitsel beyinsapı yanıtları (Speech-ABR), konuşma uyaralarının beyinsapındaki nöral iletiminin entegrasyonunu değerlendirmek için kullanılan geçerli ve güvenilir bir araçtır. Literatürde Speech-ABR ile ilgili çok sayıda çalışma olmasına rağmen anadili Türkçe olan bireyler üzerine sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Çalışmamızda, normal işitmeye sahip anadili Türkçe olan genç yetişkinlerin ve orta yaşlı yetişkinlerin Speech-ABR sonuçlarının analizi ve sonuçların cinsiyet ve yaşa göre karşılaştırılması amaçlandı. Çalışmamıza 19 ila 25 yaşları arasında 31 sağlıklı genç yetişkin (15 kadın ve 16 erkek) birey ve 40 ila 57 yaşları arasında 30 sağlıklı orta yaşlı yetişkin (15 kadın, 15 erkek) birey katıldı. Rutin odyolojik değerlendirmeden sonra Speech-ABR kayıtları alındı. 80 dB SPL'de 40 ms konuşma hecesi /da/, IHS üzerinden her katılımcının sağ kulağına gönderilerek Speech-ABR dalga formları kaydedildi. Speech-ABR sonuçları, zaman bağlamında ve frekans bağlamında analiz edildi. Student's t-testi ve Mann-Whitney-U testi kullanılarak istatistiksel analizler yapıldı. Bulgular, kadın katılımcıların, aynı yaş grubundaki erkek katılımcılara göre daha kısa tepe latanslarına ve daha yüksek tepe amplitüdlerine sahip olduğunu gösterdi. Ayrıca, genç yetişkinlerin sonuçları, orta yaşlı yetişkinlere göre daha kısa tepe latanslı ve daha yüksek tepe amplitüdü olarak elde edildi. Spektral analiz açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık elde edilmedi. Sonuç olarak anadili Türkçe olan genç yetişkin ve orta yaşlı yetişkin gruplarının Speech-ABR norm değerleri oluşturuldu. Bunun yanında çalışmamızda, yaş ve cinsiyet farkının etkileri ortaya kondu. Daha yaşlı katılımcılar da orta yaş grubunda olmasına rağmen, yaşlanmanın konuşmanın beyinsapındaki kodlanması ve entegrasyonunu bozmaya başladığı tespit edildi.

Anahtar Kelimeler: Cinsiyet, İşitsel beyinsapı yanıtları, Orta-yaş, Speech-evoked ABR, Yaşlanma

2. ABSTRACT

COMPARISON OF SPEECH EVOKED AUDITORY BRAINSTEM RESPONSE BY AGE AND GENDER IN ADULTS WITH NORMAL HEARING

The Speech-Evoked Auditory Brainstem Response (Speech-ABR) is a valid and reliable tool utilized to evaluate the integration of neural transmission of speech stimuli in the brainstem. Although there are many studies on Speech-ABR in the literature, there are only limited studies on Turkish-speaking individuals. In the current study, it was aimed to analyze the Speech-ABR results of Turkish-speaking young adults and middle-aged adults with normal hearing and to compare the values according to gender and age. Thirty-one healthy young adults (15 females and 16 males) aged 19 to 25 years and 30 healthy middle-aged adults (15 females, 15 males) aged 40 to 57 years participated in this study. Speech-ABR records were obtained after a routine audiological evaluation. The 40 ms speech syllable /da/ was used to record Speech-ABR waveforms using IHS device (Intelligent Hearing Systems) at 80 dB SPL stimuli level from each participant's right ear. Speech-ABR results were analyzed in time and frequency domains. Statistical analyzes were performed using Student's t-test and Mann-Whitney-U test. Findings showed that of female participants had shorter peak latencies and greater peak amplitudes than male participants of the age-matched group. Young adults had shorter peak latencies and greater peak amplitudes than middle-aged adults. There was no statistically significant difference between the groups in terms of spectral analysis. As a result, Speech-ABR norm values of young adults and middle-aged adults groups were established for Turkish-speaking individuals. In addition, the study revealed the effects of the age difference and gender difference. Although the older participants were in the middle age group, the study revealed that aging began to disrupt the coding of speech and integration in the brainstem.

Key Words: Aging, Auditory brainstem response, Gender, Middle-Age, Speech-evoked ABR

3. GİRİŞ VE AMAÇ

Akustik uyarın verilerek, kafatasına yerleştirilen elektrotlar aracılığıyla çeşitli işitsel uyarılmış potansiyeller kaydedilebilmektedir (1). Jewett ve ark. Auditory Brainstem Response (ABR) dalgalarını ilk kez günümüzde de kullandığımız şekliyle tanımlamış ve elde edilen dalgaları romen rakamları ile isimlendirmişlerdir (2, 3).

ABR uzun süredir klinik odyolojide kabul gören ve önemli rol üstlenen objektif işitsel bir testtir (4). Birçok araştırmacı farklı tip işitme kaybına sahip bireyler, farklı yaş gruplarından bireyler gibi birçok farklı grupta ABR ile çalışmıştır. Rutin olarak klinik uygulamalarda beyinsapı seviyesinde işitsel yolların nöral bütünlüğünü değerlendirmek için tone burst ya da click uyarın kullanılmaktadır (5). Fakat bu konuşma sesi olmayan uyarınlar, amaç günlük hayatta yer alan konuşma seslerinin nasıl işlemlendiğini araştırmak olduğunda, beyinsapı düzeyinde konuşma seslerinin işlemlenmesi hakkında asıl bilgiyi vermemektedir. Konuşma sesi olan ve olmayan uyarınların merkezi işitsel sinir sisteminde farklı yollar izleyerek farklı şekillerde çözümlenmesinden dolayı konuşma sesleri gibi sözlü uyarınların kullanımı işitme sisteminin daha doğru bir analizine izin vermektedir (6).

Literatürde kompleks uyarınlar tarafından ortaya çıkan ve beyinsapından kaydedilen elektrofizyolojik yanıtlar için farklı terminolojiler kullanılmaktadır. Complex-ABR (C-ABR), konuşma sesi uyarınına ABR (Speech-ABR) ve müzik sesi ile uyarılmış ABR yer alan terimlerdir. Temel olarak C-ABR, elde edilen yanıtların temporal (zamansal) ve spektral bilgiler taşıması ile konuşma sesi gibi kompleks seslerin subkortikal düzeyde işlemlenmesi ile ilgili objektif bilgi sağlamaktadır (7).

Speech-ABR testi, konuşma seslerinin beyinsapında işlemlenmesi ile ilgili merkezi işitsel süreçlere dair bilgi edinilmesi, nöral maturasyonun takibi, yaşlanma sürecinin işitme üzerindeki etkilerinin belirlenmesi, özel öğrenme güçlüğü olan bireylerde işitme ve iletişim durumlarının anlaşılması, periferik işitme kayıpları, koklear implant ve işitsel nöropati gibi durumlarda işlemlenme süreçlerinin anlaşılması, işitme temelli eğitimlerin etkinliliğinin anlaşılması, işitsel işleme bozukluğu tanısı, işitme sisteminin plastisitesi çalışmaları, gürültüde ayırt etme

çalışmaları ve presbiakuzi çalışmalarında kullanılabilir (8,9). Speech-ABR, beyinsapında konuşma uyarınının nöral iletiminin bütünlüğünü, entegrasyonunu değerlendirmek amacıyla kullanılan geçerli ve güvenilir bir araçtır (9).

Dr. Nina Kraus ve arkadaşları tarafından geliştirilen 40-ms süreli ünsüz-ünlüden oluşan /da/ hecesi, Speech-ABR testinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu uyarın “transient” (kısa, hızlı, geçici ve aperiodyik) ve “sustained” (uzun süreli, sürekli, periyodik) olmak üzere 2 kısımdan oluşur ve farklı yanıt özelliklerini içermektedir. Speech-ABR testinde, /da/ uyarını ile elde edilen yanıtlar 7 karakteristik tepeden (1 pozitif tepe, 6 negatif tepe) oluşmaktadır ve isimlendirilmesi V, A, C, D, E, F ve O şeklinde olmaktadır (10). V ve A dalgaları patlamalı ünsüz olan /d/ sesine dair bilgi taşımaktadır. C ve O, ünlü olan /a/ sesinin başlangıç ve bitişini temsil etmektedir. D, E, F dalgaları (frequency-following response - FFR) ise sürekli uyarının (/a/) özellikleri olan F0 ve harmoniklerine dair bilgi taşımaktadır (10). Bu sebeple Speech-ABR testinde analiz yapılırken hem temporal özelliklere yönelik hem de spektral özelliklere yönelik analizlere başvurulmaktadır. Speech-ABR’yi odyologların yorumlarken özellikle FFR için özel bilgilere sahip olmaları gerekmektedir.

Yapılan birçok çalışma cinsiyet farklılıklarının işitme sistemi üzerindeki etkilerini belgelemiştir. Kadınların, erkeklere göre daha fazla işitme hassasiyetine, daha kısa ABR latanslarına, daha güçlü otoacoustic emissions (OAE) bulgularına sahip oldukları gözlenmiştir (11). Cinsiyetin ortaya çıkardığı farklılıklar araştırmacıların cinsiyet bazlı norm değerler elde etmesinin önemini ortaya koymaktadır.

Speech-ABR, daha önce de bahsedildiği gibi yaşlanma ile ilgili çalışmalarda kullanılan bir testtir. Speech ABR, yaşlanmanın, konuşma uyarınının işlenmesi için önemli konuşma ipuçlarının yakalanması ve nöral zamanlama üzerindeki etkilerini araştırmaktadır. Böylece yaşlanmakta olan işitsel yolağın subkortikal seviyede objektif biçimde incelenmesini sağlamaktadır (12). Click veya tonal ABR testleri sürekli ve hızlı değişen kompleks uyarılardan oluşan doğal iletişim ortamlarına dair yakın bilgi sağlamamaktadır. Bu sebepten, Speech-ABR ile hızlı

değişen akustik ipuçlarının subkortikal seviyede nöral kodlamasının yaşlanmadan etkilenip etkilenmediğini değerlendirmenin daha doğru olacağı düşünülmektedir.

Literatürde Speech-ABR ile yaşlanmanın ve cinsiyetin işitsel sistem üzerindeki etkilerinin araştırılmasına dair çalışmalar mevcuttur. Ancak anadili Türkçe olan bireylerde bu konu ile ilgili araştırmalar sınırlıdır. Çalışmamızda, anadili Türkçe olan normal işitmeye sahip genç yetişkinler ile normal işitmeye sahip orta-yaşlı yetişkinlerin rutin Odyolojik değerlendirmeleri yapıldıktan sonra Click-ABR ve Speech-ABR kayıtları alındı. Çalışmanın birinci hipotezi orta-yaşlı grupta yaşlanmanın etkisi ile merkezi işitsel sinir sisteminde bozulmaların olması ve subkortikal düzeyde bunun bir yansıması olarak Speech-ABR yanıtlarının analizinde genç yetişkinlere göre farklılıklar elde edilmesi yönündedir. Çalışmanın ikinci hipotezi kadın katılımcılardan erkek katılımcılara göre daha iyi Speech-ABR yanıtlarının elde edilmesi yönündedir. Çalışmada ilk olarak her 2 yaş grubu için klinik normatif verilerinin elde edilmesi amaçlandı. İkincil olarak Speech-ABR transient yanıtlarının (zamansal bağlamda dalga formu üzerinden) ve Speech-ABR sustained yanıtlarının (spektral bağlamda dalga formu üzerinden) 2 grupta da analiz edilerek yaşa ve cinsiyete bağlı olarak karşılaştırılması amaçlandı.

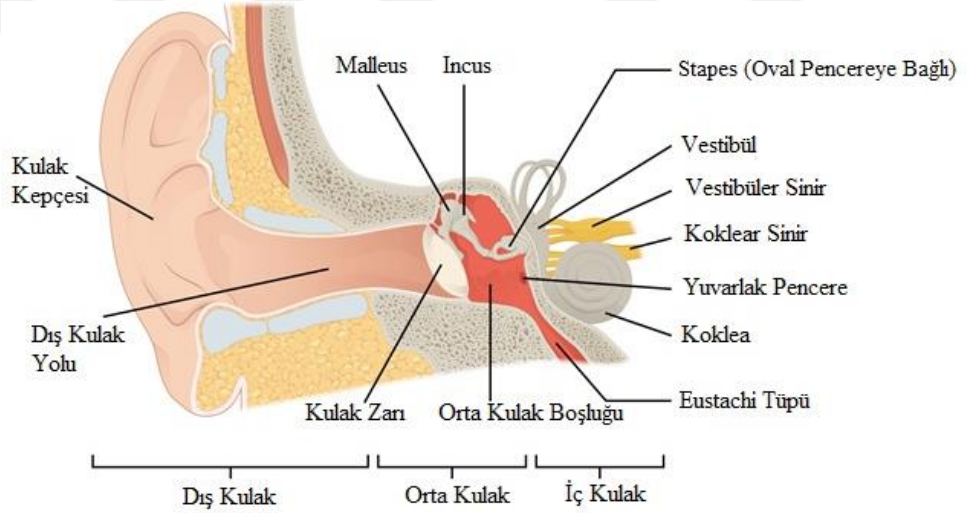
4. GENEL BİLGİLER

4.1. Periferik ve Santral İşitme Sistemi

İşitme, günlük yaşantımız için çok önemli kompleks bir süreçtir. Bu sistemin periferik ve santral bileşenlerinin yapısını ve işlevini anlamak önemlidir ve işitme sistemi bozukluklarının tanı ve tedavisi için kritiktir (13).

4.2. Periferik İşitme Sistemi

Periferik işitme sistemi dış kulaktan (veya pinna) başlayarak sırası ile orta kulağa, iç kulağa ve koklear sinir ile merkezi sinir sisteminin kesiştiği ilk noktaya kadar olan yapıları kapsamaktadır. Periferik işitme sistemi, akustik enerjiyi toplamak, filtrelemek, güçlendirmek ve ileri işlemler için merkezi sinir sistemine taşınmak üzere nöral impulslara dönüştürmekle görevlidir (14). Periferik işitme sistemindeki problemler işitme kaybı olarak karşımıza çıkmaktadır.



Şekil 4.2.1. Periferik işitme sistemi anatomik yapıları (15).

4.2.1. Dış kulak

Dış kulağın temel rolü ses dalgalarını toplayarak timpanik membrana iletmektir. Dış kulak auricula (pinna) ve dış kulak yolundan (kulak kanalı) oluşur. Auricula akustik enerjiyi toplamada rol alır ve sesin lokalizasyonu üzerinde de rol oynayabilir. Eşsiz yapısı ve boyutu nedeniyle, pinna 5000 Hz civarında seslerde hafif bir artış sağlar (16). Pinnanın etkisi küçüktür ve yüksek frekanslarla sınırlıdır (5). Dış kulak yolu kıl folikülleri ve serumen ile kulağı korur ve akustik rezonatör olarak çalışır. Yetişkinde dış kulak yolu yaklaşık olarak 3000 Hz civarında seslerde kazanç sağlar (ortalama 2.8 kHz) (17). Böylece bu frekanstaki ses basıncının timpanik membrana ulaştığında kulak kanalına girişine göre yaklaşık 10 dB daha yüksek olmasını sağlamaktadır (5).

4.2.2 Orta kulak

Orta kulakta timpanik membran, üç küçük kemikçik (malleus, incus, stapes) ve iki küçük kas olan tensör timpani ile stapedius kası bulunmaktadır (5). İnsan vücudundaki en küçük çizgili kas olan M. Stapedius, N. Facialis tarafından innerve edilirken; M. Tensör Timpani, N. Trigemini tarafından innerve edilir (5). Bu kaslardaki kasılmalar “akustik refleks” oluşmasında rol oynar. Akustik refleksin rolü ise yüksek amplitüdü çöresel akustik kaynaklardan üretilen sese kokleayı korumakla ilgilidir (18). Ayrıca orta kulakta Tuba Eustachii (östaki tüpü) bulunmaktadır ve bu tüp optimum fonksiyon için orta kulak kavitesindeki basıncın dış ortam basıncına yakın olmasından sorumludur. Orta kulak hava dolu bir kavitedir ve buradaki hava hacmi düşük frekanslı seslerin sistem üzerinden iletimini sınırlayan veya değıştiren bir filtre gibi davranarak dış kulak yolundaki etkilerle beraber kokleaya ulaşan seste yüksek frekans komponentlerinde şiddet artışına yol açar (12).

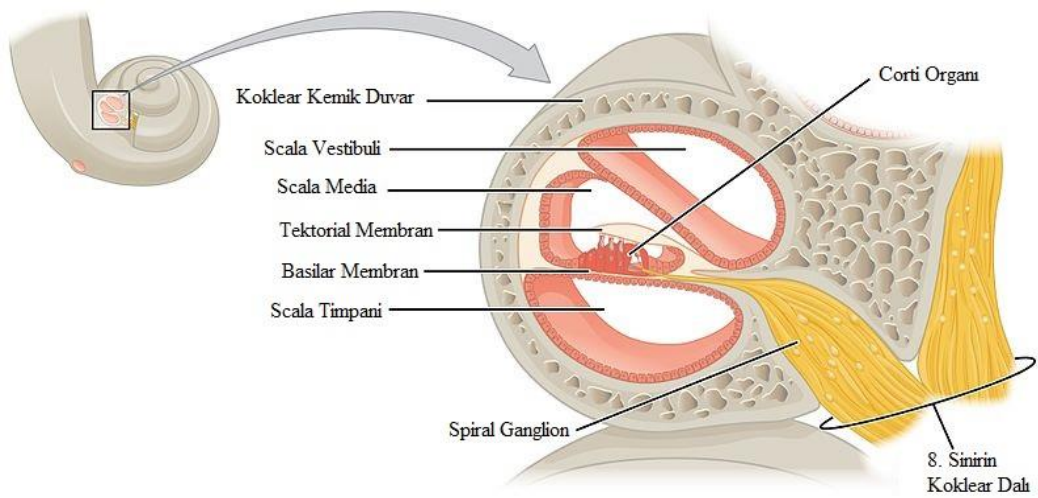
4.2.3. İç kulak

İç kulak, işitme duyusundan sorumlu organ olan koklea ve denge duyusundan sorumlu organlar olan vestibül ve üç semisirküler kanaldan oluşmaktadır (19). İç kulaktaki koklea, dış ve orta kulaktan gelen enerjiyi elektriksel sinyallere (sinir

impulslarına) dönüştürerek koklear sinir aracılığıyla işitme sisteminin üst merkezlerine iletimini sağlar.

4.2.4. Koklea

İç kulağın primer işitme organı olan koklea 2 tam $\frac{3}{4}$ tur yapan spiral şeklinde bir yapıdır ve düz açıldığında spiral kanal uzunluğu 32-35 mm civarındadır (20). Koklea scala vestibuli, scala media ve scala timpani olmak üzere 3 tane tüp şeklinde yapıdan oluşmaktadır. Kokleanın bazal ucu orta kulak kemikçiklerine yakındır ve scala vestibuli bazal ucundan vestibül ile bağlantılıdır; endolenf ile dolu olan scala media hassas iç yapıları korur ve enerji iletimine yardım eder; scala timpani ise bazal ucundan yuvarlak pencere ile bağlantılıdır (21). Reissner membranı, scala media ile scala vestibuli'yi birbirinden ayırırken Basilar membran ise scala timpani ve scala media'yı birbirinden ayırır (19). Basilar membranın bazal kıvrım tarafında eni dar ve sertken apikal kıvrıma gidildikçe eni genişler, sertlik ve kalınlığı ise giderek azalır (22). Tanımlandığı üzere, basilar membran tonotopik organizasyona sahiptir; böylece apikal ucu ise düşük frekanslara, bazal ucu yüksek frekanslara daha hassastır (22). Oldukça kompleks bir yapı olan basilar membranın scala media yüzünde tüylü ve destek hücrelerinden oluşan ve reseptör bir organ olan Corti organı yer alır (20).



Şekil 4.2.4.1. İç kulak anatomik yapıları (23).

Corti organında bulunan tüylü hücreler mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürür. Enerjinin nörokimyasal potansiyellere dönüşmesi ile aksiyon potansiyelleri oluşur ve koklear sinire yayılır. Tüylü hücreler dış ve iç tüylü hücrelerden oluşur. Basilar membran boyunca birisi iç ve üçü dış olmak üzere dört sıra halinde düzenlenmiş yaklaşık 12,500 dış tüylü hücre ve tek bir sıra halinde düzenlenmiş yaklaşık 3.500 iç tüylü hücre mevcuttur (5). İç tüylü hücrelerle bağlantılı sinir lifleri işitmenin periferik end organından merkezi sinir sistemine impuls gönderdiğinden işitme sisteminin afferent komponentini, dış tüylü hücrelerle bağlantılı olup merkezi sinir sisteminden gelen sinir lifleri ise efferent komponentini oluştururlar (24). İç tüylü hücreler ve bağlantılı olduğu sinirler temel olarak şiddet ve frekans analizinden sorumluyken dış tüylü hücreler koklear amplifikatör olarak görev yapmaktadır (24). İç tüylü hücrelerin bağlantılı olduğu sinir liflerinin hücre gövdeleri bir araya gelerek bir grup nöron hücre gövdesinden oluşan spiral gangliyona ilerlerler. İç tüylü hücrelerden spiral gangliyona ve daha sonra işitme sinirine (8. sinirin koklear dalı) oradan da beyinsapına atışılmak ve iletilmek üzere impulslar gönderilir.

4.2.5. İşitme siniri (8. kranial sinirin koklear dalı)

Afferent ve efferent lifler birleşerek işitme sinirini meydana getirir. Bu sinir lifleri modiolustan düzenli bir şekilde çıkar, böylece kokleanın frekans düzeni anatomik olarak korunur (25). Bu tonotopik düzen, Cortex'e kadar primer işitsel yollar boyunca korunur. İşitme siniri Meatus Acusticus Internus'a ilerleyerek orada 8. sinirin koklear dalı, 8. sinirin diğer bir dalı olan vestibüler sinirle birleşip vestibulokoklear siniri oluşturarak, aynı yerde seyreden 7. kranial sinirle yakın ilerler (24). Sinirin koklear dalı, beyinsapına bilgi taşıyan yaklaşık 30.000 sinir lifinden oluşur ve işitsel bilgi çeşitli yollarla kodlanır (24, 25). Genel olarak şiddet, nöral deşarjların hızı olarak kodlanırken; tonotopik olarak sıralanmış sinir liflerinde sinirsel deşarjın yeri frekans olarak kodlanır ve ek olarak frekans, nöral ateşlemenin deşarj paternlerinin temporal/zamansal yönleri olarak da kodlanabilir (25).

İşitme siniri fibrillerinin konuşma sesinin kodlanması için önemli özellikleri vardır. Örneğin gelen sesin frekansına göre bazı nöron fibrileri farklı yanıtlar verirler

çünkü işitsel nöronlar frekansa özgü davranır. Basilar membranın tonotopik özelliğinden dolayı belirli bir yeri maksimum uyarıldığında işitsel sinir fibrilleri de uyarılır ve o bölgedeki etkiyi keskinleştirmek için çevredeki hücreler ve sinir fibrillerinin yanıtları inhibe edilir (24, 25). Böylece tek başına işitsel sinir liflerinin belli yanıt alanları mevcuttur (karakteristik frekans) ve bu yanıt alanları “tuning curve eğrisi” ni oluşturur (24).

Galambos ve Davis’in ilk olarak gözlemlediği bir diğer durum ise işitsel nöron fibrillerinin düşük-frekans seslere şiddetli yanıtlarının rastgele olmayıp uyaran döneminin belirli bir bölümünde meydana gelme eğiliminde olmasıydı (27). Düşük frekanslara duyarlı işitsel nöron fibrilleri, farklı frekanslar içeren sesin düşük frekanslı bileşenlerine “phase-locking” denilen faz kilitleri oluşturmaktadır. Faz kilitli yanıtlar, uyarının “fine structure” denilen özelliklerinden temporal bilgileri içerir ve faz kilitli yanıtlar ses lokalizasyonu veya pitch diskriminasyonu gibi işlevler için önemlidir (28).

4.3. Santral İşitme Sistemi

Santral işitme sistemi, periferik sistemden gelen impulsların beyinde algılanması için beyinsapı seviyesinden Serebral Cortex’e kadar impulsların taşınmasını sağlayan nöral yolları kapsar (21). İşitsel impulsları işitme sinirinden Cortex’e, merkezi sinir sisteminin en üst düzeyine, taşıyan sinir sistemindeki yapılar işitsel yolları oluşturur.

4.3.1. Santral işitme sistemi yolları

Koklear sinir yoluyla periferik işitsel sistemden gelen bilgiler santral işitsel sisteme taşınır. Bilgi, beyinsapında bulunan bir dizi nucleus aracılığıyla daha üst merkezlere iletilir. Çekirdekler, sinir liflerinin sinaps yaptığı hücre gövdelerinin demetleridir ve her nucleus aldığı bilgiyi hem işitsel sistemdeki hem de diğer sistemlerdeki (motor vb.) nucleus’lara iletmekle görevlidir (25). Beyinsapında yer alan nucleus (çekirdek) yapılar sırasıyla şunlardır:

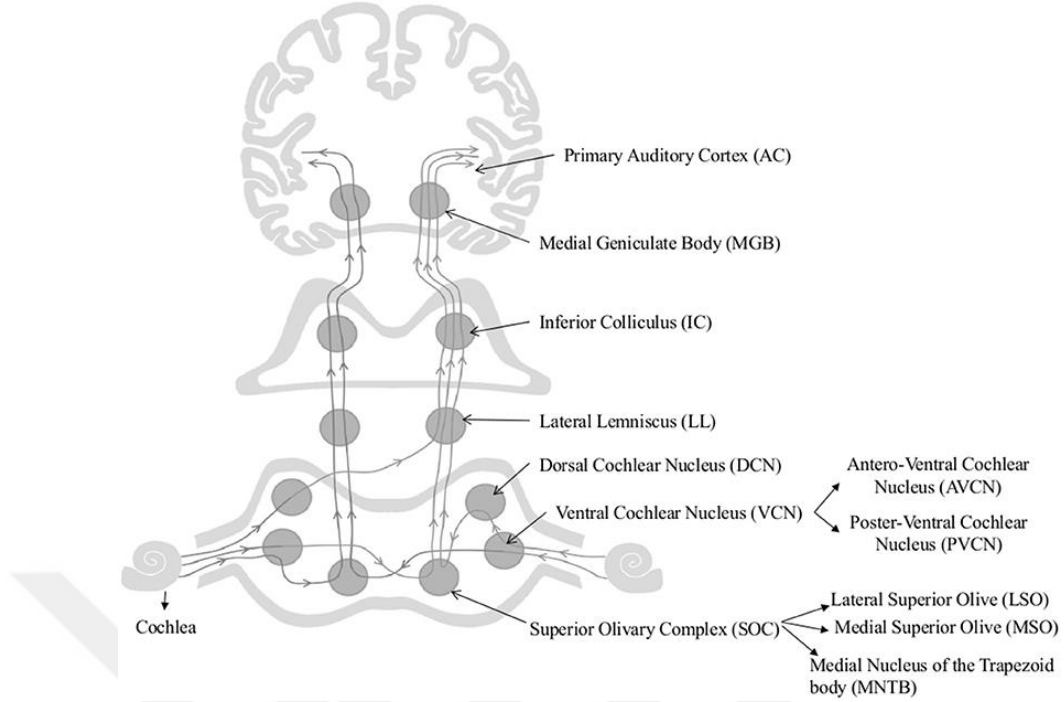
- 1) Cochlear nuclei (temel yanıt kalıpları),
- 2) Superior olivary complex (binaural işitme),
- 3) Lateral lemniscus (spesifik çekirdekler),
- 4) Inferior colliculus (multisensör entegrasyon bölgesi),
- 5) Medial geniculate nuclei (işitme, iletişim ve bilişsel bağlantılar) (28,29).

Santral işitsel sistemin birçok seviyesinde bilgi hem ipsilateral, hem kontralateral olarak taşınır. Ancak işitsel bilginin büyük bir çoğunluğu Superior Olivary Complex (SOC)'te çaprazlaşan sinir lifleri aracılığıyla kontralateral yoldan iletilir (31). Hem ipsilateral hem kontralateral bilginin taşınması işitsel işleme süreçleri için gerekli bir özelliktir (31).

Kokleada olduğu gibi santral işitsel sinir sisteminde de tonotopik organizasyon devam eder ve böylece işitsel sinyalin frekans bilgisi Cortex'e doğru iletilir. Sesin şiddeti ise aksiyon potansiyelinin farklı hızlarda ateşlenmesi ile işlenir (31).

Sesin lokalizasyonu her iki kulaktan gelen girdinin SOC'ta şiddet ve zamanlama ile alakalı farklılıkların karşılaştırılması ile işlenirken özelleşmiş nöronlar binaural işleme gibi daha özelleşmiş işlemlerden sorumludur (28, 30).

Santral işitsel sinir sistemdeki bir başka nöron grubu da kombinasyon-hassas nöronlardır ve bu nöronlar belirli bir zamansal gecikmesi ile belli seslere yanıtları güçlendirir veya inhibe ederler (31). Kombinasyon-hassas nöronlar Inferior Colliculus (IC)'tan Auditory Cortex'e kadar yer alırlar (30, 31). Santral işitsel sistemde inen yollar, çıkan yollar ve çaprazlaşan lifler, sistemi birbiriyle çok bağlantılı tutarak işitsel dikkat gibi karmaşık işitsel işleme becerilerinin gerçekleşmesini sağlar.

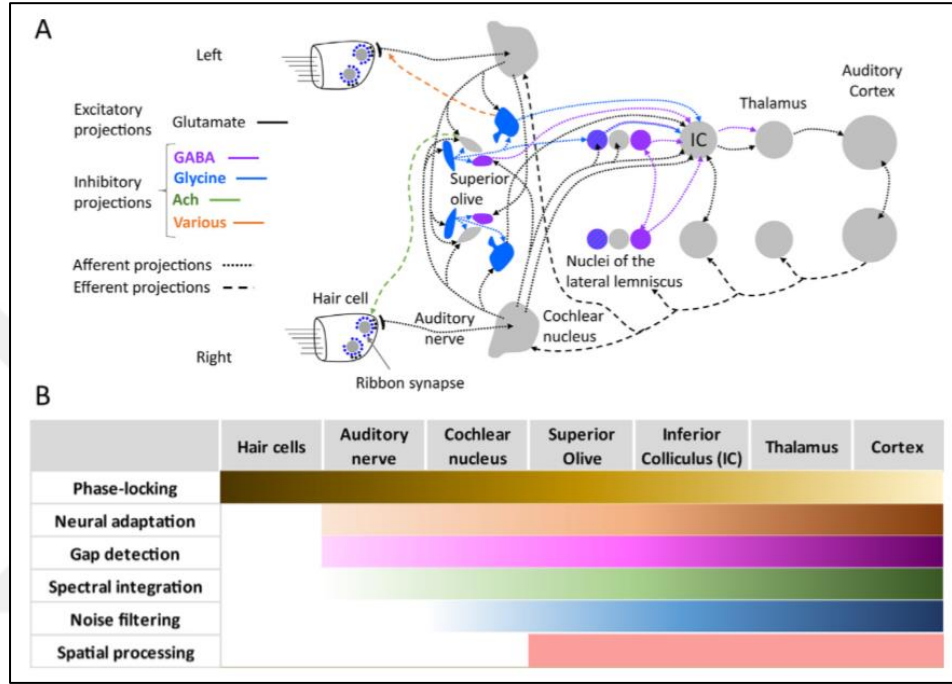


Şekil 4.3.1.1. Santral işitsel sinir sistemi yolları (33).

İlk merkezi işitsel istasyonlar Cochlear Nucleus (CN)'un temelde ikiye ayrıldığı yapılar olan Dorsal Cochlear Nucleus (DCN) ve Ventral Cochlear Nucleus (VCN)'tur. VCN, sesin hem zaman hem de şiddet özelliklerini kodlar ve VCN hücreleri her iki kulaktan gelen sesin zaman ve şiddet gibi belli özelliklerini SOC'a ileterek burada sesin lokalizasyonunun gerçekleşmesini sağlar (32). Lateral Lemniscus (LL), Lateral Superior Olive'e paralel olarak ve IC ile de yakın ilişkili olarak beyinsapında monoaural ve binaural sistemlerin bir parçası olarak görülmektedir (30).

Cortex'te gözlemlenen sesin detaylı özellik analizinin çoğunun, beyinsapından gelen çok sayıda yolağın entegrasyonu sayesinde IC düzeyinde çoktan gerçekleştiği düşünülmektedir (28). Özellikle karmaşık seslerin analizinde seçici dikkat, akustik olarak zorlu ortamlarda konuşmayı anlama gibi durumlar için bu özellikler çok önemlidir. Medial Geniculate Body (MGB), orta beyinde yer alır. IC'dan birçok açıdan farklı olarak, MGB'nin yolağı tamamen yükselen ve ipsilateralıdır. MGB, amigdala ve kaudat nucleus gibi subkortikal limbik ön beyin yapılarla da bağlantılıdır; MGB' nin rolü sadece işitsel sistemle ilgili olmaktan daha fazladır (30).

Tüm afferent işitsel yol boyunca tonotopik organizasyon korunur. Beyinsapından kortikal seviyeye doğru bağlantılar artarak, sistemin yakından ilişkili olması sürdürülerek ilerler (34). Subkortikal yol, yolaktaki ilgili yapılar ve yine bu yapıların işitsel işleme özellikleri Şekil. 4.3.1.2.' de detaylı bir şekilde gösterilmiştir (29).



Şekil 4.3.1.2. İşitsel subkortikal yollara genel bakış. A. Subkortikal lemniskal (tonotopik) yolların inhibitör ve eksisatör, inen ve çıkan bağlantılarının genel görünümü. B. İşitsel işleme özellikleri ve bu özelliklere katkı sağlayan yapıların katkı düzeyleri. Koyu renk artışı yapının katkısının büyüklüğüne işaret etmektedir.

4.4. İşitmenin Değerlendirilmesi

İşitsel sistemde meydana gelen bir bozukluğa dair bilgi edinebilmek amacıyla odyolojik testlere başvurulur. Daha önce de bahsedildiği gibi işitme sistemi dış kulaktan beyindeki ilgili işitme alanlarına kadar kapsamlı bir sistemdir. Bu yolculukta her bir yapının ayrı bir görevi ve katkısı vardır. Bu kapsamlı sistemdeki bozuklukların tespiti için özelleşmiş testler gerekmektedir. Her bir testin ayrı bir görevi vardır ve bozukluğun çözülmesine dair ayrı bir ipucu sunar. Ancak doğru bir tanı için işitsel sistemini değerlendiren birçok testin odyolojik test bataryası altında yapılması ve testlerin kendi arasında “cross-check” yapılması (çapraz kontrol)

önemlidir (35). Odyolojik bataryada yer alan testleri kabaca ayıracak olursak hastanın aktif katılımının gerekmediği testler (timpanometri, akustik refleks testi, OAE, ABR) objektif işitme testleri; hastanın aktif katılımı ve kooperasyonunu gerektiren testler (saf ses odyometri, konuşma odyometrisi vb.) ise subjektif işitme testleridir (35).

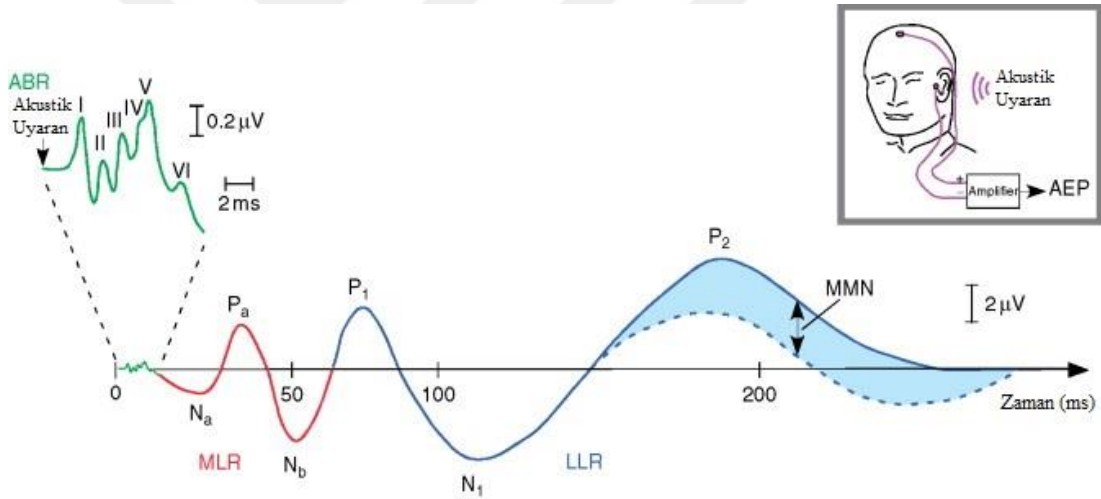
4.4.1. İşitsel uyarılmış potansiyeller

Spesifik bir akustik uyarana yanıt olarak işitsel sinir sisteminde oluşan elektriksel aktivitenin bir tür EEG sinyali olarak kafa derisinden yayılması ve kaydedilmesi ile işitsel uyarılmış potansiyeller elde edilir (36). İşitsel uyarılmış potansiyeller, tekrarlanabilir pozitif ve negatif tepelerden, latans, amplitüd komponentlerinden oluşur (36). İşitsel uyarılmış potansiyellerin birçok şekilde sınıflandırılması yapılabilir. İşitsel uyarılmış potansiyeller genellikle ya işitme sisteminde üretildikleri bölgeye göre ya da akustik uyarana ile ortaya çıkan dalgaların zamansal özelliklerine (latans) göre tanımlanırlar (37). Örneğin, en erken yanıt olan elektrokokleografi (ECoChG), komponentleri kokleadan üretildiği için bu ismi alırken ABR çoğunlukla beyinsapının işitsel bölgelerinden üretildiği için bu ismi almıştır. Middle Latency Response (MLR) da ABR ile Late Latency Response (LLR) arasında meydana geldiği için böyle adlandırılmışlardır (37). Bir diğer sınıflandırma da kayıt elektrotlarına göre yapılabilir. Yakın saha potansiyelleri (ECoChG) kayıt elektrotunun yakınında meydana gelirken; uzak saha potansiyelleri kayıt elektrotundan belirli bir mesafede meydana gelir.

İlk 1000 ms içinde ortaya çıkan işitsel uyarılmış potansiyelleri latanslarına göre sınıflandırırsak:

1. En erken ortaya çıkan ECoChG yanıtının bileşenleri kokleadan ve koklear sinirden köken aldığı için ilk 2 veya 3 ms'de,
2. ABR'nin ilk 15 ms içinde,
3. MLR'nin ana bileşenlerinin yaklaşık 15 ile 50 ms latans aralığında,
4. LLR'nin ana bileşenlerinin ise 100 ms ile 300 ms aralığında ortaya çıktığı gözlenmiştir (36).

İşitsel sistemde gittikçe daha yüksek bölgelerden kaynaklanan yanıtların daha geç latanslı olması sinir lifleri boyunca süren yolculuk süresinin artması ile açıklanabilir. Ayrıca nöronların çaprazlaşması ile gerçekleşen ve devam eden nöral aktivite ile uyarılmış bir yanıtın üretilmesi için yeterli bir aktivite düzeyine ulaşmak gerekmektedir. Şekil 4.4.1.1.'de işitsel uyarılmış potansiyeller görülmektedir. Dikey, Y ekseninde (mikrovolt (μV)) gittikçe artan genlik dikkat çekmektedir. Örneğin, ABR en fazla $0,5 \mu\text{V}$ iken, LLR bileşenlerinin genliği 20 kat daha büyük olabilir. Genliği/ amplitüdü etkileyen faktörler arasında kullanılan uyarının şiddetinin yüksek olması, beynin derinliklerinden kaynaklanan yanıtların yakından kayıt edilememesi ve 8. sinir yaklaşık olarak 30.000 sinir lifinden meydana gelirken Cerebral Cortex'in işitme bölgelerine doğru gidildikçe nöron sayısının 10 milyondan fazla olmasıdır (aktif olan nöron sayısının artması) (36, 37).



Şekil 4.4.1.1. İşitsel Uyarılmış Potansiyeller (38). Yatay X-ekseni zaman, milisaniye (ms); dikey Y-ekseni amplitüd, mikrovolt (μV). ABR: yeşil, MLR: kırmızı, LLR: mavi, kesik çizgili dalga ve mavi alan mismatch negativity (MMN).

İşitsel uyarılmış potansiyelleri tanımlamaya yönelik diğer genel yaklaşım ekzojen veya endojen olarak sınıflandırmaktadır (39). Ekzojen işitsel uyarılmış yanıtlar, uyarın özelliklerinin zorunlu bir ürünüdür ve kişinin dikkatinden bağımsızdır. Endojen işitsel uyarılmış yanıtlar, uyarının özelliklerine daha az bağımlı iken devam eden uyarındaki değişime, kişinin durumuna, dikkat ve biliş çok bağımlıdır. Kısaca akustik uyarına dikkat gibi daha çok bilişsel süreçlerle ilişkili potansiyeller endojen iken, akustik uyarının şiddet, frekans veya süre gibi fiziksel

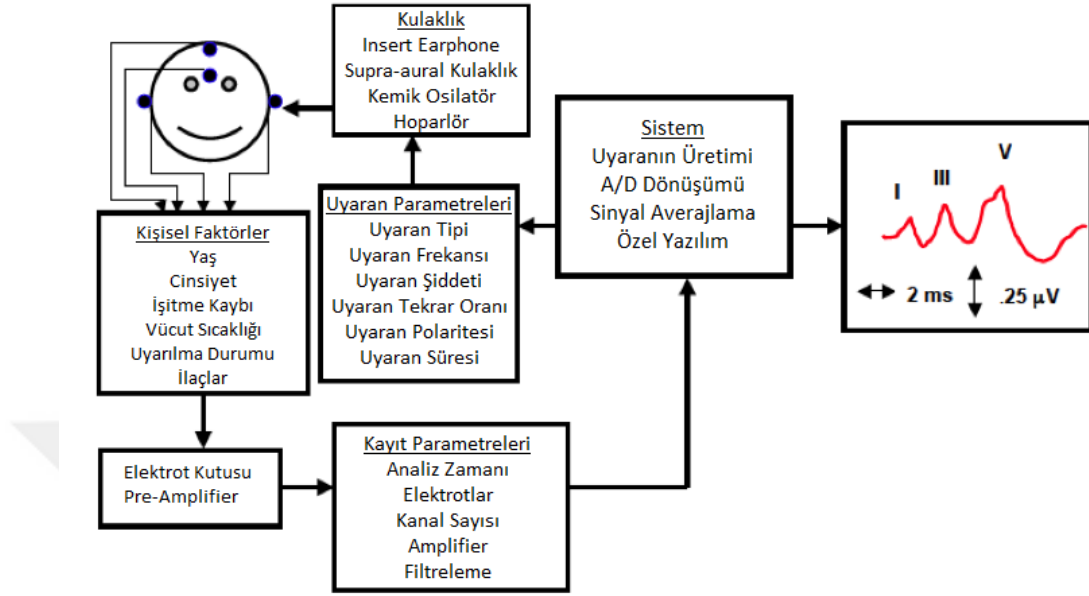
özelliklerinden etkilenen potansiyeller ise ekzojendir (40). Bu durumda ECochG, ABR ve MLR ekzojen potansiyeller; Auditory Steady-State Evoked Response (ASSR), LLR, MMN ve P300 için farklı bileşenler içerdikleri için hem endojen hem ekzojen potansiyeller şeklinde sınıflandırılabilir (41). Endojen terimi yerine olay ilişkili potansiyeller-Event-Related Potentials (ERP) terimi bazen birbirinin yerine kullanılabilir.

4.4.2. ABR

ABR, nöral fonksiyonun senkronizasyonunu ölçen ve geleneksel davranışsal yöntemlere uyum sağlamayan bireylerde tahmini işitme eşiklerini bulmamızı sağlayan objektif bir testtir (42). Click uyarı ile uyarılmış ABR’de, uyarının başlamasını takiben normal işitmeye sahip bir bireyde yaklaşık ilk 8 ms içinde 7 dalga meydana gelir (43). Bu dalgaların hepsi işitsel yol boyunca birbirini izleyen nöral bölgelerden köken alır. İlk iki tepe 8. sinir tarafından üretilirken sonraki tepe noktaları işitsel beyin sapındaki birkaç çekirdeğin birleşik elektriksel aktivitesinden meydana gelen çoklu jeneratörden kaynaklanmaktadır (43). I. Dalga 8. sinirin distal kısmından ve II. dalga proksimal kısmından orjin alırken, III. dalga başlıca CN’den, IV. dalga SOC ve V. dalganın pozitif tepesi başlıca LL’den negatif dalgası ise IC’nin dendritlerinden üretilmektedir (44).

Kliniklerde sıkça başvuru alan ABR testinde click, tone burst, chirp gibi uyarılar kullanılmaktadır. Farklı uyarılar ve farklı parametreler ile koklear sinirden beyinsapına dek işitme yolları ile ilgili araştırma yapabilmemizi sağlar. ABR’nin klinikte kullanımı karşımıza işitsel sensitivitenin tahmini için (tonal ABR) ve koklear sinirden beyin sapına uzanan yollardaki lezyonları tespit etmek için (tanısal ABR) otoneurolojik değerlendirme amaçlı çıkmaktadır (44). İşitsel uyarılmış potansiyeller arasında ABR, klinikte en fazla kullanılan ve popüler olan test yöntemidir. İşitsel uyarılmış potansiyellerin elde edilmesi belli bir donanıma ihtiyaç vardır ve genel olarak gerekli olan donanım ve önemli parametreler Şekil 4.4.2.1.’de gösterilmiştir. Bunun yanında ABR için genel olarak kabul görmüş ve kanıt temelli test parametreleri mevcuttur. Bahsedilen parametreler Tablo 4.4.2.1.’de

görülmektedir. Bu parametreler bir arada ABR için gerekli protokolü oluşturmaktadır.



Şekil 4.4.2.1. İşitsel Uyarılmış Potansiyellerin Ölçümü (37).

Tablo 4.4.2. 1. ABR Kayıt Parametreleri (44).

Parametre	Seçim	Parametre	Seçim
Kulaklık	ER-3A Insert Kulaklık; B71 veya B81	Tekrar Oranı	Click: 21.1/sec Tone Burst: 37.7/sec
Tip	Click; Tone Burst; Chirp Uyarın	Şiddet	Değişken (dB nHL)
Sunum Modu	Hava Yolu Kemik Yolu	Sweep (Tekrarlar) Sayısı	Değişken (ABR amplitüd/ residual noise 3:1 önerilir.)
Polarite	Rarefaction veya diğerleri	Frekanslar	500 Hz, 1kHz, 2kHz, 4kHz
Mod	Monoaural veya Binaural	Maske	Değişken (test edilmeyen kulak için)
Elektrotlar	Non Inverting: Fz Inverting: Ai veya Mi Ground (toprak): Fpz	Filtreler	High Pass: 30 veya 75; Low Pass: 3000 Hz. Notch Filtre: Kapalı
Elektrot Tipi	Disc veya Ear Clip; Disposable	Pre-stimulus Zamanı (Uyarın öncesi)	- 1 ms
Analiz Penceresi	15 ms; 500 Hz ve 1kHz için 20 ms olabilir	Artifact Dışlama	Açık
Güvenilirlik	En az 2 kayıt (replikasyon)	Kazanç	X100,000

4.5. Kompleks Uyarana İşitsel Beyinsapı Yanıtları (Complex Auditory Brainstem Response)

Yapılan son araştırmalar, klinikte rutin olarak kullanılan uyarıların aksine müzik, karmaşık tonlar ve konuşma uyarılarının (/da/, /ba/, /ga/ vb.) da elektrofizyolojik yanıt meydana getirebildiğini göstermiştir (45). C-ABR için kullanılan uyarılar çok çeşitli olup kelimeler, öbekler, bebek ağlaması, vokal sesler, farklı müzik aletlerinin notaları vb. kullanılabilir (9). Özellikle konuşma uyarısı, konuşma sesinin beyin sapında kodlanmasının zamansal ve spektral özelliklerine dair ipuçları sağlayabildiği için ayrıca önemlidir. C-ABR konuşma sesinin akustik yapısının birçok farklı yönden temsilini sağlar. Detaylıca C-ABR, konuşma sesinin başlangıcına, temel frekans ve formant frekansların faz kilitlemesine ve konuşma sesi bitişine dair ayrı ayrı nöral temsiller sağlar (8,45).

4.5.1. Konuşma sesi uyarısına işitsel beyinsapı yanıtları (Speech-evoked Auditory Brainstem Response)

Speech-ABR, karmaşık uyarıların beyin sapında kodlanmasının ölçümünü sağlayan non-invazif, geçerli ve güvenilir bir testtir. Speech-ABR ile temel olarak beyinsapında konuşmanın işlenmesinin araştırılmasının yanısıra hem araştırma ortamında hem de klinik ortamda başka bir çok uygulama alanı mevcuttur. Özellikle santral işitme sistemi fonksiyonu ile ilişkili durumlarda kullanımına başvurulabilir. Speech-ABR'nin başlıca kullanım alanları: özel öğrenme güçlüğü olan çocukların tanınması ve farklı alt gruplarda sınıflandırılmaları, işitsel işleme bozukluklarının tanınması, yaşlanmanın konuşmanın santral işitsel işlenmesine etkilerinin değerlendirilmesi, işitme cihazı ve koklear implant kullanıcılarında santral işitme sistemi patolojilerinin etkisinin değerlendirilmesidir (9). Bunların yanında işitsel rehabilitasyonun takibinde (önce-sonra), müzisyen olan ve olmayanlarda, anadil konuşucusu olan ve olmayanlarda, spesifik dil bozukluğu olanlarda, otizm spektrum bozukluğu olanlarda, yani farklı ve özel durumlarda konuşmanın santral işitsel işlenmesini değerlendirmede; konuşma seslerine karşı insan beyinsapının

plastisite çalışmalarında, işitsel nöropati spektrum bozukluğunda ve daha birçok araştırma konusunda kullanılabilir (9,10). Ayrıca daha spesifik bir konu olarak gürültüde anlama performansının değerlendirilmesinde de kullanılabilir (46). Sonuç olarak Speech-ABR, subkortikal işitsel işleme mekanizmalarını anlamamız için bizlere bakış açısı sağlar ve özellikle öğrenme bozuklukları ve işitsel işleme bozukluklarıyla ilişkili olarak sesin kodlanmasının doğru yapılamadığı durumların biyolojik bir göstergesi olarak kullanılabilir (47).

4.5.2. 40 ms /da/ uyarımı ve diğer parametreler

Konuşma sesi kompleks olup geçici, sürekli, periyodik ve aperiodyik bileşenleri bulunur. Sesbiliminde konuşma sesleri geleneksel olarak ünlüler ve ünsüzler olarak sınıflandırılır. Ses yolunda büyük bir daralma olmadan, artikulatörün birbirine dokunmadan veya yaklaşmadan üretildiği ve dolayısıyla enerjinin ses tellerinden direkt aktarılabildiği sesler ünlülerdir (48). Ünsüz sesler, vokal yol boyunca üretilen havanın kısmi veya tam blokajı ile gerçekleşen daralmalar ve kapanmalar sonucu üretilen seslerdir (48). Ünsüzler sesletim yeri, sesletim biçimi ve ötümlülüğe göre sınıflandırılabilir (48). Ünlüler periyodik, devamlı sinyallerdir ve genellikle ünsüzlerden daha güçlüdür (8). Konuşma sesinin üretimi için öncelikle gerekli olan enerji solunum yoluyla elde edilir. Daha sonra larynx'te ses tellerinin titreşimi ile ham ses oluşarak sesin tonu oluşturulur. Ses tellerinin titreşim oranında oluşan enerji temel frekans (F0) ve bu değerın tam sayı katlarındaki enerji ise harmoniklerdir. Burada üretilen ilk ses, dilin, dudakların ve çenenin hareketi ile vokal yolun şekli değıştikçe konuşmanın frekans bileşimi de değışip, filtrelenerek farklı frekanslarda enerji yoğunlaştırılarak farklı konuşma sesleri üretilir (49). Vokal yol boyunca gerçekleşen doğal rezonanslar sonucu oluşan enerji yoğunlukları formantlardır ve en düşük formant birinci formant (F1) iken sonraki ikinci formanttır (F2). F1 trakeanın şekline, F2 oral kavitenin şekline göre değışir (49).

Seslerin zamansal ve spektral özelliklerinin işitsel beyinsapı yanıtı olarak nasıl elde edildiğini incelemek için pek çok kompleks uyarana başvurulmuştur (9). Yapılan çalışmalar sıklıkla ünlü-ünsüz (consonant-vowel/CV) formatındaki uyarılara ve bunlar arasından da sıklıkla /da/ hecesine başvurulduğunu göstermiştir

(10). Klatt tarafından üretilen /da/ uyarını, 103'ten 125 Hz'e linear olarak yükselen bir temel frekansa (F0) sahip, 40 ms'lik sentezlenmiş yapay bir konuşma hecesidir (50).

Speech-ABR dalga formunun, CV uyarısının zamansal ve spektral özelliklerine karşılık geldiği gözlenmiştir. Bu durum konuşmanın anlaşılmasına katkı sağlamaktadır. Çünkü CV formundaki uyarana göre düşünüldüğünde sesin başlangıç kısmı fonemi tanımlamayı kolaylaştırır; frekans geçişleri ünsüz kısmın tanınmasına katkı sağlar; formant yapı ünlünün tanınmasını kolaylaştırır; temel frekans (F0), cinsiyet ve duygu gibi dilbilimsel olmayan diğer bilgilerin tanınmasını kolaylaştırır (51,52). Literatürde primer olarak /da/ hecesinin kullanımının yaygın olduğu gözlenmektedir. Uyarın olarak /da/ hecesinin seçimindeki nedenler arasında küresel bir hece olup çoğu Avrupa dilinin fonetik envanterinde yer alması, geçici bir kısım ile devamlı bir periyodik kısma sahip olması, beyinsapının işlevlerine karakterize olması, geçici başlangıç yanıtının click-ABR ile devamlı kısım yanıtının ton ile uyarılmış FFR ile benzer olması ve temiz ve tekrarlanabilir yanıtlar ortaya çıkarıyor olması sayılabilir (10). Bu uyarın (/da/), patlamalı durak ses olup a-harmonik, hızlı, daha düşük amplitüdü, transient (geçici) ve genişbant ranjı olan /d/ sesi ile başlar ve harmonik olarak zengin içeriğe sahip, devamlı, periyodik, ünsüz sestemden daha yüksek şiddete sahip, spektral olarak dinamik formant geçişlerine sahip /a/ sesi ile devam eder (10,53). Northwestern Üniversitesi'nden Dr. Nina Kraus tarafından geliştirilmiş olan 40 ms /da/ uyarını Speech-ABR çalışmalarında kullanılmıştır. Konuşma sesinin sinyal olarak kullanılıp beyinsapında bu sinyale yanıtların oluşması ile kaydedilen Speech-ABR'de gözlenen anormallikler, ünsüzün başlangıcı ile zamansal olarak gecikmiş bir yanıtı ve konuşma sinyalinin harmonik bileşenlerinin yetersiz spektral temsilini içerebilir (8). 40 ms /da/ uyarını, ilk 10 milisaniyede başlangıç olarak F3, F4 ve F5'te patlama şeklinde yapılandırılmıştır (54). Ardından devam eden 30 milisaniyede ünlü sesin steady-state kısmına geçmeden F1 ve F2 geçişlerinin sona ermesi şeklinde yapılandırılmıştır. Böylece kısa hece olup, uyarında steady-state kısım olmamasına rağmen, psikofiziksel olarak CV hecesi olarak algılanması sağlanmıştır (54,55).

Speech-ABR için önemli diğer parametreler olarak hastanın durumu, lateralizasyon etkisi, uyarım modu (monoaural, binaural), polarite, uyarın tekrar oranı, uyarın uzunluğu, uyarın Şiddeti, dalga kayıt sayısı (sweep), kulaklık tipi, elektrod montajı ve filtre sayılabilir. Genellikle Speech-ABR ölçümü için kapalı sistem ve belli baŐlı yazılımlar kullanılmakta ve bahsedilen parametreler sunulmaktadır.

Hastanın test esnasındaki durumu literatürdeki çalışmalarda farklılık göstermiştir. Araştırmacıların büyük bir kısmı hastanın altyazılı veya düşük Őiddette ses ile video izlemesine izin vermiş, bir kısmı miyojenik artefaktları azaltmak için vücutlarını sabit ve hareketsiz tutmasını istemiş, bir kısmı uyumalarını istemiş, bir kısmı ise hastaya seçenek sunmuştur (56,57).

Uyarım modu olarak çocuklarda monoaural uyarım, yetişkinlerde ise günlük dinleme durumlarına yakın olup daha gerçekçi olduğu için binaural uyarım önerilmektedir (10). İki durumu değerlendiren bir çalışma, binaural uyarımın amplitüd ve netlik açısından daha iyi bir yanıt oluşturduğunu ama iki durum arasında edinim zamanı açısından anlamlı bir fark olmadığını göstermiştir (58).

Sağ kulaktan verilen uyarının sol hemisfere kontralateral projeksiyonu sebebiyle çalışmaların çoğu testlerin sadece sağ kulak üzerinden uygulandığını göstermektedir (56). Ancak yine de literatür sağ kulak uyarımının daha iyi konuşma işlemlmesine katkı sağlamasına rağmen sol kulak uyarımı ve kaydının da önemli etkilere sahip olabileceğini göstermektedir.

Çalışmaların çok büyük bir çoğunluğunda artefaktları ve koklear mikrofoniği önlemek amacıyla alterne polarite tercih edilmiştir (56). Ancak polarite farkının latansı etkilemediği gözlenmiştir (59).

Yapılan çalışmalarda saniyede sunulan uyarın sıklığı çoğunlukla 10.9/sn olarak tercih edilmiştir (58). Uyarın uzunluğu (süresi) için çok büyük oranda 40 ms sonrasında 170 ms tercih edilmiştir. Her iki uyarının da beyinsapında konuşmanın kodlanmasını güvenilir şekilde yansıttığı gözlenmiştir (53).

Çalışmaların büyük bir çoğunluğu hastaların rahatlıkla duyabildiği seviye olan 80 dB SPL'in kullanıldığını göstermiştir (60). Net ve tekrarlanabilir dalga elde edilmesi için ortalama 4000-6000 sweep kaydedilmesi önerilip çalışmaların çoğunda 2 blok halinde 3000 sweep alınıp averajlanarak 6000 sweep ile yanıt elde edilmiştir (10,56).

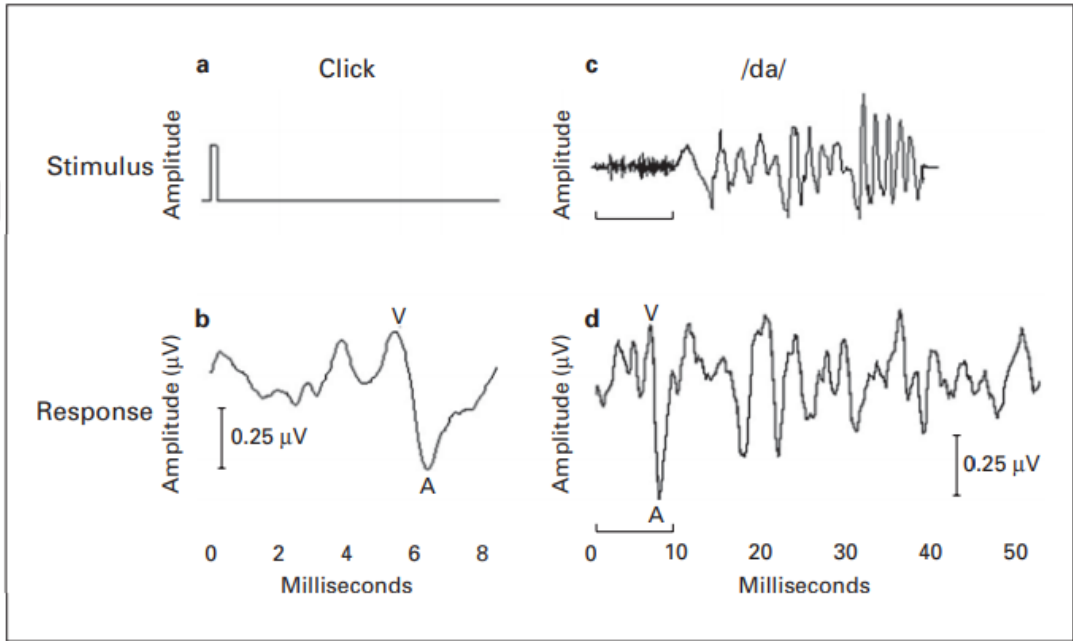
Click-ABR'de de olduğu gibi uyaran artefaktlarını azaltmak için Speech-ABR'de de kanal içi kulaklık (insert earphone) önerilmektedir (57). Vertikal tek-kanallı elektrod montajı (Cz: aktif, ipsilateral kulak memesi: referans, alın: toprak), en yaygın kullanılan montajdır (10). Yine Click-ABR ile benzer olarak 100-3000 Hz filtre tercih edilmektedir (10). Böylece subkortikal aktivite, diğer istenmeyen potansiyellerden izole edilip sinyal gürültü oranı artırılarak daha net ve doğru bir yanıt elde edilir. Çalışmaların büyük bir çoğunluğunda kullanılan parametreler şunlardır (Bkz. Tablo 5.3.3.1.):

- Uyaran: /da/ hecesi
- Uyaran süresi: 40 ms
- Hasta durumu: Video izleme
- Uyarım modu: Sağ kulak, monoaural uyarım
- Polarite: Alterne
- Uyaran Şiddeti: 80 dB SPL
- Saniyede sunulan uyaran sıklığı: 10.9/sn
- Kayıt penceresi: 70-85 ms
- Averajlanan sweep sayısı: 6000 sweep (2 tekrarlama)
- Kulaklık: Insert Earphone
- Elektrod Montajı: Vertikal, tek kanallı
- Filtre: 100-3000 Hz

4.5.3. Speech-ABR zaman ve frekans bağlamında gösterimi ve data analizi

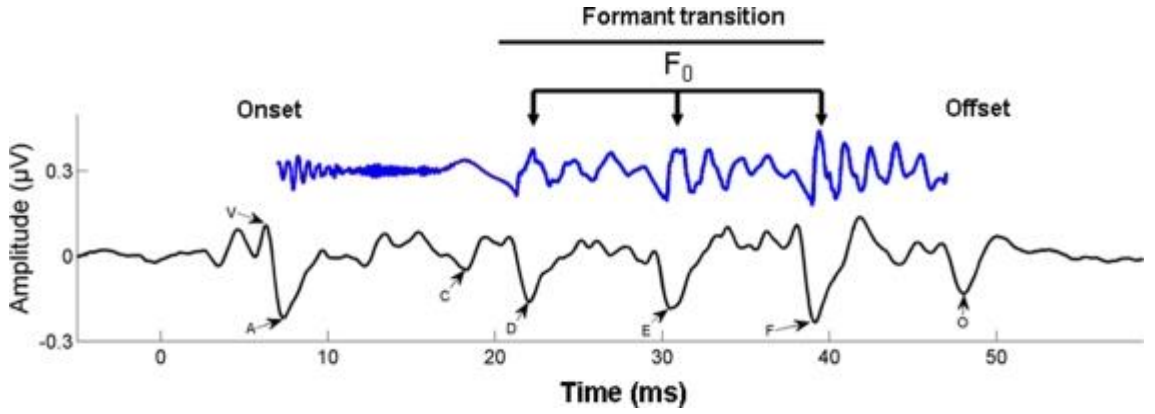
/da/ uyarınının nöral olarak kodlandıktan sonra yanıtların uyarının yapısına benzer şekilde yansıdığı düşünülen Speech-ABR dalgaları konuşma sinyali ile benzer

şekilde geçici (transient) ve devamlı (sustained) olarak 2 kısma ayrılır (61). Speech-ABR'nin kısımları “başlangıç yanıtı” ve “Frequency-Following Response (FFR)” olarak da isimlendirilebilir. Şekil 4.5.3.1.'de klinikte geleneksel olarak kullanılan click-ABR ile nispeten daha yeni diyebileceğimiz Speech-ABR'ye ait uyarıların yapısı ve yanıtların zaman bağlamındaki formları görülmektedir.



Şekil 4.5.3.1. Click-ABR ve Speech-ABR uyarıları ve yanıtları. Uyarılar (üst) ve grand average yanıtların dalga formları (alt) (54).

Speech-ABR' de “V, A, C, D, E, F, O” olmak üzere 7 karakteristik tepe noktasından oluşan dalga formu elde edilir. Şekil 4.5.3.2. 'de /da/ uyaranı ve nöral yanıtın karşılaştırılması görülmektedir. V pozitif tepe iken A, C, D, E, F, O negatif tepelerdir. Uyarının ünsüz (/d/) ve ünlü (/a/) kısmının dalganın “başlangıç yanıtı” ve “FFR” kısmı ile tam olarak karşılaşması için uyarı 6 ms kaydırılmıştır.



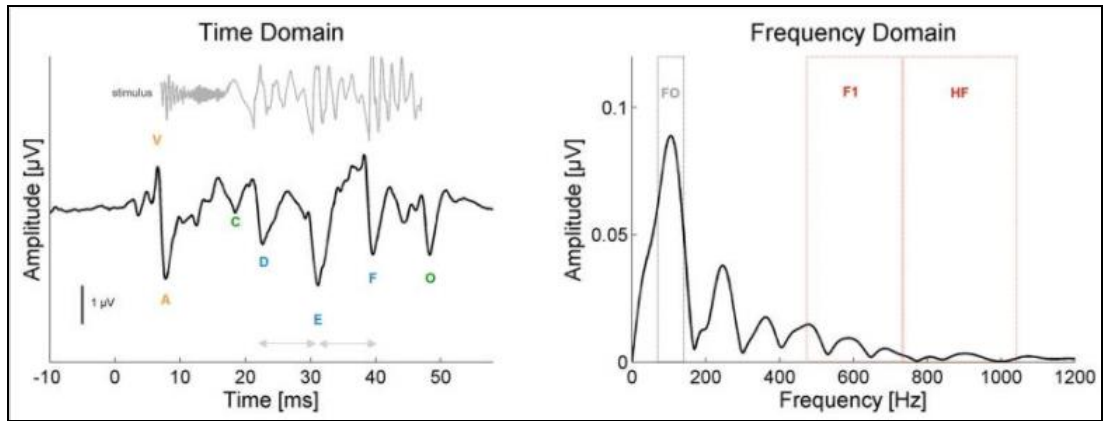
Şekil 4.5.3.2. 40 ms /da/ uyarınının zaman-amplitüd dalga formu (mavi-üst) ve nöral yanıt (siyah-alt) (62,63). V ve A dalgaları başlangıç yanıtını, C dalgası geçiş yanıtını, D, E ve F dalgaları periyodik kısmı (FFR) ve O dalgası bitiş yanıtını yansıtır.

V ve A ve V-A kompleksi birlikte başlangıç yanıtıdır. V ile A'nın yanında C ve O sırasıyla ünlü sesin başlangıcı ve sonunda yer alıp geçici (transient) uyarın özelliklerine karşılık geldikleri için V, A, C ve O geçici (transient) yanıtlar olarak sınıflandırılır (10). Geçici yanıtları analiz ederken tıpkı click-ABR'de olduğu gibi zaman bağlamında latans ve amplitüd değerleri belirlenir. Her bir tepe için latans ve amplitüd değerleri belirlenir. Tepeler arası süre, amplitüd, eğim ve alan gibi tepeler arası ölçümler de yapılabilir (8). Genel olarak geçici yanıtlar (V ve A için) uyarının sunumundan 6 ila 10 ms sonra meydana gelir. Pozitif ve negatif tepe noktalarını belirleyip latans ve amplitüd değerlerini ölçmek amacıyla farklı yöntemler kullanılmaktadır:

- Girilen latans aralığında oluştuğu bilinen tepe noktaları için maksimum pozitif ve negatif tepelyi objektif olarak belirleyen otomatik algoritmalar,
- Baseline aktiviteden daha büyük amplitüdü dalgayı belirlemek,
- Çoklu değerlendiriciden dalgaların görünür olup olmadıklarına dair görüş almak,
- Kurum dışı bir değerlendiriciden görüş almak,
- Kararsız kalınan bir durumda en deneyimli kişiden görüş almak,
- Düşük amplitüdü tespiti zor tepelerin tespiti için wavelet denoising veya yüksek-geçiren filtre kullanmak (64,65),

- Grand averaj dalgayı üretip o dalga ile diğer dalgaları karşılaştırıp dalga uyumlarına göre karar vermek.

D, E, F tepeleri ve aralarındaki küçük voltaj dalgalanmaları devamlı uyarın (/a/) özellikleriyle (F0 ve harmonikleri) uyumlu olarak devamlı kısmı, FFR'yi oluşturur (10). Dalga gösteriminde başlangıç yanıtı (V, A tepe noktaları) ötümlü bir ünsüzün (/d/) patlama başlangıcını temsil ederken, başlangıçtaki patlamanın bitişini veya FFR kısmının başlangıcını temsil eden (C dalgası) veya uyarının bitimini temsil eden (O dalgası) negatif oluklar (tepe) ile devam eder (8,47). Konuşma uyarınının harmonik kısmı, FFR dalgalarını (D, E ve F dalgaları) içerir. FFR dalgalarının tepe noktaları arasındaki periyot farkı, temel frekansın (F0) dalga boyuna karşılık gelir ve FFR kısmına bir Fourier analizi (FFT) uygulandığında, F0 frekansında ve F1 frekansında spektral zirveler gözlenir (8,47). Bu sebepten Speech-ABR'nin zaman bağlamında ve frekans bağlamında gösterimini yapmak mümkündür. Speech-ABR'nin zaman bağlamında gösterimi ile 7 karakteristik tepe noktasının gösterimi ve FFR kısmının FFT analizi sonucu oluşan frekans bağlamında gösterimi Şekil 4.5.3.3.'te verilmiştir.



Şekil 4.5.3.3. Speech-ABR'nin zaman bağlamında (sol) ve frekans bağlamında gösterimi (55).

Fast Fourier Transform (FFT), spektral analiz yapmak için kullanılan en yaygın algoritma olup Speech-ABR'nin frekans bağlamında gösterimi için spesifik bir frekans veya frekans aralığında nöral faz kilitlemelerinin büyüklüğü ve hassasiyetini ölçebildiği için kullanılmaktadır (66). Böylece FFT, elde edilen sinyali

ayrı spektral bileşenlerine dönüştürerek sinyalin frekans bilgisini görmemizi sağlar. Ayrıca daha az hesaplama gerektiren bir teknik olup farklı yazılımlarda kolayca kullanılma gibi özellikleri de diğer avantajlarındanndır.

Frekans spektrumları, uyarının frekans kompozisyonuna göre analiz edilmelidir çünkü uyarın ve yanıt amplitüdüleri farklı skalalardan oluşur ve aynı grafik üzerinde iki spektrumu çizebilmek için amplitüdüleri normalize edilmelidir (10,55). Frekans bağlamında analiz yapılırken, uyarının F0 ve harmoniklerine karşılık gelen spektral enerji yoğunlukları belirlenir ve bu bölgelerin faz ve amplitüdü kaydedilir (10). Frekans bağlamında analiz için 40 ms /da/ uyarınının frekans kompozisyonuna baktığımızda: F0 (temel frekans) 103-125 Hz, F1 (birinci formant frekansı) 220-720 Hz, F2/HF (ikinci formant frekansı/yüksek frekans) 1240-1700 Hz arasındadır. F0'ın harmonikleri iki frekans bandından gelen ortalama spektral enerjinin birleşiminden oluşmaktadır.

4.5.4. Speech-ABR jeneratörleri

Başlangıç yanıtı ile FFR, konuşma uyarınının subkortikal olarak işlemlenmesi esnasında farklı mekanizma ve yapılardan orjin alırlar. Yapılan araştırmaların sonucu göstermiştir ki başlangıç yanıtı başlıca LL, CN ve IC'de bulunan octopus hücrelerinin ateşlenmesi sonucu oluşuyor olabilir (67). Ayrıca, FFR'nin primer olarak IC'den orijin aldığı gösterilmişse de SOC'un da dahil olduğu birçok yapıdan ve az da olsa Cortex'ten kaynak aldığı belirtilmiştir (68,69).

4.5.5. Cinsiyet ve Speech-ABR

ABR kaydı ile elde edilen yanıtlar yorumlanırken diğer birçok faktör göz önüne alınmalıdır. Yaş, cinsiyet, uyku-uyanıklık, vücut sıcaklığı, ilaç kullanımı, işitme kaybı, kas artefaktları gibi kişiye bağlı faktörler yanıtlarda bazı farklılıklara yol açabilir. Kişiye bağlı faktörlerin latans, amplitüd ve morfolojiye etkileri yapılan çalışmalar sonrasında öngörülebilir olup yorumlamalarda kullanılmaktadır (37). Örneğin kadınların mutlak latansları ve dalgalar arası latansları erkeklere göre

anlamli şekilde daha kısıdır. Bu noktada her yaş grubu için yaş ve cinsiyeti eşleşen normatif veriye sahip olmak yorumlamada önem taşır.

Literatürde yapılan önceki çalışmalar kadınların ABR sonuçlarının erkeklere göre daha iyi olduğunu göstermiştir. Speech-ABR ile yapılan çalışmalara bakıldığında benzer olarak kadınların daha iyi performans gösterdiğini destekleyici niteliktedir (70,71). Özellikle başlangıç yanıtlarında daha erken ve daha güçlü yanıtlar elde edilmiş ve FFR kısmında da kadınlarda spektro-temporal bilginin daha iyi temsili gözlenmiştir (72). Kadınların erkeklere göre daha iyi yanıtlarının olmasıyla ilgili birçok hipotez olsa da özellikle cinsiyet hormonlarının etken rol aldığı yapılan çalışmalarda desteklenmiştir (73). Bu bilgiler kliniklerin cinsiyete özgü norm veri oluşturmalarının önemini ortaya koymaktadır.

4.5.6. Yaşlanma ve Speech-ABR

Konuşma içermeyen uyarılarda maturasyonun ABR sonuçlarına etkisi 18 ay ~ 2 yaş gibi tamamlansa da, konuşma uyararı ile yapılan bir çalışmada 3-4 yaşlarındaki çocukların başlangıç ve devamlı yanıt aktivitelerinin 5-12 yaş arası çocuklara göre gecikmiş olduğu ve azalmış senkronizasyona sahip olduğu gözlenmiştir (74). İşitsel beceriler yaşla birlikte gelişir ve konuşma sesinin akustik unsurlarını içeren uyarılar için hem frekans hem de zaman bağlamında gelişimsel olarak plastisite meydana gelir (74).

Yaşlanma, erken yetişkinlikte başlayan, aşama aşama ilerleyen doğal bir değişim sürecidir. Orta yaşın erken dönemlerinden itibaren birçok bedensel fonksiyon yavaş yavaş azalma göstermeye başlar. Yaşlanma ile birlikte işitmeye ilişkin en fazla rastlanan yakınma, konuşmanın giderek zorlukla işitilebildiği halde anlaşılabilmesidir. Bu şikayetler özellikle gürültülü ortamlarda artış göstermektedir. Bunun sebebi yaşlanma ile beraber nöral işlemede, nöral inhibisyonda meydana gelen yavaşlama, azalma ile konuşmanın karmaşık ve hızlı değişen özelliklerinin işlemlenmesindeki zorluktan kaynaklanabilir (75).

Yaşlılık ile beraber gecikmiş nöral zamanlama, azalmış temporal işleme yeteneği, nöral ateşlemede senkronizasyon bozuklukları, nöral yanıtta tutarsızlıklar,

faz kilitlemede azalma ve spektral yanıtların gücünde azalmadan bahsedilebilir. İnhibitör nörotransmitter seviyelerinde yaşa bağı olarak azalmalar olması, nöral iyileşmelerin yavaş ve gecikmiş olması, işitsel sistemin özellikle temporal hassasiyetinde düşüşe katkıda bulunabilir (75,76). Böylece azalan hassasiyet nöral yanıtların zamanlamasında gecikmelere, nöral yanıtın büyüklüğünde azalmalara yol açar. Bu durum hızlı değişen akustik özelliklere sahip olan konuşma sesinin işlenmesinde büyük bir dezavantaja yol açabilir. Yaşlılığın işitme sistemine etkileri Speech-ABR ile belirlenebilir ve takibi yapılabilir.



5. MATERYAL VE METOT

5.1. Araştırmanın Yeri ve Zamanı

Çalışmamız İstanbul Medipol Üniversitesi Kuzey Kampüs, Odyoloji Laboratuvarı'nda gerçekleştirildi. Çalışma, İstanbul Medipol Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından 21/01/2021 tarihli 74 nolu karar onayına sahiptir.

Çalışmada, anadili Türkçe olan normal işitmeye sahip genç yetişkinler ile normal işitmeye sahip orta-yaşlı yetişkinlerin rutin odyolojik değerlendirmeleri yapıldıktan sonra Speech-ABR kayıtları alınarak yaşa ve cinsiyete bağlı olarak karşılaştırılması amaçlandı. Ayrıca her 2 yaş grubu için klinik normatif verilerinin elde edilmesi amaçlandı.

Çalışmaya katılan bireylerin tamamına araştırmanın amacı, içeriği, nedeni ve çalışmaya gönüllü katılım onayını içeren bilgilendirilmiş gönüllü onam formu imzalatılarak, yazılı onamları alındı (Ek-1).

5.2. Bireyler

Çalışmaya 18-25 yaş arası 31 (15 kadın, 16 erkek), 40-60 yaş arası 30 (15 kadın, 15 erkek) gönüllü birey dahil edildi. Çalışmanın G*Power testine göre %85 güçte %5 tip I hata düzeyinde büyük etki büyüklüğünde gerçekleşmesi için genç yetişkin grubu için 30, orta yetişkin grubu için 30 katılımcı uygun bulundu.

Bireylerin çalışmaya dahil edilme kriterleri:

1. Genç yetişkin grubu için 18-25 yaş arası olan; orta yaşlı yetişkin grubu için 40-60 yaş arası olan,
2. Anadili Türkçe olan,
3. Sağ el dominansı olan,

4. Hava yolu saf ses ortalaması 25 dB HL ve daha iyi olan,
5. Konuşma odyometrisi sonuçları normal olan,
6. Akustik immitansmetri sonuçları normal olan,
7. Click ABR sonuçları normal olan,
8. Montreal Bilişsel Değerlendirme testine göre yirmi bir puan ve üzerinde puan alan bireyler çalışmaya dahil edildi.

Bireylerin çalışmadan dışlanma kriterleri:

1. Kulak ile alakalı operasyon öyküsü ve/veya otojenik hastalığı olan,
2. Otojenik herhangi bir şikayeti olan (tinnitus, uğultu, dolgunluk, baş dönmesi vb.),
2. Nörojenik, psikiyatrik bir hastalığı olan,
3. Konuşmayı anlama ve/veya üretmede problemi olan,
4. Öğrenme problemi olan bireyler çalışmadan dışlandı.

5.3. Araçlar ve Yöntem

Odyolojik değerlendirmeye başlamadan önce hastanın genel bilgileri kendi oluşturduğumuz kayıt formuna kaydedildi (Ek-2). Rutin odyolojik değerlendirmenin sonuçları İstanbul Medipol Üniversitesi Odyoloji Bölümü İşitme Değerlendirme Formu'na (Ek-3), Montreal Bilişsel Değerlendirme sonuçları, click-ABR ve Speech-ABR sonuçları kendi oluşturduğumuz sonuç formuna kaydedildi (Ek-4).

5.3.1. Rutin odyolojik değerlendirme

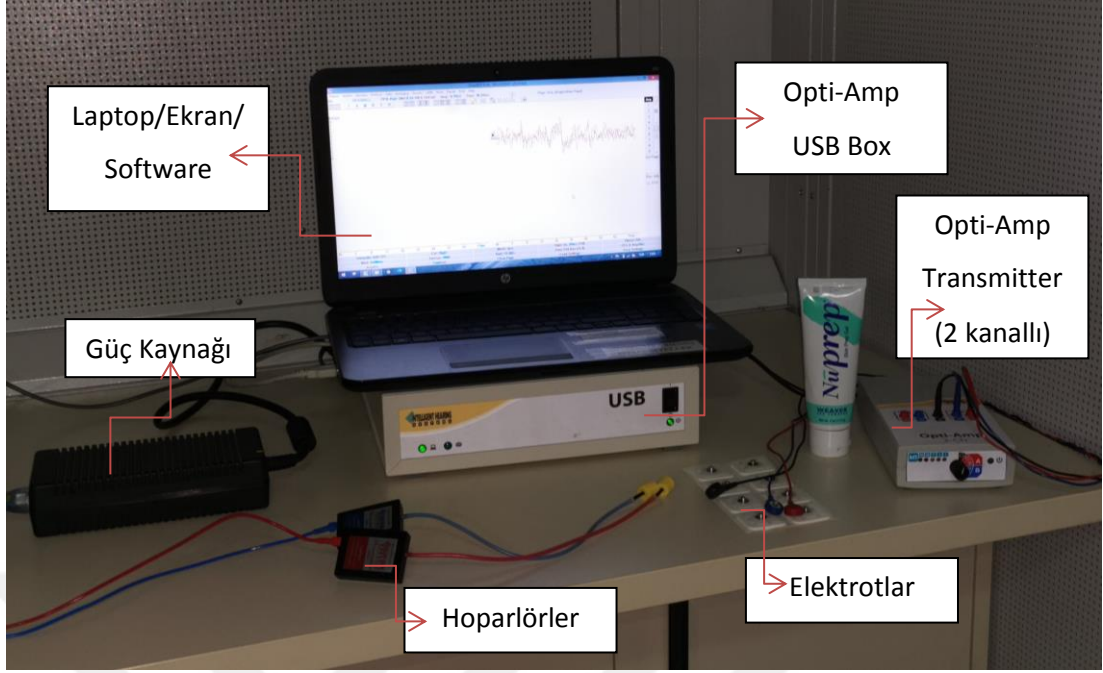
Bireylerin genel bilgi kayıtları yapıldıktan sonra otoskopik bakıları tamamlandı. Bilateral otoskopik bakısı normal olan bireyler daha sonra Titan Suite (Interacoustics A/S Assens, Denmark) akustik impedansmetri cihazı ile 226 Hz prob tonda sunulan uyaran ile timpanometri, ipsilateral ve kontralateral refleksler için

değerlendirmeye alındı. Bilateral tip A timpanogram ve bilateral akustik refleksleri elde edilen bireyler saf ses odyometri testine alındı. OTATECH marka sessiz kabinde, AC40 model hibrit odyometre (Interacoustics A/S Assens, Denmark) ve DD45 kulak üstü kulaklık ile test gerçekleştirildi. Saf ses odyometri testinde hava yolu saf ses ortalaması 500, 1000, 2000 ve 4000 Hz için 25 dB HL ve daha iyi olan bireylere konuşma odyometrisi uygulandı. Konuşma odyometrisinde konuşmayı alma eşiği saf ses hava yolu ortalaması ile uyumlu olan, konuşmayı ayırt etme skoru en az %88 olan bireyler klinik ABR ve Speech-ABR'ye yönlendirildi. Çalışma gerçekleşmeden önce bahsedilen bataryaların kalibrasyonları standartlara uygun şekilde gerçekleştirildi.

5.3.2. Click-ABR

Bireyleri Speech-ABR testine almadan önce işitsel beyinsapı düzeyinde tanısal anlamda taramak ve işitme eşiklerini cross-check prensibi ile desteklemek amacıyla click uyarı ile tanısal ABR ve eşik ABR uygulandı. ABR testlerinde uyarının sunulması ve kayıtlamaların yapılması için Intelligent Hearing Systems/IHS (Miami, FL, USA) Smart EP 5.10 cihazı kullanıldı. Rutin odyolojik bataryada olduğu gibi çalışmaya başlamadan önce cihazın kalibrasyonu ANSI standartlarına uygun bir şekilde gerçekleştirildi.

Test sırasında düzenek Laptop, USB Box (işletim merkezi), pre-amperiferikler (Güçlendirme, common mode rejection, filtreleme, artifakt baskılama), hoparlör ve elektrotlardan oluşmuştur. Test düzeneği, donanım, Resim 5.3.2.1.'de gösterilmiştir.

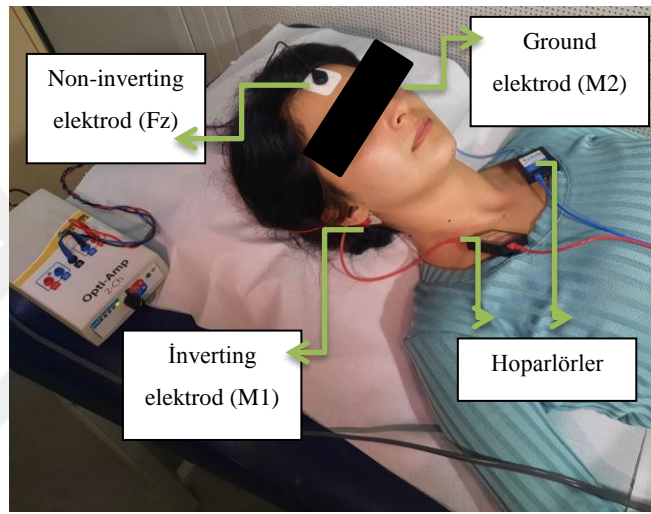


Resim 5.3.2. 1. ABR Test Donanımı

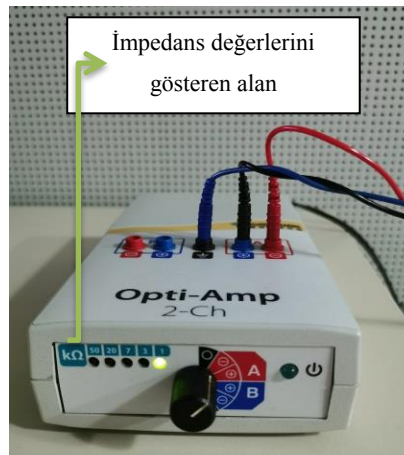
Click-ABR ve Speech-ABR testleri için öncelikli olarak hasta teste hazırlandı. Elektrot montajı yapılacak bölgeler NuPrep® marka cilt temizleme jeli ile temizlendi. Speech-ABR testinde sadece sağ kulaktan kayıtlama yapılacağı için click-ABR'de de tek kanallı kayıt, monoaural elektrot montajı uygulandı. 3M™ marka (Kanada), köpük bantlı, tek kullanımlık, son kullanma tarihi 27.09.2021 olan snap elektrodlar kullanıldı. Non-inverting elektrod saçlı deri bitimine (Fz), inverting elektrod ipsilateral ölçüm yapılacak sağ kulağın mastoidi üzerine (M1) ve ground elektrod sol mastoid üzerine (M2) yerleştirildi. Elektrot montajı yapıldıktan sonra elektrotların empedans değerleri kontrol edildi. Empedans değerlerinin 3 k Ω veya altında ve elektrotlar arası empedansın 2 k Ω veya altında olmasına dikkat edildi. Test esnasında oluşabilecek kas artefaktlarını engellemek için hastadan test esnasında supine pozisyonda olabildiğince rahat ve gevşemiş olması, olabildiğince hareketsiz kalması ve gözlerini kapaması istendi. Uyarın sunumu için IHS için üretilen ER3A kanal içi hoparlörler kullanıldı. Kanal içi hoparlörlerin ucuna Etymotic® (USA) marka tek kullanımlık sünger prob uçları takıldı. ER3A kanal içi hoparlörlerin sünger prob uçları, her bireyin dış kulak kanal çapına uygun olarak seçilerek (küçük boy,

orta boy, büyük boy) dış kulak kanalını tıkayacak şekilde uygun derinlikte yerleştirildi.

Program açıldıktan sonra yeni hasta kaydı yapılarak başlandı. İsim-soyisim, doğum tarihi, gestasyon haftası ve iletişim bilgileri kaydedildi. Daha sonra tez çalışmamız için önceden hazırladığımız Click-ABR set-up ayarları sisteme yüklenerek kayıtlamaya başlandı. Click-ABR test ayarları Tablo 5.3.2.1.'de gösterilmiştir.



Resim 5.3.2.2. Tek Kanallı Elektrod Montajı



Resim 5.3.2.3. İmpedans Değerlerinin Kontrolü

Tablo 5.3.2.1. Click-ABR Parametreleri

Click-ABR Parametreleri	
Uyaran	0,1 msn Click uyaran
Şiddet	80, 60, 40, 20 dB nHL,
Polarite	Alternate
Sweep (averajlanan dalga sayısı)	1500-2000
Saniyede Sunulan Uyaran Sıklığı	19,3/sec
Filtre	100-3000Hz
Mod	İpsilateral
Kayıtlama Penceresi	15 ms (-3 ms pre-stimulus)
Artefakt Dışlama Seviyesi	%40
Gain/Kazanç	100.0K

Her bir şiddet seviyesinde 2 dalga kaydı (replikasyon) alındı. Traseler üst üste çakıştırılarak 80 dB nHL’de I, III ve V. Dalgalar işaretlendi. I, III ve V. dalgalara ait mutlak latans değerleri, amplitüd değerleri ile I-III, I-V ve III-V dalgalarda arası latans değerleri ve dalgalarda arası amplitüd oranları analiz edildi. 20 dB’lik şiddet farkları ile 80, 60, 40 ve 20 dB nHL’de V. Dalga tespit edildi. Bireylerin referans değerlerle uyumlu normal latans ve amplitüd değerlerine sahip olmalarına ve 20 dB nHL’de V. dalganın elde edilmesine dikkat edildi. Click-ABR testinde patolojik bulgu gösteren bireyler çalışma dışı bırakıldı. Referans norm değerlerle uyumlu bulgu gösteren bireylere Speech-ABR testi uygulandı.

5.3.3. Speech-ABR

Speech-ABR için IHS’nin ABR modülü kullanıldı. Literatür ile uyumlu olan ve ön çalışmalarla desteklenmiş parametrelerin ayarlı olduğu kendi oluşturduğumuz set-up seçilerek kayıtlar alındı. Farklı parametrelerle ölçümlerin denendiği ön çalışma en az 30 birey ile gerçekleştirildi. Speech-ABR’de Dr. Nina Kraus tarafından geliştirilen ve IHS’nin entegre modülünde yer alan, kompleks uyaran olan 40 ms /da/ uyarını kullanıldı. Kullandığımız uyarının elektrik dalga formu Şekil 5.3.3.1.’de gösterildi. Çalışmamızda kullanılan Speech-ABR parametreleri Tablo 5.3.3.1.’de verildi.



Şekil 5.3.3.1. Çalışmamızda Kullandığımız 40 ms /da/ Uyaranı Elektriksel Dalga Formu

Tablo 5.3.3. 1. Speech-ABR Parametreleri

Speech-ABR Parametreleri	
Ekipman	Intelligent Hearing Systems
Software	SmartEP
Uyaran	40 ms /da/ uyaranı
Uyarılan Kulak	Sağ
Şiddet	80 dB SPL
Polarite	Alterne
Sweep (averajlanan dalga sayısı)	3000
Replikasyon	2 kez (3000x2)
Saniyede Sunulan Uyaran Sıklığı	10,9/sn
Kulaklık	Insert Earphone ER-3A
Filtre	100-3000Hz
Mod	İpsilateral
Kayıtlama Penceresi	76.8 ms kayıtlama penceresi (-10 ms prestimulus)
Artefakt Dışlama Seviyesi	%23/ ±23 µV.
Gain/Kazanç	100.0K

Artefaktları asıl yanıtı ayırmak için kulaklık takılı olmadan kayıt alınıp sonra kulaklık takılı iken kayıt alındı. 80 dB SPL'de 2 set 3000 dalga kaydı (replikasyon) alındı ve dışlanan dalga sayısının total kaydın %5'ini (150) geçmemesine dikkat edildi. 150'den fazla dışlama olduğunda kayıt durduruldu ve yeni kayda başlandı. Hem click-ABR hem Speech-ABR'de maskeleme veya notch filtre kullanılmadı.

Elde edilen Speech-ABR kayıtları zaman bağlamında ve spektral bağlamda ayrı ayrı analiz edildi. Zaman bağlamında analiz IHS üzerinden dalgaların pozitif ve negatif tepe noktalarının işaretlenmesi yolu ile yapıldı. C dalgası her birey için elde edilemediğinden analizlerden dışlandı. Çalışmayı yürüten 2 araştırmacı tarafından her bir bireyin sonuçları için 2 trase üst üste çakıştırılarak 6 tepe (V, A, D, E, F, O) tespit edildi. Tepe noktalarının mutlak latans değerleri (ms) ve amplitüd değerleri (μV) belirlendi. Spektral bağlamda analiz için kayıtlar ASCII versiyonunda bir metin dosyasına dönüştürülerek Skoe ve arkadaşları tarafından geliştirilen Brainstem Toolbox 2013, MATLAB bazlı programa aktarıldı. Bu toolbox temporal ve spektral analizlerin yapılmasını sağlayan MATLAB bazlı paket programdır. MATLAB üzerinden bu toolbox kullanılarak spektral analiz, Fourier (FFT) analizi ile gerçekleştirildi. MATLAB üzerinden FFT analizi ile F0, F1 ve F2 spektral tepelerin amplitüd değerleri belirlendi. Daha sonra bireylerin kayıt formlarına yazılan verilerin Statistical Package for Social Sciences (SPSS)'a girişi yapıldı.

5.3.4. İstatistiksel analiz

Elde edilen verilerin istatistiksel analizi, SPSS Vs 22.0 (SPSS inc., Chicago, IL, USA)" paket programıyla gerçekleştirildi. Verilerin normal dağılıma sahip olup olmadıkları Shapiro-Wilk testi kullanılarak $p>0,05$ anlamlılık değeri ile değerlendirildi. Tanımlayıcı istatistiksel analize, Student's T Test'e ve Mann-Whitney U testine başvuruldu. Tanımlayıcı istatistik olarak ortalama, standart sapma ($Ort\pm SS$), minimum ve maksimum değerler belirlendi. Gruplar arası karşılaştırmalarda normal dağılıma uygun ($p>0,05$) değişkenler için Student's T test ile analiz yapıldı. Normal dağılıma sahip olmayan değişkenler için Mann-Whitney U testi kullanılarak analiz gerçekleştirildi. Yapılan analizlerde $p<0.05$ değeri istatistiksel olarak anlamlılık düzeyi olarak kabul edildi. Click ABR ve Speech-ABR V. dalga arasındaki ilişki ve Speech-ABR dalgaları ile yaş arasındaki ilişki Spearman's korelasyon analizi ile incelendi. Yapılan analizde $p<0.05$ değeri istatistiksel olarak anlamlılık düzeyi olarak kabul edildi.

6. BULGULAR

Çalışmada normal işitmeye sahip yetişkinlerde Speech-ABR sonuçlarının yaş ve cinsiyete bağlı karşılaştırılması amaçlandı. Her bireyin rutin odyolojik değerlendirmesi yapıldıktan sonra Click-ABR ve Speech-ABR kayıtları alınarak sonuçlar analiz edildi.

6.1. Demografik Özellikler

Çalışmaya yaşları 18-25 yaş arasında olan 31 genç yetişkin ve yaşları 40-60 yaş arasında olan 30 orta yaşlı yetişkin dahil edildi. Gruplar yaşa göre genç yetişkin ve orta yaşlı yetişkin olarak iki gruba ayrıldı. Genç yetişkin grubun yaş ortalaması $21,4\pm 1,08$, orta yaşlı yetişkin grubun yaş ortalaması $46,4\pm 4,9$ olarak elde edildi. Bu iki gruba ait demografik bilgiler Tablo 6.1.1.'de verildi.

	n	Ort.	SS.	Min.	Maks.
YAŞ					
Genç Yetişkin Grubu	31	21,37	1,08	19,7	25,0
Orta Yaşlı Yetişkin Grubu	30	46,37	4,89	40,0	56,8

(Ort: ortalama, SS: standart sapma, Min: minimum, Maks: maksimum)

Katılımcılar yaş ve cinsiyete göre genç yetişkin kadın (n=15), genç yetişkin erkek (n=16), orta yaşlı yetişkin kadın (n=15) ve orta yaşlı yetişkin erkek (n=15) olarak dört gruba ayrıldı. Genç yetişkin kadın grubun yaş ortalaması $21,24\pm 0,9$ genç yetişkin erkek grubun yaş ortalaması $21,5\pm 1,2$ orta yaşlı yetişkin kadın grubunun yaş ortalaması $45,9\pm 4,8$ ve orta yaşlı yetişkin erkek grubunun yaş ortalaması $46,7\pm 5,08$ olarak elde edildi. Bu gruplara ait demografik bilgiler Tablo 6.1.2.'de verildi.

Tablo 6.1.2. Yaş ve Cinsiyet Gruplarına Ait Demografik Özellikler

	n	Ort.	SS.	Min.	Maks.	P Değeri	
YAŞ	Genç Yetişkin Kadın	15	21,24	0,97	19,7	23,3	0,513
	Genç Yetişkin Erkek	16	21,5	1,19	20,3	25,0	
	Orta Yaşlı Yetişkin Kadın	15	45,98	4,83	40,1	56,8	0,665
	Orta Yaşlı Yetişkin Erkek	15	46,77	5,08	56,8	56,8	

(Ort: ortalama, SS: standart sapma, Min: minimum, Maks: maksimum, Student's T test, *p<0.05)

Student's T test ile her bir yaş grubu için cinsiyetler arası karşılaştırma yaş ortalaması açısından istatistiksel olarak yapıldı ve anlamlı fark bulunamadı (p>0,05). Gruplar yaş ve cinsiyet açısından homojen dağılmaktadır.

6.2. Click-ABR Bulguları

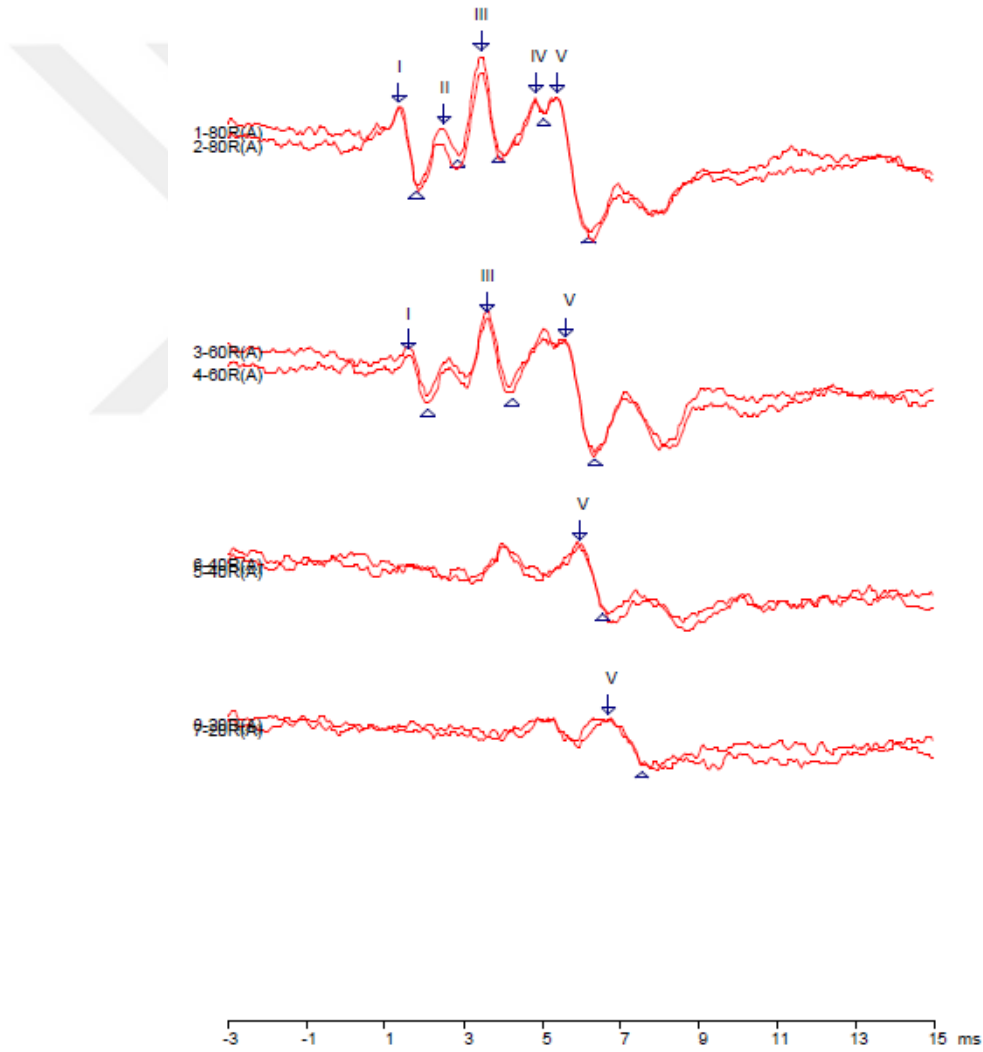
80 dB nHL'de elde edilen Click-ABR V. dalga minimum, maksimum, ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 6.2.1.'de verildi.

Tablo 6.2.1. Click-ABR 80 dB nHL V. Dalga Latans (ms) Değerleri

	Grup	n	Ort.	SS.	Min.	Maks.
V. Dalga Latansı (ms)	Genç Yetişkin Kadın	15	5,34	0,17	5,15	5,75
	Genç Yetişkin Erkek	16	5,57	0,14	5,30	5,80
	Orta Yaşlı Yetişkin Kadın	15	5,41	0,19	5,15	5,80
	Orta Yaşlı Yetişkin Erkek	15	5,61	0,13	5,40	5,80
	Genç Yetişkin (büyük grup)	31	5,46	0,19	5,15	5,80
	Orta Yaşlı Yetişkin (büyük grup)	30	5,51	0,19	5,15	5,80

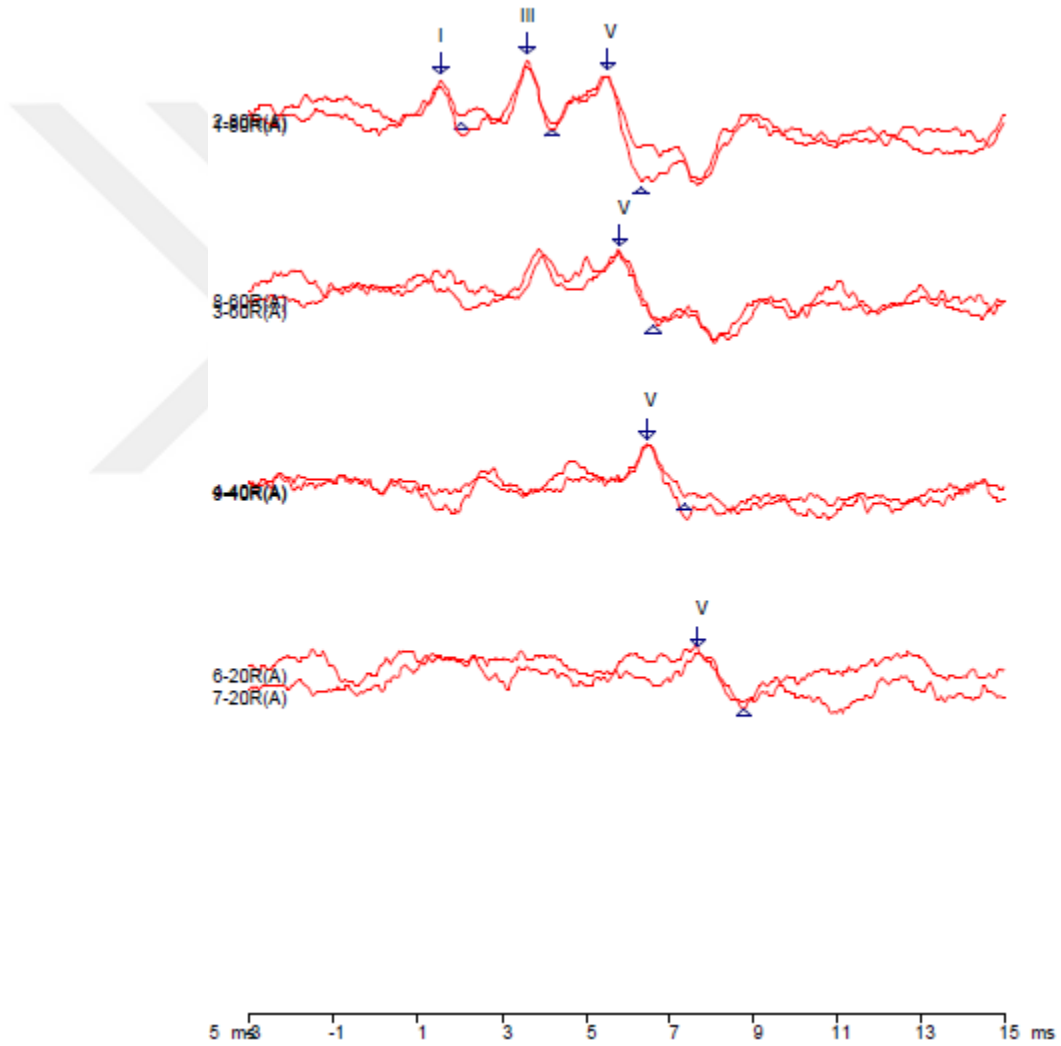
(Ort: ortalama, SS: standart sapma, Min: minimum, Maks: maksimum)

Genç yetişkin grubundan bir katılımcıya ait Click-ABR sonucu Şekil 6.2.1’de verildi. 80 dB nHL’de I, III ve V. dalgalara ait mutlak latans değerleri ve amplitüd değerleri (Latans (ms) | Amplitüd (uV)) sırasıyla I: 1.40 | 0.44, III: 3.50 | 0.53, V: 5.45 | 0.75 olarak elde edildi. Dalgalar arası latans değerleri ve dalgalar arası amplitüd oranları sırasıyla (Latans (ms) | AO=Amplitüd Oranı) III-I: 2.10 | 1.20AO, V-III: 1.95 | 1.43AO, V-I: 4.05 | 1.72AO olarak elde edildi. Click-ABR analizlerinde kendi kliniğimizin norm değerleri ve Hall’in normatif verileri(77) referans olarak alındı (77).



Şekil 6.2.1. Genç yetişkin gruptan bir erkek katılımcıya ait Click-ABR Sonucu (Raw Data).

Orta yaşlı yetişkin gruptan kadın bir katılımcıya ait Click-ABR sonucu Şekil 6.2.2.'de verildi. 80 dB nHL'de I, III ve V. dalgalara ait mutlak latans değerleri ve amplitüd değerleri (Latans (ms) | Amplitüd (uV)) sırasıyla I: 1.60 | 0.20, III: 3.65 | 0.35, V: 5.55 | 0.59 olarak elde edildi. Dalgalar arası latans değerleri ve dalgalar arası amplitüd oranları sırasıyla (Latans (ms) | AO=Amplitüd Oranı) III-I: 2.05 | 1.76AO, V-III: 1.90 | 1.70AO, V-I: 3.95 | 3.00AO olarak elde edildi.



Şekil 6.2.2. Orta yaşlı yetişkin gruptan bir kadın katılımcıya ait Click-ABR Sonucu (Raw Data).

6.3. Speech-ABR Tanımlayıcı İstatistik Bulguları

Yaş ve cinsiyete göre homojen dağılan gruplar için Speech-ABR yanıtlarındaki 6 tepenin latans ve amplitüd değerlerinin ortalama (ort.), standart sapma (SS.), minimum (min.) ve maksimum (maks.) değerleri Tablo 6.3.1. ve Tablo 6.3.2.'de verilmiştir.

Tablo 6.3.1. Gruplara Ait Speech-ABR V, A, D, E, F, O Dalgalarının Latans (ms) Değerleri

Grup	Tepe Değerleri	V	A	D	E	F	O
Genç Yetişkin Kadın (n=15)	Ort.	6,60	7,62	22,62	31,56	39,59	47,85
	SS.	0,26	0,24	0,47	0,48	0,56	0,31
	Min.	6,15	7,20	22,05	30,90	38,35	47,10
	Maks.	6,90	8,10	23,55	32,55	40,95	48,30
Genç Yetişkin Erkek (n=16)	Ort.	6,86	8,03	23,20	32,46	40,73	48,54
	SS.	0,16	0,26	0,48	0,84	1,05	0,32
	Min.	6,60	7,65	22,35	31,35	39,75	48,00
	Maks.	7,05	8,40	24,15	33,90	42,60	49,20
Orta Yaşlı Yetişkin Kadın (n=15)	Ort.	6,80	7,78	23,74	32,13	41,09	48,72
	SS.	0,25	0,32	0,94	1,28	1,04	0,48
	Min.	6,30	7,20	22,35	28,50	39,15	47,85
	Maks.	7,35	8,40	25,95	33,60	42,60	49,65
Orta Yaşlı Yetişkin Erkek (n=15)	Ort.	7,00	8,26	24,71	32,73	41,10	49,16
	SS.	0,30	0,65	1,14	1,24	1,20	0,76
	Min.	6,60	7,35	22,65	30,75	37,8	48,15
	Maks.	7,65	9,45	26,25	34,50	42,75	51,15
Genç Yetişkin (büyük grup) (n=31)	Ort.	6,74	7,83	22,92	32,02	40,18	48,21
	SS.	0,25	0,32	0,55	0,81	1,02	0,47
	Min.	6,15	7,20	22,05	30,90	38,35	47,10
	Maks.	7,05	8,40	24,15	33,90	42,60	49,20
Orta Yaşlı Yetişkin (büyük grup) (n=30)	Ort.	6,90	8,02	24,23	32,43	41,10	48,94
	SS.	0,29	0,56	1,14	1,27	1,10	0,66
	Min.	6,30	7,20	22,35	28,50	37,80	47,85
	Maks.	7,65	9,45	26,25	34,50	42,75	51,15

(Ort: ortalama, SS: standart sapma, Min: minimum, Maks: maksimum)

Tablo 6.3.2. Gruplara Ait Speech-ABR V, A, D, E, F, O Dalgalarının Amplitüd (μV) Değerleri

Grup	Tepe Değerleri	V	A	D	E	F	O
Genç Yetişkin Kadın (n=15)	Ort.	0,32	-0,16	-0,22	-0,26	-0,20	-0,22
	SS.	0,10	0,08	0,09	0,12	0,09	0,10
	Min.	0,17	-0,34	-0,46	-0,46	-0,37	-0,43
	Maks.	0,46	-0,07	-0,10	-0,11	-0,08	-0,08
Genç Yetişkin Erkek (n=16)	Ort.	0,26	-0,14	-0,19	-0,21	-0,19	-0,22
	SS.	0,07	0,07	0,11	0,11	0,08	0,12
	Min.	0,17	-0,24	-0,45	-0,49	-0,35	-0,45
	Maks.	0,41	-0,03	-0,07	-0,07	-0,05	-0,05
Orta Yaşlı Yetişkin Kadın (n=15)	Ort.	0,20	-0,15	-0,23	-0,21	-0,27	-0,21
	SS.	0,09	0,07	0,15	0,09	0,17	0,13
	Min.	0,08	-0,31	-0,54	-0,39	-0,57	-0,54
	Maks.	0,34	-0,06	-0,06	-0,07	-0,12	-0,08
Orta Yaşlı Yetişkin Erkek (n=15)	Ort.	0,17	-0,12	-0,22	-0,20	-0,23	-0,19
	SS.	0,08	0,06	0,13	0,13	0,15	0,12
	Min.	0,05	-0,21	-0,50	-0,44	-0,50	-0,48
	Maks.	0,29	-0,05	-0,05	-0,03	-0,04	-0,03
Genç Yetişkin (büyük grup) (n=31)	Ort.	0,29	-0,15	-0,20	-0,23	-0,19	-0,22
	SS.	0,09	0,07	0,10	0,12	0,08	0,11
	Min.	0,17	-0,34	-0,46	-0,49	-0,37	-0,45
	Maks.	0,46	-0,03	-0,07	-0,07	-0,05	-0,05
Orta Yaşlı Yetişkin (büyük grup) (n=30)	Ort.	0,19	-0,13	-0,23	-0,21	-0,25	-0,20
	SS.	0,08	0,07	0,14	0,11	0,16	0,13
	Min.	0,05	-0,31	-0,54	-0,44	-0,57	-0,54
	Maks.	0,34	-0,05	-0,05	-0,03	-0,04	-0,03

(Ort: ortalama, SS: standart sapma, Min: minimum, Maks: maksimum)

Çalışmaya katılan bireylerin FFT analizi ile Speech-ABR F0, F1 ve F2 spektral tepelerinin amplitüd değerleri belirlendi. Yaş ve cinsiyete göre ayrılan gruplar için spektral amplitüd değerlerinin ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 6.3.3.'te verildi. Spektral tepelerin amplitüd değerleri Skoe ve arkadaşları tarafından geliştirilen Brainstem Toolbox 2013 ile elde edildi. Elde edilen değerler Toolbox'tan direkt aktarıldı.

Tablo 6.3.3. Gruplara Ait Spektral Tepelerin Amplitüd (μ V) Bulguları

Grup	Spektral Tepelerin Amplitüd Değerleri	F0	F1	F2
Genç Yetişkin Kadın (n=15)	Ort.	6,20	1,65	0,47
	SS.	2,41	0,35	0,14
Genç Yetişkin Erkek (n=16)	Ort.	5,28	1,50	0,40
	SS.	3,01	0,51	0,12
Orta Yaşlı Yetişkin Kadın (n=15)	Ort.	4,87	1,87	0,43
	SS.	2,39	0,70	0,12
Orta Yaşlı Yetişkin Erkek (n=15)	Ort.	4,63	1,61	0,41
	SS.	2,54	0,57	0,11
Genç Yetişkin (büyük grup) (n=31)	Ort.	5,73	1,57	0,44
	SS.	2,73	0,44	0,13
Orta Yaşlı Yetişkin (büyük grup) (n=30)	Ort.	4,75	1,74	0,42
	SS.	2,43	0,64	0,12

(Ort: ortalama, SS: standart sapma, Min: minimum, Maks: maksimum)

6.4. Speech-ABR Sonuçlarının Gruplar Arası Karşılaştırılması

Cinsiyet ve yaşa göre ayrılan alt gruplar için Speech-ABR tepelerinin temporal analiz ve spektral analiz ile elde edilen bulguları cinsiyet ve yaş farkının etkilerini ortaya koymak için karşılaştırıldı. Mann-Whitney U testi ile yapılan analizlerde latans değerlerinin, amplitüd değerlerinin ve spektral analiz değerlerinin istatistiksel analiz sonuçları verildi. İstatistiksel olarak anlamlı fark için $p < 0,05$ kabul edildi. Genç yetişkin kadın (GYK) ve genç yetişkin erkek (GYE) gruplarının Speech-ABR dalgalarının latans değerleri açısından karşılaştırılmasına dair sonuçlar Tablo 6.4.1’de verildi. Orta yaşlı yetişkin kadın (OYK) ve orta yaşlı yetişkin erkek (OYE) gruplarının Speech-ABR dalgalarının latans değerleri açısından karşılaştırılması Tablo 6.4.2.’de verildi.

Tablo 6.4.1. Genç Yetişkin Kadın (GYK) ve Genç Yetişkin Erkek (GYE) Gruplarının Speech-ABR Dalgalarının Latans (ms) Değerleri Açısından Karşılaştırılması

Tepe	Grup	n	Ort.	SS	Min.	Maks.	P
V_latans	GYK	15	6,60	0,26	6,15	6,90	0,003*
	GYE	16	6,86	0,16	6,60	7,05	
A_latans	GYK	15	7,62	0,24	7,20	8,10	0,000*
	GYE	16	8,03	0,26	7,65	8,40	
D_latans	GYK	15	22,62	0,47	22,05	23,55	0,003*
	GYE	16	23,20	0,48	22,35	24,15	
E_latans	GYK	15	31,56	0,48	30,90	32,55	0,004*
	GYE	16	32,46	0,84	31,35	33,90	
F_latans	GYK	15	39,59	0,56	38,35	40,95	0,000*
	GYE	16	40,73	1,05	39,75	42,60	
O_latans	GYK	15	47,85	0,31	47,10	48,30	0,000*
	GYE	16	48,54	0,32	48,00	49,20	

(Ort: ortalama, SS: standart sapma, Min: minimum, Maks: maksimum, Mann-Whitney-U testi, *p<0,05)

V latans değişkeni bakımından genç yetişkin kadın ve genç yetişkin erkek grupları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark vardır (p=0.003, p<0,05). A latans değişkeni bakımından genç yetişkin kadın ve genç yetişkin erkek grupları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark vardır (p=0.000, p<0,05). D latans değişkeni bakımından genç yetişkin kadın ve genç yetişkin erkek grupları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark vardır (p=0.003, p<0,05). E latans değişkeni bakımından genç yetişkin kadın ve genç yetişkin erkek grupları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark vardır (p=0.004, p<0,05). F latans değişkeni bakımından genç yetişkin kadın ve genç yetişkin erkek grupları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark vardır (p=0.000, p<0,05). O latans değişkeni bakımından genç yetişkin kadın ve genç yetişkin erkek grupları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark vardır (p=0.000, p<0,05).

Tablo 6.4.2. Orta Yaşlı Yetişkin Kadın (OYK) ve Orta Yaşlı Yetişkin Erkek (OYE) Gruplarının Speech-ABR Dalgalarının Latans (ms) Değerleri Açısından Karşılaştırılması

Tepe	Grup	N	Ort.	SS	Min.	Maks.	P
V_latans	OYK	15	6,80	0,25	6,30	7,35	0,071
	OYE	15	7,00	0,30	6,60	7,65	
A_latans	OYK	15	7,78	0,32	7,20	8,40	0,027*
	OYE	15	8,26	0,65	7,35	9,45	
D_latans	OYK	15	23,74	0,94	22,35	25,95	0,018*
	OYE	15	24,71	1,14	22,65	26,25	
E_latans	OYK	15	32,13	1,28	28,50	33,60	0,280
	OYE	15	32,73	1,24	30,75	34,50	
F_latans	OYK	15	41,09	1,04	39,15	42,60	0,693
	OYE	15	41,10	1,20	37,80	42,75	
O_latans	OYK	15	48,72	0,48	47,85	49,65	0,100
	OYE	15	49,16	0,76	48,15	51,15	

(Ort: ortalama, SS: standart sapma, Min: minimum, Maks: maksimum, Mann-Whitney-U testi, *p<0,05)

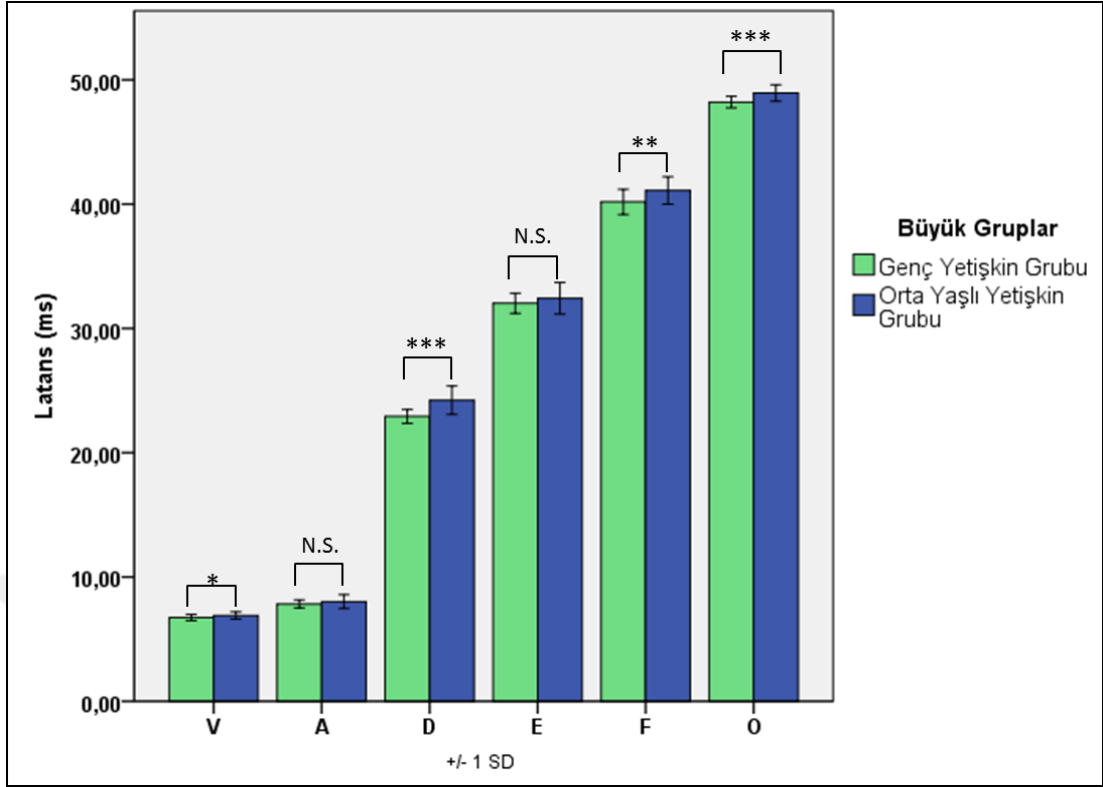
V latans değişkeni bakımından orta yaşlı yetişkin kadın ve orta yaşlı yetişkin erkek grupları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark yoktur ($p=0.071$, $p>0,05$). A latans değişkeni bakımından orta yaşlı yetişkin kadın ve orta yaşlı yetişkin erkek grupları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark vardır ($p=0.027$, $p<0,05$). D latans değişkeni bakımından orta yaşlı yetişkin kadın ve orta yaşlı yetişkin erkek grupları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark vardır ($p=0.018$, $p<0,05$). E latans değişkeni bakımından orta yaşlı yetişkin kadın ve orta yaşlı yetişkin erkek grupları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark yoktur ($p=0.280$, $p>0,05$). F latans değişkeni bakımından orta yaşlı yetişkin kadın ve orta yaşlı yetişkin erkek grupları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark yoktur ($p=0.693$, $p>0,05$). O latans değişkeni bakımından orta yaşlı yetişkin kadın ve orta yaşlı yetişkin erkek grupları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark yoktur ($p=0.100$, $p>0,05$). Genç yetişkin grubun (GYG) ve orta yaşlı yetişkin grubun (OYG) Speech-ABR dalgalarının latans değerleri açısından karşılaştırılması Tablo 6.4.3.'te verildi.

Tablo 6.4.3. Genç Yetişkin Grubun (GYG) ve Orta Yaşlı Yetişkin Grubun (OYG) Speech-ABR Dalgalarının Latans (ms) Değerleri Açısından Karşılaştırılması

Tepe	Grup	n	Ort.	SS	Min.	Maks.	P
V_latans	GYG	31	6,74	0,25	6,15	7,05	0,048*
	OYG	30	6,90	0,29	6,30	7,65	
A_latans	GYG	31	7,83	0,32	7,20	8,40	0,285
	OYG	30	8,02	0,56	7,20	9,45	
D_latans	GYG	31	22,92	0,55	22,05	24,15	0,000*
	OYG	30	24,23	1,14	22,65	26,25	
E_latans	GYG	31	32,02	0,81	30,90	33,90	0,070
	OYG	30	32,43	1,27	28,50	34,50	
F_latans	GYG	31	40,18	1,02	38,35	42,60	0,002*
	OYG	30	41,10	1,10	37,80	42,75	
O_latans	GYG	31	48,21	0,47	47,10	49,20	0,000*
	OYG	30	48,94	0,66	47,85	51,15	

(Ort: ortalama, SS: standart sapma, Min: minimum, Maks: maksimum, Mann-Whitney-U testi, *p<0,05)

V latans değişkeni bakımından genç yetişkin ve orta yaşlı yetişkin grupları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark vardır (p=0.048, p<0,05). A latans değişkeni bakımından genç yetişkin ve orta yaşlı yetişkin grupları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark yoktur (p=0.285, p>0,05). D latans değişkeni bakımından genç yetişkin ve orta yaşlı yetişkin grupları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark vardır (p=0.000, p<0,05). E latans değişkeni bakımından genç yetişkin ve orta yaşlı yetişkin grupları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark yoktur (p=0.070, p> 0,05). F latans değişkeni bakımından genç yetişkin ve orta yaşlı yetişkin grupları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark vardır (p=0.002, p<0,05). O latans değişkeni bakımından genç yetişkin ve orta yaşlı yetişkin grupları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark vardır (p=0.000, p<0,05). İki büyük gruba ait Speech-ABR dalgalarının latans değerleri açısından karşılaştırılması Şekil 6.4.1.'de verildi. Genç yetişkin kadın (GYK) ve orta yaşlı yetişkin kadın (OYK) gruplarının Speech-ABR dalgalarının latans değerleri açısından karşılaştırılması Tablo 6.4.4.'te verildi.



(N.S.:istatistiksel olarak anlamlı fark yok. * $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$)

Şekil 6.4.1. İki büyük gruba ait Speech-ABR dalgalarının latans (ms) değerleri açısından karşılaştırılması

Tablo 6.4.4. Genç Yetişkin Kadın ve Orta Yaşlı Yetişkin Kadın Gruplarının Speech-ABR Dalgalarının Latans (ms) Değerleri Açısından Karşılaştırılması

Tepe	Grup	n	Ort.	SS	Min.	Maks.	P
V_latans	GYK	15	6,60	0,26	6,15	6,90	0,046*
	OYK	15	6,80	0,25	6,30	7,35	
A_latans	GYK	15	7,62	0,24	7,20	8,10	0,129
	OYK	15	7,78	0,32	7,20	8,40	
D_latans	GYK	15	22,62	0,47	22,05	23,55	0,000*
	OYK	15	23,74	0,94	22,35	25,95	
E_latans	GYK	15	31,56	0,48	30,90	32,55	0,023*
	OYK	15	32,13	1,28	28,50	33,60	
F_latans	GYK	15	39,59	0,56	38,35	40,95	0,000*
	OYK	15	41,09	1,04	39,15	42,60	
O_latans	GYK	15	47,85	0,31	47,10	48,30	0,000*
	OYK	15	48,72	0,48	47,85	49,65	

(Ort: ortalama, SS: standart sapma, Min: minimum, Maks: maksimum, Mann-Whitney-U testi, * $p<0,05$)

V latans değişkeni bakımından genç yetişkin kadın ve orta yaşlı yetişkin kadın grupları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark vardır ($p=0.046$, $p<0,05$). A latans değişkeni bakımından genç yetişkin kadın ve orta yaşlı yetişkin kadın grupları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark yoktur ($p=0.129$, $p>0,05$). D latans değişkeni bakımından genç yetişkin kadın ve orta yaşlı yetişkin kadın grupları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark vardır ($p=0.000$, $p<0,05$). E latans değişkeni bakımından genç yetişkin kadın ve orta yaşlı yetişkin kadın grupları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark vardır ($p=0.023$, $p<0,05$). F latans değişkeni bakımından genç yetişkin kadın ve orta yaşlı yetişkin kadın grupları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark vardır ($p=0.000$, $p<0,05$). O latans değişkeni bakımından genç kadın ve orta yaşlı kadın grupları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark vardır ($p=0.000$, $p<0,05$). Genç yetişkin erkek (GYE) ve orta yaşlı yetişkin erkek (OYE) gruplarının Speech-ABR dalgalarının latans değerleri açısından karşılaştırılması Tablo 6.4.5.'te verildi.

Tablo 6.4.5. Genç Yetişkin Erkek (GYE) ve Orta Yaşlı Yetişkin Erkek (OYE) Gruplarının Speech-ABR Dalgalarının Latans (ms) Değerleri Açısından Karşılaştırılması

Tepe	Grup	n	Ort.	SS	Min.	Maks.	P
V_latans	GYE	16	6,86	0,16	6,60	7,05	0,135
	OYE	15	7,00	0,30	6,60	7,65	
A_latans	GYE	16	8,03	0,26	7,65	8,40	0,486
	OYE	15	8,26	0,65	7,35	9,45	
D_latans	GYE	16	23,20	0,48	22,35	24,15	0,000*
	OYE	15	24,71	1,14	22,65	26,25	
E_latans	GYE	16	32,46	0,84	31,35	33,90	0,451
	OYE	15	32,73	1,24	30,75	34,50	
F_latans	GYE	16	40,73	1,05	39,75	42,60	0,293
	OYE	15	41,10	1,20	37,80	42,75	
O_latans	GYE	16	48,54	0,32	48,00	49,20	0,010*
	OYE	15	49,16	0,76	48,15	51,15	

(Ort: ortalama, SS: standart sapma, Min: minimum, Maks: maksimum, Mann-Whitney-U testi, * $p<0,05$)

V latans değişkeni bakımından genç yetişkin erkek ve orta yaşlı yetişkin erkek grupları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark yoktur ($p=0.135$, $p>0,05$). A latans değişkeni bakımından genç yetişkin erkek ve orta yaşlı yetişkin erkek grupları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark yoktur ($p=0.486$, $p>0,05$). D latans değişkeni bakımından genç yetişkin erkek ve orta yaşlı yetişkin erkek grupları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark vardır ($p=0.000$, $p<0,05$). E latans değişkeni bakımından genç yetişkin erkek ve orta yaşlı yetişkin erkek grupları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark yoktur ($p=0.451$, $p>0,05$). F latans değişkeni bakımından genç yetişkin erkek ve orta yaşlı yetişkin erkek grupları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark yoktur ($p=0.293$, $p>0,05$). O latans değişkeni bakımından genç yetişkin erkek ve orta yaşlı yetişkin erkek grupları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark vardır ($p=0.010$, $p<0,05$). Genç yetişkin kadın (GYK) ve genç yetişkin erkek (GYE) gruplarının Speech-ABR dalgalarının amplitüd değerleri açısından karşılaştırılması Tablo 6.4.6.'da verildi.

Tablo 6.4.6. Genç Yetişkin Kadın (GYK) ve Genç Yetişkin Erkek (GYE) Gruplarının Speech-ABR Dalgalarının Amplitüd (μV) Değerleri Açısından Karşılaştırılması

Tepe	Grup	n	Ort.	SS	Min.	Maks.	P
V_amp	GYK	15	0,32	0,10	0,17	0,46	0,075
	GYE	16	0,26	0,07	0,17	0,41	
A_amp	GYK	15	-0,16	0,08	-0,34	-0,07	0,293
	GYE	16	-0,14	0,07	-0,24	-0,03	
D_amp	GYK	15	-0,22	0,09	-0,46	-0,10	0,143
	GYE	16	-0,19	0,11	-0,45	-0,07	
E_amp	GYK	15	-0,26	0,12	-0,46	-0,11	0,149
	GYE	16	-0,21	0,11	-0,49	-0,07	
F_amp	GYK	15	-0,20	0,09	-0,37	-0,08	0,812
	GYE	16	-0,19	0,08	-0,35	-0,05	
O_amp	GYK	15	-0,22	0,10	-0,43	-0,08	0,843
	GYE	16	-0,22	0,12	-0,45	-0,05	

(Ort: ortalama, SS: standart sapma, Min: minimum, Maks: maksimum, Mann-Whitney-U testi, $*p<0,05$)

V, A, D, E, F ve O amplitüd değışkenleri bakımından genç yetişkin kadın ve genç yetişkin erkek grupları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark yoktur ($p=0.075, 0.293, 0.143, 0.149, 0.812, 0.843, p>0,05$). Orta yaşlı yetişkin kadın (OYK) ve orta yaşlı yetişkin erkek (OYE) gruplarının Speech-ABR dalgalarının amplitüd değeri açısından karşılaştırılması Tablo 6.4.7.'de verildi.

Tablo 6.4.7. Orta Yaşlı Yetişkin Kadın (OYK) ve Orta Yaşlı Yetişkin Erkek (OYE) Gruplarının Speech-ABR Dalgalarının Amplitüd (μV) Değeri Açısından Karşılaştırılması

Tepe	Grup	n	Ort.	SS	Min.	Maks.	P
V_amp	OYK	15	0,20	0,09	0,08	0,34	0,382
	OYE	15	0,17	0,08	0,05	0,29	
A_amp	OYK	15	-0,15	0,07	-0,31	-0,06	0,289
	OYE	15	-0,12	0,06	-0,21	-0,05	
D_amp	OYK	15	-0,23	0,15	-0,54	-0,06	0,934
	OYE	15	-0,22	0,13	-0,50	-0,05	
E_amp	OYK	15	-0,21	0,09	-0,39	-0,07	0,467
	OYE	15	-0,20	0,13	-0,44	-0,03	
F_amp	OYK	15	-0,27	0,17	-0,57	-0,12	0,383
	OYE	15	-0,23	0,15	-0,50	-0,04	
O_amp	OYK	15	-0,21	0,13	-0,54	-0,08	0,604
	OYE	15	-0,19	0,12	-0,48	-0,03	

(Ort: ortalama, SS: standart sapma, Min: minimum, Maks: maksimum, Mann-Whitney-U testi, $*p<0,05$)

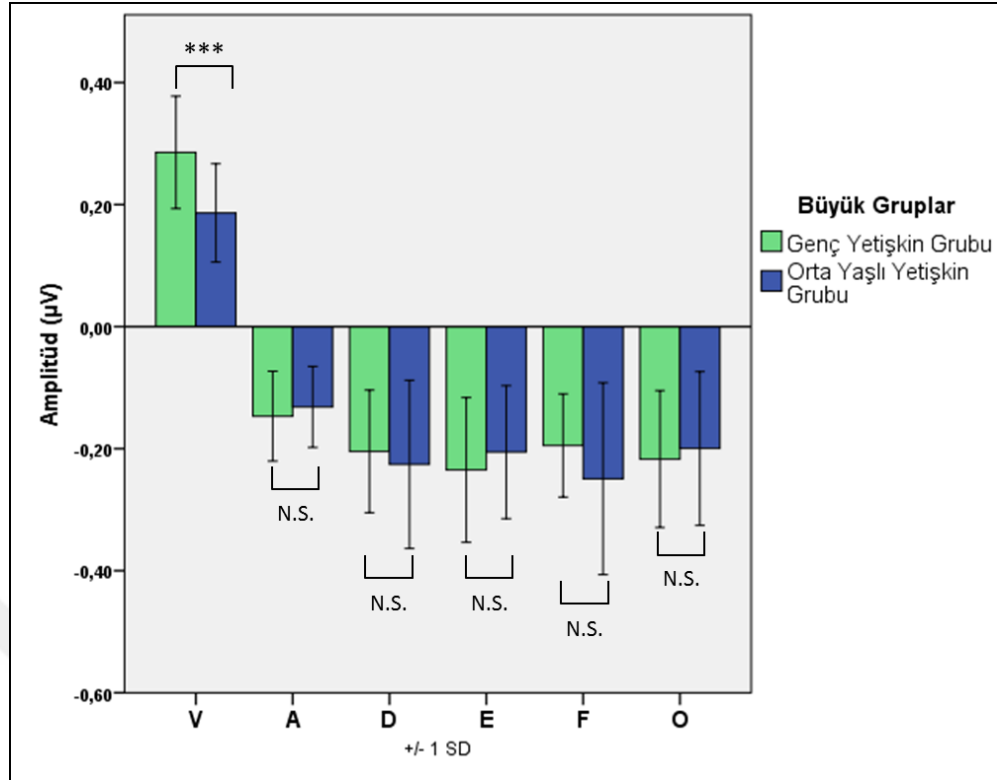
V, A, D, E, F ve O amplitüd değışkeni bakımından orta yaşlı kadın ve orta yaşlı erkek grupları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark yoktur ($p=0.382, 0.289, 0.934, 0.467, 0.383, 0.604; p>0.05$). Genç yetişkin ve orta Yaşlı Yetişkin gruplarının (GYG, OYG) Speech-ABR dalgalarının amplitüd değeri açısından karşılaştırılması Tablo 6.4.8.'de verildi.

Tablo 6.4.8. Genç Yetişkin (GYG) ve Orta Yaşlı Yetişkin (OYG) Gruplarının Speech-ABR Dalgalarının Amplitüd (μV) Değerleri Açısından Karşılaştırılması

Tepe	Grup	n	Ort.	SS	Min.	Maks.	P
V_amp	GYG	31	0,29	0,09	0,17	0,46	0,000*
	OYG	30	0,19	0,08	0,05	0,34	
A_amp	GYG	31	-0,15	0,07	-0,34	-0,03	0,398
	OYG	30	-0,13	0,07	-0,31	-0,05	
D_amp	GYG	31	-0,20	0,10	-0,46	-0,07	0,840
	OYG	30	-0,23	0,14	-0,54	-0,05	
E_amp	GYG	31	-0,23	0,12	-0,49	-0,07	0,427
	OYG	30	-0,21	0,11	-0,44	-0,03	
F_amp	GYG	31	-0,19	0,08	-0,37	-0,05	0,466
	OYG	30	-0,25	0,16	-0,57	-0,04	
O_amp	GYG	31	-0,22	0,11	-0,45	-0,05	0,378
	OYG	30	-0,20	0,13	-0,54	-0,03	

(Ort: ortalama, SS: standart sapma, Min: minimum, Maks: maksimum, Mann-Whitney-U testi, * $p<0,05$)

V amplitüd değişkeni bakımından genç yetişkin ve orta yaşlı yetişkin grupları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark vardır ($p=0.000$, $p<0,05$). A, D, E, F ve O amplitüd değişkenleri bakımından genç yetişkin ve orta yaşlı yetişkin grupları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark yoktur ($p=0.398$, 0.840 , 0.427 , 0.466 , 0.378). İki büyük gruba ait Speech-ABR dalgalarının amplitüd değerleri açısından karşılaştırılmasına dair grafik Şekil 6.4.2.'de gösterildi. Genç yetişkin kadın (GYK) ve orta yaşlı yetişkin kadın (OYK) gruplarının Speech-ABR dalgalarının amplitüd değerleri açısından karşılaştırılması Tablo 6.4.9.'da verildi.



(N.S.:istatistiksel olarak anlamlı fark yok. * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$)

Şekil 6.4.2. İki büyük gruba ait Speech-ABR dalgalarının amplitüd (μV) değerleri açısından karşılaştırılması

Tablo 6.4.9. Genç Yetişkin Kadın (GYK) ve Orta Yaşlı Yetişkin Kadın (OYK) Gruplarının Speech-ABR Dalgalarının Amplitüd (μV) Değerleri Açısından Karşılaştırılması

Tepe	Grup	n	Ort.	SS	Min.	Maks.	P
V_amp	GYK	15	0,32	0,10	0,17	0,46	0,004*
	OYK	15	0,20	0,09	0,08	0,34	
A_amp	GYK	15	-0,16	0,08	-0,34	-0,07	0,589
	OYK	15	-0,15	0,07	-0,31	-0,06	
D_amp	GYK	15	-0,22	0,09	-0,46	-0,10	0,678
	OYK	15	-0,23	0,15	-0,54	-0,06	
E_amp	GYK	15	-0,26	0,12	-0,46	-0,11	0,319
	OYK	15	-0,21	0,09	-0,39	-0,07	
F_amp	GYK	15	-0,20	0,09	-0,37	-0,08	0,350
	OYK	15	-0,27	0,17	-0,57	-0,12	
O_amp	GYK	15	-0,22	0,10	-0,43	-0,08	0,663
	OYK	15	-0,21	0,13	-0,54	-0,08	

(Ort: ortalama, SS: standart sapma, Min: minimum, Maks: maksimum, Mann-Whitney-U testi, *p<0,05)

V amplitüd değişkeni bakımından genç yetişkin kadın ve orta yaşlı yetişkin kadın grupları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark vardır (p=0.004, p<0.05). A, D, E, F ve O amplitüd değişkenler, bakımından genç yetişkin kadın ve orta yaşlı yetişkin kadın grupları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark yoktur (p=0.589, 0,678, 0,319, 0,350. 0,663; p>0.05). Genç yetişkin erkek (GYE) ve orta yaşlı yetişkin erkek (OYE) gruplarının Speech-ABR dalgalarının amplitüd değerleri açısından karşılaştırılması Tablo 6.4.10.'da verildi.

Tablo 6.4.10. Genç Yetişkin Erkek (GYE) ve Orta Yaşlı Yetişkin Erkek (OYE) Gruplarının Speech-ABR Dalgalarının Amplitüd (μ V) Değerleri Açısından Karşılaştırılması

Tepe	Grup	n	Ort.	SS.	Min.	Maks.	P
V_amp	GYE	16	0,26	0,07	0,17	0,41	0,009*
	OYE	15	0,17	0,08	0,05	0,29	
A_amp	GYE	16	-0,14	0,07	-0,24	-0,03	0,475
	OYE	15	-0,12	0,06	-0,21	-0,05	
D_amp	GYE	16	-0,19	0,11	-0,45	-0,07	0,565
	OYE	15	-0,22	0,13	-0,50	-0,05	
E_amp	GYE	16	-0,21	0,11	-0,49	-0,07	0,736
	OYE	15	-0,20	0,13	-0,44	-0,03	
F_amp	GYE	16	-0,19	0,08	-0,35	-0,05	0,828
	OYE	15	-0,23	0,15	-0,50	-0,04	
O_amp	GYE	16	-0,22	0,12	-0,45	-0,05	0,476
	OYE	15	-0,19	0,12	-0,48	-0,03	

(Ort: ortalama, SS: standart sapma, Min: minimum, Maks: maksimum, Mann-Whitney-U testi, *p<0,05)

V amplitüd değişkeni bakımından genç yetişkin erkek ve orta yaşlı yetişkin erkek grupları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark vardır (p=0.009, p< 0,05). A, D, E, F ve O amplitüd değişkenleri bakımından genç yetişkin erkek ve orta yaşlı yetişkin erkek grupları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark yoktur (p=0.475, 0,565, 0,736, 0.828, 0.476). Genç yetişkin kadın (GYK) ve genç yetişkin erkek

(GYE) gruplarının Speech-ABR dalgalarının Genç yetişkin kadın ve erkeklerin spektral Analiz bulguları açısından karşılaştırılması Tablo 6.4.11.'de verildi.

Tablo 6.4.11. Genç Yetişkin Kadın (GYK) ve Genç Yetişkin Erkek (GYE) Gruplarının Speech-ABR Dalgalarının Spektral Tepe Amplitüdüleri (μV) Açısından Karşılaştırılması

Spektral Tepe (Amplitüd)	Grup	n	Ort.	SS.	P
F0	GYK	15	6,20	2,41	0,133
	GYE	16	5,28	3,01	
F1	GYK	15	1,65	0,35	0,179
	GYE	16	1,50	0,51	
F2	GYK	15	0,47	0,14	0,089
	GYE	16	0,40	0,12	

(Ort: ortalama, SS: standart sapma, * $p < 0,05$)

F0, F1 ve F2 değişkenleri bakımından genç yetişkin kadın ve genç yetişkin erkek grupları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark yoktur ($p = 0.133, 0.179, 0.089; p > 0.05$). Orta yaşlı kadın (OYK) ve orta yaşlı erkek (OYE) gruplarının Speech-ABR dalgalarının spektral analiz bulguları açısından karşılaştırılması Tablo 6.4.12.'de verildi.

Tablo 6.4.12. Orta Yaşlı Kadın (OYK) ve Orta Yaşlı Erkek (OYE) Gruplarının Speech-ABR Dalgalarının Spektral Tepe Amplitüdüleri (μV) Açısından Karşılaştırılması

Spektral Tepe (Amplitüd)	Grup	n	Ort.	SS.	P
F0	OYK	15	4,87	2,39	0,756
	OYE	15	4,63	2,64	
F1	OYK	15	1,87	0,70	0,419
	OYE	15	1,61	0,57	
F2	OYK	15	0,43	0,12	0,576
	OYE	15	0,41	0,11	

(Ort: ortalama, SS: standart sapma, * $p<0,05$)

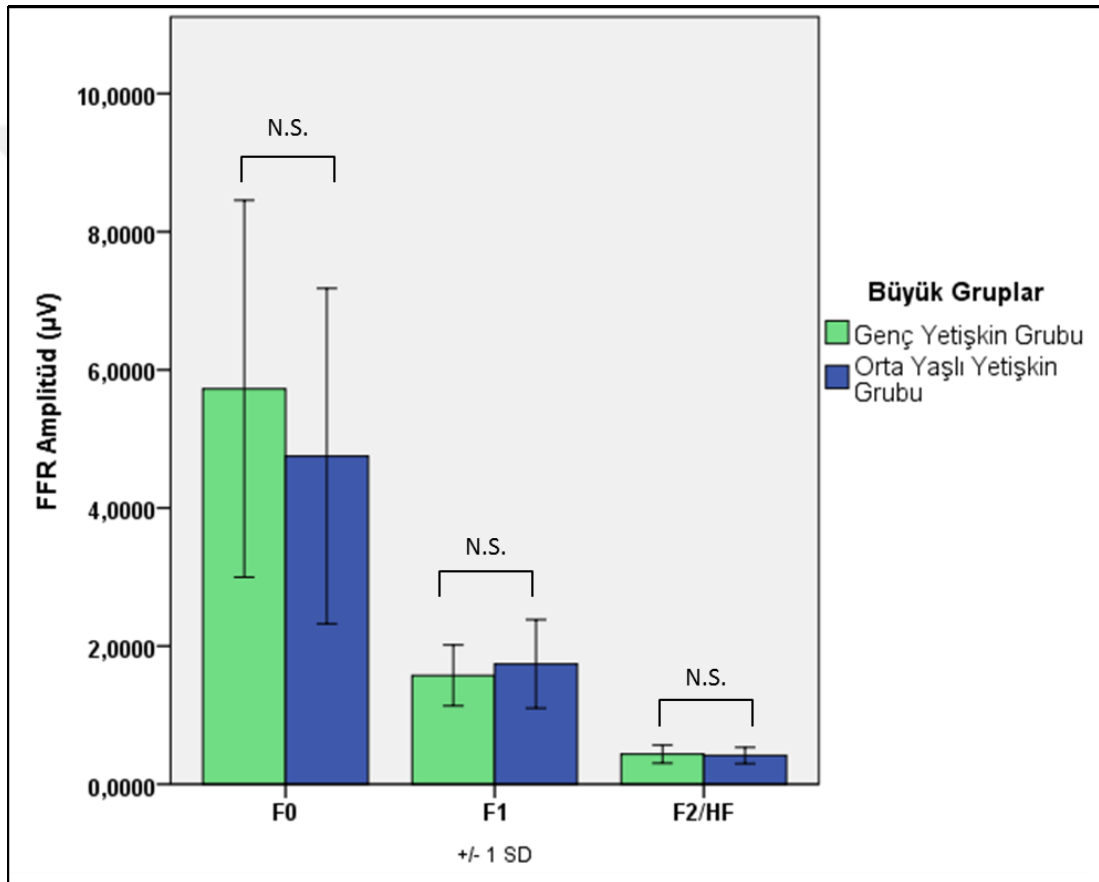
F0, F1 ve F2 değişkenleri bakımından orta yaşlı kadın ve orta yaşlı erkek grupları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark yoktur ($p=0.756, 0.419, 0.576; p>0.05$). Genç yetişkin (GYG) ve orta yaşlı yetişkin (OYG) gruplarının Speech-ABR dalgalarının spektral tepe amplitüdüleri açısından karşılaştırılması Tablo 6.4.13.'te verildi.

Tablo 6.4.13. Genç Yetişkin (GYG) ve Orta Yaşlı Yetişkin (OYG) Gruplarının Speech-ABR Dalgalarının Spektral Tepe Amplitüdüleri (μV) Açısından Karşılaştırılması

Spektral Tepe (Amplitüd)	Grup	n	Ort.	SS.	P
F0	GYG	31	5,73	2,73	0,100
	OYG	30	4,75	2,43	
F1	GYG	31	1,57	0,44	0,323
	OYG	30	1,74	0,64	
F2	GYG	31	0,44	0,13	0,453
	OYG	30	0,42	0,12	

(Ort: ortalama, SS: standart sapma, * $p<0,05$)

F0, F1 ve F2 değişkenleri bakımından genç yetişkin ve orta yaşlı yetişkin grupları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark yoktur ($p=0.100, 0.323, 0.453; p>0.05$). Genç yetişkin (GYG) ve orta yaşlı yetişkin gruplarının (OYG) FFR spektral analiz bulguları açısından karşılaştırılmasına dair grafik Şekil 6.4.3.'te verildi. Genç yetişkin kadın (GYK) ve orta yaşlı yetişkin kadın (OYK) gruplarının Speech-ABR dalgalarının spektral analiz bulguları açısından karşılaştırılması Tablo 6.4.14.'te verildi.



(N.S.:istatistiksel olarak anlamlı fark yok. * $p<0.05$, ** $p<0.01$, *** $p<0.001$)

Şekil 6.4.3. Genç Yetişkin ve Orta Yaşlı Yetişkin Gruplarının FFR Spektral Analiz Bulguları (μV) Açısından Karşılaştırılması

Tablo 6.4.14. Genç Yetişkin Kadın (GYK) ve Orta Yaşlı Yetişkin Kadın (OYK) Gruplarının Speech-ABR Dalgalarının Spektral Tepe Amplitüdüleri (μV) Açısından Karşılaştırılması

Spektral Tepe (Amplitüd)	Grup	n	Ort.	SS.	P
F0	GYK	15	6,20	2,41	0,065
	OYK	15	4,87	2,39	
F1	GYK	15	1,65	0,35	0,419
	OYK	15	1,87	0,70	
F2	GYK	15	0,47	0,14	0,330
	OYK	15	0,43	0,12	

(Ort: ortalama, SS: standart sapma, * $p < 0,05$)

F0, F1 ve F2 değişkenleri bakımından genç yetişkin kadın ve orta yaşlı yetişkin kadın grupları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark yoktur ($p=0.065$, 0.419 , 0.330 ; $p > 0.05$). Genç yetişkin erkek (GYE) ve orta yaşlı yetişkin erkek (OYE) gruplarının Speech-ABR dalgalarının spektral analiz bulguları açısından karşılaştırılması Tablo 6.4.15.'te verildi.

Tablo 6.4.15. Genç Yetişkin Erkek (GYE) ve Orta Yaşlı Yetişkin Erkek (OYE) Gruplarının Speech-ABR Dalgalarının Spektral Tepe Amplitüdüleri (μV) Açısından Karşılaştırılması

Spektral Tepe (Amplitüd)	Grup	n	Ort.	SS.	P
F0	GYE	16	5,28	3,01	0,553
	OYE	15	4,63	2,54	
F1	GYE	16	1,50	0,51	0,693
	OYE	15	1,61	0,57	
F2	GYE	16	0,40	0,12	0,968
	OYE	15	0,41	0,11	

(Ort: ortalama, SS: standart sapma, * $p < 0,05$)

F0, F1 ve F2 değişkenleri bakımından genç yetişkin kadın ve orta yaşlı yetişkin kadın grupları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark yoktur ($p=0.553, 0.693, 0.968; p>0.05$). Click-ABR V. dalga latansı ile Speech-ABR V. dalga latansı arasındaki korelasyon analizi Tablo 6.4.16.'da verildi.

Tablo 6.4.16. Click-ABR V. Dalga Latansı ile Speech-ABR V. Dalga Latansı (ms) Arasında Korelasyon Analizi

	Dalga/Tepe	Korelasyon	V_SpeechABR	V_ClickABR
Spearman's rho	V_SpeechABR	Korelasyon Katsayısı	1,000	0,460**
		Sig. (2-tailed)	.	0,000
		N	61	61
	V_ClickABR	Korelasyon Katsayısı	0,460**	1,000
		Sig. (2-tailed)	0,000	.
		N	61	61

(** $p<0.01$)

Sig. (2-tailed) değeri incelendiğinde $p=0,000$, yani $p<0,05$ olduğundan Speech ABR V. dalga ve Click ABR V. dalga latans değerleri arasında bir ilişki olduğu söylenir ve burada $r: 0.460$ olduğundan V_SpeechABR ve V_ClickABR latansları arasında pozitif yönlü orta düzeyde bir ilişki olduğu söylenebilir. Yaş ile Speech-ABR dalgalarının latans değerleri arasındaki korelasyon bulguları Tablo 6.4.17.'de verildi.

Tablo 6.4.17. Yaş ile Speech-ABR Dalgalarının Latans (ms) Değerleri Arasındaki Korelasyon Bulguları

Spearman's rho	Latans (ms)		V	A	D	E	F	O
	YAŞ	Korelasyon Katsayısı		0,209	0,149	0,603**	0,153	0,343**
Sig. (2-tailed)			0,106	0,251	0,000	0,239	0,007	0,000
N			61	61	61	61	61	61

(** $p<0.01$)

Yapılan korelasyon analizine göre yaş ile V. tepe latansı arasında bir ilişki yoktur ($p=0,106$, $p>0,05$). Yaş ile A tepe latansı arasında bir ilişki yoktur ($p=0,251$, $p>0,05$). Yaş ile D tepe latansı arasında bir ilişki olduğu söylenir ($p=0,000$, $p<0,05$) ve burada $r: 0.603$ olduğundan yaş ile D tepe latansı arasında pozitif yönlü orta düzeyde bir ilişki olduğu söylenebilir. Yaş ile E tepe latansı arasında bir ilişki yoktur ($p=0,239$, $p>0,05$). Yaş ile F tepe latansı arasında bir ilişki olduğu söylenebilir ve burada $r: 0.343$ olduğundan ($p=0,007$, $p>0,05$) yaş ile F tepe latansı arasında pozitif yönlü zayıf düzeyde bir ilişki olduğu söylenebilir. Yaş ile O tepe latansı arasında bir ilişki olduğu söylenir ($p=0,000$, $p>0,05$) ve burada $r: 0.616$ olduğundan yaş ile O tepe latansı arasında pozitif yönlü orta düzeyde bir ilişki olduğu söylenebilir. Yaş ile Speech-ABR dalgalarının amplitüd değerleri arasındaki korelasyon bulguları Tablo 6.4.18.'de verildi.

Tablo 6.4.18. Yaş ile Speech-ABR Dalgalarının Amplitüd (μV) Değerleri Arasındaki Korelasyon Bulguları

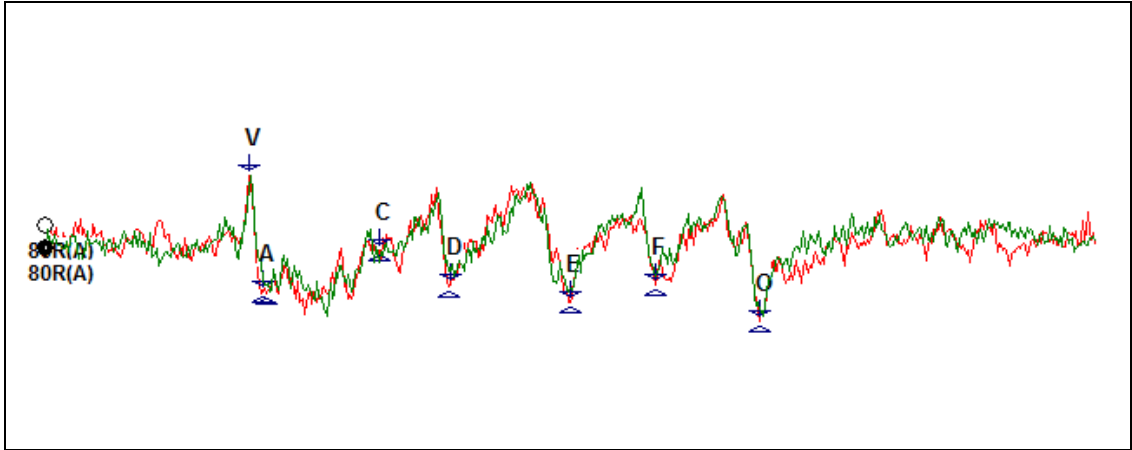
Spearman's rho	Amplitüd (μV)		V	A	D	E	F	O
	YAŞ	Korelasyon Katsayısı	-0,428**	-0,106	0,070	0,081	0,100	-0,050
Sig. (2-tailed)		0,001	0,416	0,594	0,536	0,441	0,705	
N		61	61	61	61	61	61	

Yapılan korelasyon analizine göre yaş ile V tepe amplitüdü arasında bir ilişki olduğu söylenir ve burada $r : -0.428$ olduğundan ($p= 0,001$, $p< 0,05$) yaş ile V tepe amplitüdü arasında negatif yönlü zayıf düzeyde bir ilişki olduğu söylenebilir. Yaş ile A, D, E, F ve O tepelerinin amplitüdüleri arasında bir ilişki yoktur ($p= 0.416$, 0.594 , 0.536 , 0.441 , 0.705 ; $p>0.05$). Yaş ile Speech-ABR dalgalarının spektral tepe amplitüd değerleri arasındaki korelasyon bulguları Tablo 6.4.19.'de verildi.

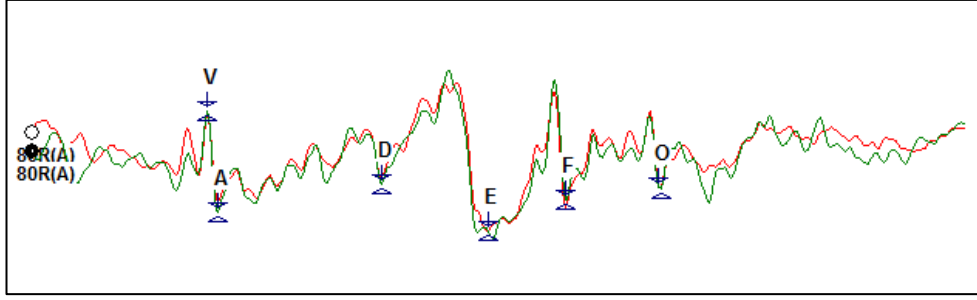
Tablo 6.4.19. Yaş ile Speech-ABR Dalgalarının Spektral Tepe Amplitüd (μV) Değerleri Arasındaki Korelasyon Bulguları

Spearman's rho	Spektral Dalga			
	Tepelerinin Amplitüdüleri	F0	F1	F2
YAŞ	Korelasyon Katsayısı	-0,198	0,203	-0,059
	Sig. (2-tailed)	0,127	0,116	0,651
	N	61	61	61

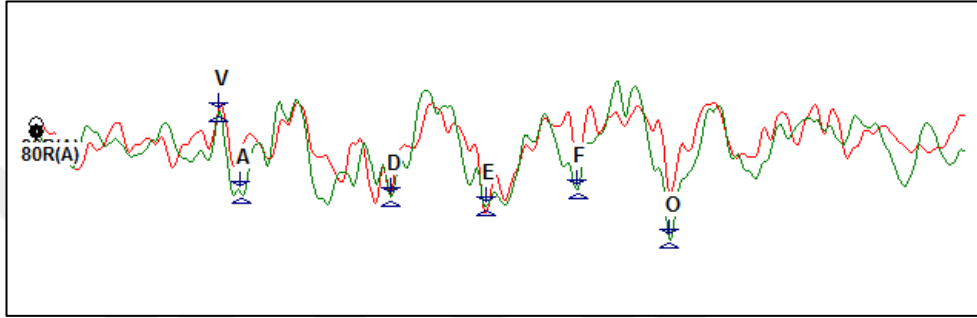
Yapılan korelasyon analizine göre yaş ile F0, F1 ve F2 amplitüdüleri arasında bir ilişki yoktur ($p=0.127, 0.116, 0.651; p>0.05$). Genç yetişkin grubundan bir katılımcıya ait Speech-ABR sonucu Şekil 6.4.4'te verildi. 80 dB SPL'de V, A, D, E, F ve O dalgalarına ait mutlak latans değerleri ve amplitüd değerleri belirlendi. Değerler (Latans (ms) | Amplitüd (μV)) sırasıyla V: 6,75 | 0,26, A: 7,8 | 0,06, D: 23,25 | 0,18, E: 32,85 | 0,15, F: 39,9 | 0,14, O: 48,45 | 0,14 olarak elde edildi. Katılımcılardan dört tanesine ait Speech-ABR sonuçları Şekil 6.4.5., Şekil 6.4.6., Şekil 6.4.7. ve Şekil 6.4.8.'de verildi.



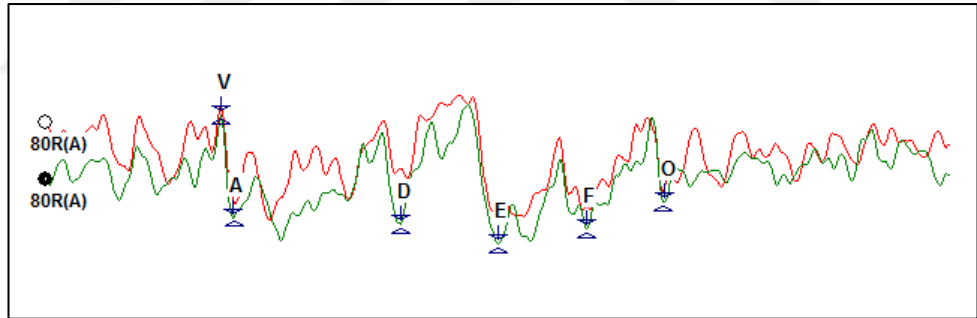
Şekil 6.4.4. Genç yetişkin gruptan bir katılımcıya (erkek) ait Speech-ABR sonucu (Raw Data).



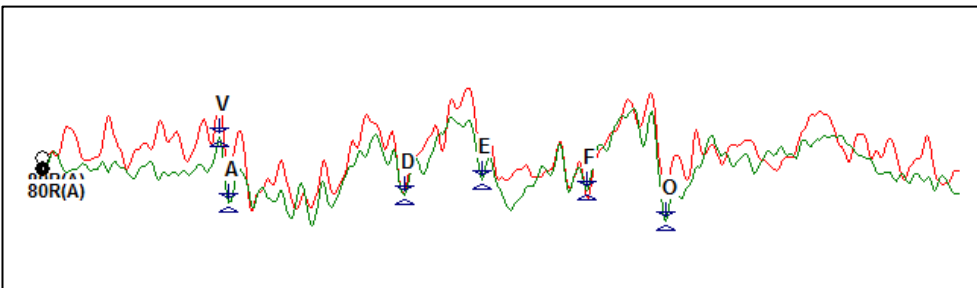
Şekil 6.4.5. Genç yetişkin gruptan bir kadın katılımcıya ait Speech-ABR sonucu.



Şekil 6.4.6. Genç yetişkin gruptan bir erkek katılımcıya ait Speech-ABR sonucu.



Şekil 6.4.7. Orta yaşlı yetişkin gruptan bir kadın katılımcıya ait Speech-ABR sonucu.



Şekil 6.4.8. Orta yaşlı yetişkin gruptan bir erkek katılımcıya ait Speech-ABR sonucu.

7. TARTIŞMA

Son zamanlarda yapılan araştırmalar, müzik, kompleks tonlar ve konuşma uyarınları (/ da /, / ba /, / ga / vb.) gibi kompleks uyarınların da beyinsapında elektrofizyolojik yanıtlar ortaya çıkarılabileceğini göstermiştir (45). Temel olarak, C-ABR, zamansal ve spektral bilgileri içerir, bu nedenle Complex-ABR, subkortikal düzeyde konuşma sesi gibi karmaşık seslerin işlenmesi hakkında objektif bilgi sağlar (7,10). Konuşma sesinin kodlanmasının analizinde kullanılan yöntem olan Speech-ABR, beyinsapı düzeyinde konuşma uyarınlarının nöral iletiminin bütünlüğünü değerlendiren geçerli ve güvenilir bir araçtır (9).

Speech-ABR birçok alanda kullanılabilir. Konuşma sesinin beyinsapında işlenmesi ile ilgili olarak santral işitsel süreçlerin araştırılmasında, nöral maturasyonun takibinde, yaşlanmanın işitme ve işitme sistemindeki süreçler üzerindeki etkilerin belirlenmesinde, özel öğrenme güçlüğü (zellikle disleksi) olan bireylerin işitme ve iletişim durumlarının anlaşılmasında, periferik işitme kayıplarında, koklear implant veya işitsel nöropati spektrum bozukluğu gibi durumlarda santral işitsel işleme süreçlerinin anlaşılmasında, işitme bazlı eğitimlerin (işitsel re/habilitasyon) etkinliliğinin anlaşılmasında, işitsel nöropati spektrum bozukluğunun tanısında, işitsel sistemin plastisinde, gürültüde ayırt etme becerilerinin değerlendirilmesinde ve presbiakuzi gibi tabloların plastisitesinin araştırılmasında başvurulacak bir yöntemdir (8,9).

Speech-ABR testi uygulanırken, diğer elektrofizyolojik testlerde de olduğu gibi önceden araştırılmış ve kabul görmüş parametrelerin kullanımı önemlidir. Tıpkı Click-ABR’de olduğu gibi Speech-ABR’de de kayıt parametrelerinin, kişisel faktörlerin elde edilen kayıt üzerine etkileri mevcuttur. 2015’te Sanfins ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada 2005-2015 yılları arasında yapılan Speech-ABR çalışmalarının değerlendirme protokollerinde kullanılan parametrelerin analizi ortaya konmuştur (56). Derlemede ekipman çeşidi, yazılım türü, hastanın test esnasındaki durumu, uyarın süresi, uyarın şiddeti, uyarın tekrarlama oranı, polarite, sweep sayısı, kayıtlama penceresinin uzunluğu, uyarılan kulak, temel frekans, birinci

formant frekansı, ikinci formant frekansı gibi parametreler daha önce yayınlanmış çalışmalar üzerinden kullanım yüzdeleri açısından değerlendirilmiştir.

Ekipman, iyi ve güvenilir kayıtlar elde etmek için önemlidir. Speech-ABR çalışmalarında araştırmacıların başvurduğu ekipman türü ve yazılım türü farklılık göstermiştir. 10 yıllık periyodu kapsayan ilgili derlemede çoğunlukla donanım olarak Navigator Pro (Biologic, Natus, Pleasanton, California, EUA), yazılım paketi olarak da BioMARK (Biological Marker of Auditory Processing, Natus Medical, Inc.) kullanıldığı görülmüştür (56). Çalışmamızda ise kapalı sistem kullanıldı. C-ABR kaydını ve analizini destekleyen, alanda kabul görmüş ve araştırmacılar tarafından da kullanılan Intelligent Hearing Systems SmartEP platformu (IHS, Miami, FL) kullanıldı (78,79).

Testi etkileyen bir diğer faktör hastanın durumudur. Speech-ABR esnasında hastanın test ortamındaki durumu aktif veya pasif olabilir. Çünkü ABR'ler uyku durumundan çok büyük ölçüde etkilenmeyen uyarılmış potansiyellerdir. Hastanın test esnasındaki durumuna yönelik çalışmaların büyük bir kısmında hastaların alt yazılı veya düşük ses şiddetli olacak şekilde film izlemesine izin verilmiştir (54,80,81). Bir kısım çalışma uyku veya film izlemeyi hastanın tercihine bırakmıştır (82). Fujihira ve Shiraishi ise çalışmalarında katılımcıların uyumasına izin vererek ve böylece hastaların gevşemelerini sağlayıp vücut hareketini minimize ederek miyojenik artefaktların önüne geçmişlerdir (83). Çalışmamızda da kas artefaktlarının önüne geçmek ve daha iyi yanıtlar elde etmek için katılımcıların test esnasında olabildiğince hareketsiz kalması ve mümkünse uyuması istendi.

Dilin işlemlenmesinde kortikal lateralizasyon olması subkortikal düzeyde de bu durumu incelemeyi gerektirmektedir. Kortikal lateralizasyon birçok görüntüleme ve ölçüm metodu ile kanıtlanmış ve iyi bilinen bir durumdur. Kortikale giden yolda subkortikal alanların da kortikaldeki gibi lateraliteye sahip olup olmadığı ise araştırılmaktadır. Abrams ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada Speech-ABR yanıtlarında latans uzamalarının olduğu çocuk hastaların normal yanıtlara sahip akranlarına göre kortikal yanıtlarında farklılıklar olduğunu gözlenmiştir (84). Speech-ABR latanslarında uzama olan çocukların kortikal yanıtlarında azalmış amplitüd asimetrisinin olduğu böylece lateralizasyonun etkilendiği görülmüştür. Bu

bulgular subkortikal yanıtlar ile kortikal lateralizasyon arasında ilişki olduğunu göstermiştir (84). Bu çalışma işitsel beyinsapında lateralizasyon olduğunu desteklemekte, konuşma ve konuşma benzeri uyaranlar için ayrıca sağ kulak avantajını desteklemektedir. Sonuç olarak, lateralizasyon, konuşma uyarısına özgü olarak konuşmanın ayırt edilmesi için akustik özelliklerin işlenmesinde kortikal seviyede olduğu gibi beyinsapına da uzanmaktadır (85). Bu durum da sağ ve sol kulak için ayrı norm değerlerinin önemini vurgulamaktadır. Bunların yanında 10 yıllık periyotta Speech-ABR’de büyük çoğunlukla sadece sağ kulak üzerinden testin gerçekleştiği görülmüştür (56). Bu durum özetle, gelen konuşma uyarının kodlanması için bilginin sol hemisfere kontralateral iletimi sebebiyle sağ kulak avantajı ile açıklanmaktadır. Çalışmamızda literatürle benzer olarak, çalışmaların çoğuyla uyumlu olarak, sağ kulak üzerinden tek kulak kayıtlama ile ilerlendi. Kontralateral projeksiyon ve lateralizasyondan dolayı sağ el dominansı sorgulandı ve dahil edilme kriteri olarak belirlendi. Ancak literatürde beyinsapı düzeyinde kortikal seviyedeki kadar güçlü lateralizasyon olmadığını destekleyen ve anlamlı sonuç bulamayan çalışmalar da mevcuttur. Örneğin Ahadi ve ark. sağ ve sol kulak Speech-ABR bulgularında anlamlı asimetri bulamamış ve bazı spesifik unsurlar için sağ kulak kodlamanın ve avantajının öne çıktığı anlaşılrsa da lateralizasyon fonksiyonunun kortikal düzeydeki gibi güçlü olmadığını belirtmişlerdir (58).

Protokoldeki önemli bir diğer konu ise monoaural veya binaural uyarıdır. Skoe ve Kraus yetişkinler için günlük dinleme ortamlarını daha iyi temsil ettiğinden binaural uyarımı, asimetrik işitme kayıpları ve uzun test seanslarında duramayan pediatrik grup gibi gruplar için monoaural uyarımı önermişlerdir (10). Çalışmalar binaural uyarımla elde edilen sonuçların amplitüd ve güçlü yanıt açısından tek kulak uyarımlarına göre daha iyi olduğunu ortaya koymuştur (58,80). Bunun yanında yanıtın elde edilme zamanı açısından 3 uyarım tipinde de (sağ kulak, sol kulak ve çift kulak) anlamlı fark bulunamayıp, sağ ve sol kulak arasında çok benzer ve yakın yanıtlar elde edilmiştir (58). Literatürdeki birçok çalışma ile paralel olması ve lateralizasyon etkileri göz önüne alınarak, çalışmamızda sağ kulak uyarım modu tercih edildi.

Speech-ABR yanıtlarını etkileyen diğer parametreler de uyarının özellikleri ile ilgili parametrelerdir. Uyarın polaritesi bunlardan biridir. 3 farklı polaritenin karşılaştırılmasının yapıldığı çalışmada uyarın polaritesinin Speech-ABR dalgalarının latansları üzerinde etkisinin olmadığı görülmüştür (59). Bunun yanında tek polarite yanıtlarının alterne polarite yanıtlarına göre spektral bileşenlerden F1 ve HF formantlarının amplitüdüleri açısından anlamlı fark tespit edilmiştir. Alterne polaritede daha düşük amplitüd elde edilmiştir. 10 yıllık periyotta yapılan çalışmaların %90'ında alterne polarite kullanılmış ve bu uyarın polaritesi artifaktları azaltmak ve koklear mikrofoniği baskılamak açısından avantajlı olduğundan tercih edilmiştir (56). Biz de çalışmamızda artifaktları minimize etmek ve böylece daha güçlü yanıtlar elde etmek için alterne polarite kullandık.

Uyarının uzunluğu, uyarının bitimi ile yeni başlayacak uyarın arasındaki sessizliğin uzunluğu, elektrik hattının alternatif akımından kaçınmak gibi faktörlere bağlı olarak 1 saniyede sunulan uyarın tekrar sayısı (rate) belirlenmektedir. Özellikle başlangıç yanıtları olmak üzere latans ve amplitüd değerlerinin rate oranından etkilenirken FFR yanıtlarının başlangıç yanıtlarına göre rate'den daha az etkilendiği elde edilmiştir (37,86) 10 yıllık periyotta en çok başvurulan rate değeri 10.9/sn olarak elde edilmiştir (56). Biz de çalışmamızda literatürde çoğunlukla başvurulan 10.9/sn rate değerini kullandık.

Çalışmaların çoğunluğunda 80 dB SPL civarında şiddet seviyeleri kullanılmıştır. Günlük iletişim ortamındaki normal süreci temsilen ve böylece hastanın rahat duyabileceği şiddet seviyesinde olmak üzere 60-85 dB SPL şiddet aralığında değerlendirmeler gerçekleştirilmiştir (56). Çalışmamızda da literatürde en çok tercih edilen şiddet seviyesi olan 80 dB SPL şiddet seviyesinde ölçüm gerçekleştirildi.

Konuşma gibi karmaşık bir uyarından elde edilen yanıtın güçlü ve tekrarlanabilir olması için kayıt edilen ve averajlanan dalga sayısı önemlidir. Literatürdeki birçok çalışma ile uyumlu olarak çalışmamızda iki blok halinde 3000 sweep kaydın alınması ve total olarak 6000 sweepin averajlanması yolu ile yanıtlar elde edildi (87,88).

Speech-ABR değerlendirilmesinde kullanılan uyarının beyinsapında kodlanan yanıtların yakalanabilmesini sağlamak için uygun özelliklere sahip olmasına dikkat edilmelidir. Çalışmamızda kapalı sistem içinde yer alan, Dr. Nina Kraus ve ekibi tarafından C-ABR çalışmalarında sıklıkla kullanılan 40 ms /da/ uyarını kullanıldı. Elde edilen yanıtların latans, amplitüd değerleri ve morfoloji özellikleri literatürdeki diğer çalışmalarla paralellik gösterdi (9,12,53,89).

Zaman bağlamındaki analizler literatürdeki kılavuz niteliğindeki çalışmaları takiben ve bu alanda uzmanlaşmış 2 yazar tarafından kullanılan tepe noktalarının işaretlenmesi yöntemi izlenerek yapıldı (8,10). Ayrıca, düşük tespit edilebilirliği nedeniyle (katılımcıların %80'inden azında) C tepesi analizden çıkarıldı. C dalgasının zayıf tespit edilebilirliği daha önceki çalışmalarda da ortaya konmuştur (12,85,90). Yine diğer bir çalışmada, C tepesinin diğer tepelere göre en düşük amplitüde ve böylece en zayıf sinyal-gürültü oranına sahip olduğunu gösterilmiştir (72).

Frekans bağlamındaki analizler için ise yanıtın FFR kısmında frekans kodlamanın gücünü ve bu kısmın içeriğini değerlendirmek amacıyla FFT uygulandı. FFT, spektral analiz için kullanılan en yaygın algoritmadır (66). FFT analizinde dar frekans alanlarında spektral bileşenlerin amplitüdüleri analiz edilirken frekans aralığı olarak sıklıkla F0 için 103 125 Hz aralığı, F1 için 400 720 Hz veya 220 720 Hz aralığı ve F2 için 1240 1700 Hz aralığı kullanılmıştır (56). Faz-kilitleme burada önemli bir faktördür. Beyinsapının faz kilitleme sınırlamalarına dayalı olarak, konuşmanın periyodik akustik özelliklerinin nöral kodlanması, büyük ölçüde ikinci formantın altındaki frekanslarda oluşur (91). Özellikle birinci formanttan sonra yaklaşık olarak 1500-2000 Hz'in üstünde beyinsapının faz kilitleme yeteneklerinin sınırları aşılmakta ve bu araştırmacıların analiz aralıklarını etkilemektedir. Çalışmamızda FFT analizi için Erika Skoe, Trent Nicol, ve Nina Kraus tarafından geliştirilen ve dağıtılan Brainstem Toolbox 2013'ü kullanıldı. F0, F1 ve HF amplitüd değerlerinin analizi için Toolbox'taki otomatik aralıkları takiben zaman penceresinin 10-40 ms aralığında 3 frekans ranjında yapıldı. F0 için 103-125 Hz, F1 için 300-350 Hz ve HF için 600-800 Hz aralığında FFT uygulandı. Faz kilitlemesinin üst limitinden dolayı (yaklaşık olarak 1500 Hz) diğer birçok çalışmada olduğu gibi daha yüksek frekanslar içeren sonraki formantlar analiz edilmedi (90).

Speech-ABR gibi klinikte önemli rol üstlenecek bir testin anadili Türkçe olan bireyler için normatif verilerinin elde edilmesi önemlidir. Daha önce de vurgulandığı gibi normatif verilerin her iki kulak için de elde edilmesi önemlidir. Çalışmamızda sağ kulak için kayıtlar alınıp normatif veriler sunuldu. Bunun yanında etnik köken/ırk Speech-ABR yanıtları üzerinde etkili olabilecek bir faktör olarak ele alındı. 2016 yılında Malay ve Çinli katılımcılar ile yapılan bir çalışmada benzer özelliklere sahip bu iki grup için Speech-ABR sonuçları arasında anlamlı fark bulunamamıştır (92). Ancak Asya ırkı olarak ele alınan bu 2 grubun verileri günümüzde daha çok beyaz Avrupalı olarak tanımlanan Kafkas ırkı verileri ile karşılaştırıldığında anlamlı farklar elde edilmiştir. Bu durum ırklara ait normatif verilerin önemini vurgulamaktadır. Çalışmamızda anadili Türkçe olan bireyler için ırk spesifik normatif veriler oluşturuldu. Bunun yanında Kırbaç, 2018 yılında yayımladığı doktora tezinde anadili Türkçe olan 18-35 yaş bireyler için normatif verileri sunmuştur (93).

Çalışmamızda anadili Türkçe olan, Türkçe konuşan ve normal işitmeye sahip genç yetişkinler ile normal işitmeye sahip orta-yaşlı yetişkinler için klinik normatif verilerinin elde edilmesi amaçlandı. Ayrıca Speech-ABR kayıtları incelenerek latans, amplitüd ve spektral tepelerin amplitüd sonuçlarının yaşa ve cinsiyete bağlı olarak karşılaştırılması amaçlandı.

Çalışmamızda yaş olarak eşleştirilmiş gruplar arasında cinsiyet farkının etkisi incelendiğinde genç yetişkin grubun kadın ve erkek katılımcıları arasında 6 tepenin latans değerleri arasında anlamlı fark bulundu. Orta yaşlı yetişkin grubun kadın ve erkek katılımcıları arasında A ve D tepelerinin latans değerleri açısından anlamlı fark bulundu. Orta yaşlı grupta kadın katılımcıların erkeklerden daha kısa latanslara sahip olduğu gözlenirse de anlamlı farkın sadece 2 tepede gözlenmesi yaşın latanslar üzerindeki etkisine işaret ediyor olabilir. Bunun yanında çalışmamızda cinsiyetin amplitüd ve spektral analiz bulguları üzerinde anlamlı etkisi gözlenmedi. Yaş olarak eşleşmiş gruplarda kadın ve erkek katılımcılar arasında amplitüd ve spektral tepe amplitüdü açısından anlamlı farklar tespit edilmedi. Kadın katılımcıların amplitüd ve spektral tepe amplitüdülerinin erkek katılımcılardan genel daha yüksek olduğu gözlendi. Krizman ve ark. anadili İngilizce olan 76 sağlıklı genç yetişkinle yaptığı

çalışmada konuşma uyarısının transient kısmına nöral yanıt bileşenlerinde (V ve A) farklılıklar elde etmiştir (72). Kadın katılımcıların HF amplitüd değerinde anlamlı artış (daha yüksek amplitüd) elde edilmişse de dalgalarındaki tepelerin amplitüd değerlerinde anlamlı farklılık elde edilmemiştir. Ayrıca kadın erkek arasındaki bu farklılık, dil işlemeyi etkileyen biyolojik ve genetik süreçler hakkında bilgi sağlayarak disleksi ve dil bozuklarında erkek prevalansı konusunda destekleyici bilgi sağlamıştır.

Kafa büyüklüğü ile ilişkili olarak cinsiyet farklılığı üzerine yapılmış bir diğer çalışmada transient bileşenler açısından (V ve A) farklılıklar elde edilmiştir (70). Kadın katılımcılardan daha erken yanıtlar ve daha yüksek amplitüdüler elde edilmiştir. Ancak devamlı bileşenlerde (FFR), farklılık elde edilmemiştir. Kafa büyüklüğü açısından anlamlı fark olup kadınların kafa çapı daha küçük olsa da Speech-ABR sonuçlarında cinsiyet farklılıklarının ana faktörü olarak ele alınmamıştır. Bahsedilen farklılıklardan ötürü cinsiyete özgü normatif veri önerilmiştir.

Uyarının binaural sunulduğu cinsiyet farklılığını araştıran diğer bir çalışmada kadınların bulgularında hızlı-başlangıç yanıtlar (V ve A) daha erken ve büyük elde edilmiştir (94). Devamlı kısımda (FFR) ve yanıtın bitiminde cinsiyetle ilişkili farklılık elde edilmemiştir. Spektral analizde anlamlı farklılıklar olmasa da kadınların yanıtlarının daha güçlü ve F0,F1 ve HF bileşenlerinin temsilinin daha iyi olduğu elde edilmiştir. Subkortikal düzeyde kadın erkek arasındaki farklılığa anatomik, biyolojik, biyokimyasal farklılıklar yol açabilir. Çalışma, elde edilen sonuçların kadınların konuşma algısındaki daha iyi oluşunun fizyolojik kanıtı olabileceğini vurgulamıştır.

Cinsiyet farkının etkileri ile ilgili bir diğer çalışma farklılığın sebebi olarak cinsiyet hormonlarını ön plana alarak hormonların etkisini araştırmıştır. Çalışmada 6 tepe analiz edilmiş (V, A, D, E, F ve O) ve tüm tepe latanslarında kadınların sonuçları anlamlı derecede farklılık elde edilmiştir (73). Bunun yanında V, A ve F tepe amplitüdüleri kadınlarda anlamlı olarak daha büyük elde edilmiştir. Böylece senkronize nöral yanıt anlamlı şekilde cinsiyetten etkilenebilirken, nöronların faz kilitleme yeteneğinin cinsiyetten az olarak etkilendiği belirtilmiştir. Ayrıca hormonların konuşmanın beyinsapında kodlanmasını, nöronların faz kilitlemesini (amplitüd), nöronlar arası iletim hızını (latans) etkileyebileceği gösterilmiştir.

Çalışmamız yaş olarak eşleştirilmiş gruplarda kadın katılımcıların daha kısa tepe latansına ve daha büyük tepe amplitüd ve spektral amplitüdlere sahip olduğunu göstermiştir. Anlamlı fark genç yetişkin grupta Liu ve ark. çalışması ile uyumlu olarak tüm tepelerde gözlenirken orta yaşlı yetişkin grupta A ve D tepelerinde anlamlı farklılık elde edilmiştir. Literatürdeki çalışmalar genç yetişkin grubun latans açısından cinsiyet karşılaştırmasına dair bulgularımızı daha destekleyici niteliktedir. Orta yaşlı grupta cinsiyetin yanında yaş faktörü etkili olmuş olabilir. Çalışma bulgularımız ve literatürdeki çalışmalar cinsiyetin konuşmanın hızlı, çabuk değişen bileşeniyle ilişkili olarak zamansal bilginin beyinsapında kodlanmasında etkili olduğunu desteklerken, cinsiyet faktörünün konuşmanın devamlı bileşeniyle ilişkili olarak spektral bilginin beyinsapında kodlanmasında etkili olmadığını gösterdi. Sonuç olarak yaş eşleştirilmiş gruplar için kadın ve erkek katılımcılar arasında latans açısından anlamlı fark bulundu. Her iki yaş grubunda cinsiyetin etkisi ortak biçimde A ve D latanslarında gözlemlendi.

Çalışmamızda değerlendirdiğimiz bir diğer faktör yaştı. Yaş faktörünü değerlendirmek amacıyla karşılaştırmalar genç yetişkin grup ve orta yaşlı yetişkin grup arasında ve cinsiyet olarak eşleştirilmiş genç yetişkin ile orta yaşlı yetişkin grup arasında yapıldı. Karşılaştırma sonuçları, genç yetişkin grup ve orta yaşlı yetişkin grup arasında V, D, F ve O tepe latansları açısından anlamlı fark; V tepe amplitüdü açısından anlamlı fark olduğunu gösterdi. Cinsiyet eşleştirilmiş gruplar için genç yetişkin kadın ve orta yaşlı yetişkin kadın grupları arasında V, D, E, F ve O tepe latansları açısından ve V tepe amplitüdü açısından anlamlı fark elde edildi. Genç yetişkin erkek ve orta yaşlı yetişkin erkek grupları arasında D ve O latansları için ve V amplitüdü için anlamlı fark elde edildi. Spektral analizlerde gruplar arasında anlamlı fark elde edilmedi.

Sanju ve ark. normal işitmeye sahip 15 genç yetişkin ve 15 orta yaşlı yetişkin ile yaptıkları çalışmada iki yaş grubu için gap-detection test ve Speech-ABR testlerinin karakteristik bulgularını ortaya koymayı amaçlamışlardır (89). Genç yetişkinlere göre orta yaşlı yetişkinlerin V tepe latansı anlamlı olarak daha uzun bulundu. F1 ve F2'nin kodlanmasında, yaşla birlikte azalmış spektral amplitüdle ilişkili olarak anlamlı fark elde edilirken F0'nin kodlanmasında yaşın etkisi (orta yaşa

kadar) gözlenmedi. V'de gözlenen latans uzamasının muhtemel işitsel nöronların senkronize ateşlemesindeki azalmasından ve özellikle 50 yaş sonrası için miyelin kılıftaki dejenerasyon ile iletim hızındaki yavaşlamadan kaynaklanabileceğinden bahsedilmiştir.

Normal işitmeye sahip genç grup ve yaşlı grupta yapılan bir diğer çalışmada yaşın Speech-ABR üzerindeki etkileri başlangıç yanıtlarında azalmış amplitüd ve anlamlı şekilde gecikmiş bitiş yanıtı şeklinde elde edilmiştir (12). V,A ve O tepeleri için anlamlı olarak azalmış amplitüd ve O tepesi için anlamlı olarak gecikmiş latans elde edilmiştir. Yaşlı grupta yanıtların tamamında latans kaymaları elde edilmiştir. Bunun yanında spektral amplitüdlere yaşla birlikte azalma ile paralel olarak F0, F1 ve HF amplitüdlерinde anlamlı fark gözlenmiştir.

Anderson ve ark. normal işiten genç grup ve yaşlı grubu içeren çalışmalarında başlangıç (V,A) ve geçiş (C) tepelerinin latanslarında yaşlı katılımcılarda gecikme gözlendi. Yaşlı yetişkinlerin özellikle hızla değişen formant geçişi yanıtında anlamlı gecikme gösterdiklerini ve yaşlıların çok büyük yanıt değişkenliğine sahip olduğunu göstermişlerdir (75). Yaş ile birlikte faz kilitleme ve yanıt tutarlılığın azaldığını belirtmişlerdir.

Yaşın periyodik kodlamanın gücündeki etkilerini değerlendirerek, nöral faz kilitleme düzeyini değerlendirmeyi amaçlayan yaşla ilgili bir diğer çalışma da, yaşlı katılımcıların spektral analizlerinde F0 ve harmonik bileşenlerinin azalmış amplitüde sahip olduğunu göstermiştir (82). Bu sonuç yaşın spektral kodlama üzerindeki etkisini desteklerken, odyometrik olarak normal sonuçlara sahip yaşlı bireylerde sinyalin kodlanmasında sorunların oluşabileceğini ve bu durumun özellikle arka plan gürültüsünde dinleme zorlukları ile kendini gösterebildiğini desteklemiştir.

Yaş ile birlikte spektral kodlanmadaki bozulmaların sebepleri arasında kokleanın metabolik aktivitesindeki yaşa bağlı değişiklikler veya daha az sayıda işitsel çekirdek varlığı olabilir (95). Ayrıca iç tüylü hücrelerinde yaşa bağlı olarak gelişen değişiklikler veya iç tüylü hücreleri ile koklear sinir arasındaki sinaps hasarı da yol açabilir (96). Bunların yanında, GABA inhibisyonu, temel frekansın ve

harmoniklerinin kodlanmasında büyük bir role sahip olup zayıf bir GABA inhibisyonu, F0 ve harmoniklerinin kodlanmasında bozulmalara neden olabilir (97).

Çalışmamızda literatürle uyumlu olarak yaşla birlikte anlamlı farklılıklar elde edilmiştir. Literatürde ortak olan yargı yaşın özellikle konuşma uyarınının hızlı değişen bileşenlerini etkilediği yönündedir. Bunun yanında yaşın ilerlemesi ile spektral kodlamının da etkilendiği yönündedir. Temel olarak ise yaşla birlikte uzamış latanslar ve azalmış amplitüdüleri olması yönündedir. Literatürden farklı olarak özellikle iki büyük grup arasında literatürde bulunduğundan daha fazla sayıda dalgada latanslar arası anlamlı fark tespit edildi. Bunun yanında literatürle uyumlu olarak başlangıç yanıtının amplitüdünde azalma elde edildi. Spektral analizlerde anlamlı fark elde edilmese de genç yetişkinlerin F0 ve F2 bulgularının daha iyi olduğu gözlemlendi. Daha yaşlı grubun henüz orta yaş grubunda olması spektral analizde anlamlı fark olmamasına yol açmış olabilir. Bunların yanında yaş ile ilgili yapılan korelasyon analizleri yaş arttıkça Speech ABR D, F ve O tepe latanslarının uzadığını, yine yaş arttıkça V tepe amplitüdünün azaldığını ortaya koydu. Bu dalgalar yaşın takibinde elektrofizyolojik marker olarak kullanılabilir. Ayrıca Click-ABR V. dalga latansı arttıkça Speech-ABR V. dalga latansının arttığı elde edildi. Click V ile Speech V arasında ilişki olduğunu söyleyen çalışmalarını destekleyici bulgu elde edildi. Bununla birlikte Click-ABR V. dalgası ile Speech-ABR V. dalgası arasındaki ilişkiye yönelik bir araştırma, ikisinin de bazı ortak mekanizmayı paylaşıyorlar da konuşma sesi uyarınının işlenmesi sırasında kendine özgü ayrı bir mekanizma bileşeninin daha olduğunu ortaya koymuştur (98). Sonuç olarak farklı yaş gruplarında latans ve amplitüd açısından anlamlı fark bulundu.

7.1. Araştırmanın Sınırlılıkları ve İleri Çalışma Önerileri

Araştırmamızda tek kulak üzerinden ölçüm yapıldı. Çift kulak ölçüm için hasta önceden bilgilendirilerek kayıtlamaya daha fazla zaman ayrılabilir. Çift kanallı ölçüm durumlarında fazla elektrod kullanımından ötürü buna uygun olarak bütçe ayrılabilir. Çalışmamızda ayrıca sağ el dominansına dikkat edildi. Farklı el dominansları için normatif veriler elde edilebilir. Normatif verilerin tüm yaş gruplarını içermesi önemli olduğundan pediatrik, adolesan, geriatric gibi grupların

verilerini elde etmek amacıyla farklı yaş grubundan bireylerle ileri çalışmalar yapılabilir.

Normal işiten bireylerle hem normatif veriler oluşturulup hem test protokolleri oturtulduktan sonra Speech-ABR'nin tanı ve takip açısından çok kritik rol üstlendiği hastalık gruplarında değerlendirmeler yapılabilir. İşitme kayıplı bireylerin değerlendirme ve takibinde, özel öğrenme güçlüğü tanısında, yaşlanmanın etkisinin tespitinde ve daha birçok önemli durumda ve grupta anadili Türkçe olan bireyler için aktif kullanılıp, çalışmalar yapılabilir. Uyarana ek olarak arka planda gürültünün olduğu durumlar oluşturularak daha spesifik gruplar için çalışmalar yapılabilir. İşitme kayıplı ve işitme cihazlı veya koklear implantlı bireyler için uyarının hoparlörlerden sunulduğu ortam protokollerce oluşturularak öncelikli olarak norm veriler elde edilip ardından bu gruplarda da değerlendirme ve takip yapılabilir.

8. SONUÇ

1- 18-25 yaş arası normal işiten ve gerekli odyolojik ölçümlerle normal işittiği kanıtlanan, sağlıklı genç yetişkin bireyler için Speech-ABR kayıtları kapalı sistem üzerinden elde edildi.

2- 40-60 yaş arası normal işiten ve gerekli odyolojik ölçümlerle normal işittiği kanıtlanan, sağlıklı orta yaşlı yetişkin bireyler için Speech-ABR kayıtları kapalı sistem üzerinden elde edildi.

3- Her iki grubun Speech-ABR sonuçlarının zaman ve frekans bağlamında analizleri yapıldı ve böylece Anadili Türkçe olan genç yetişkin bireyler ve orta yaşlı yetişkin bireyler için 6 tepe ve spektral amplitüdlere için sağ kulak normatif verileri oluşturuldu.

4- Yaş eşleştirilmiş ve cinsiyet eşleştirilmiş olacak şekilde iki büyük grup alt gruplara ayrıldı ve alt gruplar için analizler uygulandı.

5- Kadın katılımcıların yaş eşleştirilmiş gruplar için karşılaştırılmasında erkek katılımcılara göre daha kısa latanslara ve daha büyük amplitüdlere sahip olduğu gözlemlendi. Böylece kadınların erkeklere göre beyinsapında kodlama yeteneklerinin daha güçlü olduğu öngörüsü yapıldı.

6- Spektral analizlerde cinsiyetin F0 ve harmoniklerine etkisi elde edilmedi ve böylece beyinsapında konuşma uyarısının harmoniklerce zengin devamlı kısmının kodlanmasında cinsiyetin etkisinin olmadığı tespit edildi.

7- Yaşın konuşmanın beyinsapında işlenmesine etkisini değerlendirmek için iki büyük grup ve cinsiyet olarak eşleştirilmiş farklı yaş grupları arasında analizler yapıldı.

8- İki büyük grupta latans ve amplitüd açısından anlamlı farklılıklar elde edildi. Orta yaşlı yetişkin grubunun genç yetişkin gruba göre daha uzun latans ve azalmış amplitüdlere sahip olduğu belirlendi. Yaşlanmanın konuşma uyarısının beyinsapındaki kodlanmasını negatif yönde etkilediği belirlendi.

9- Cinsiyet olarak eşleştirilmiş farklı yaş gruplarındaki (genç yetişkin kadın-orta yaşlı yetişkin kadın, genç yetişkin erkek-orta yaşlı yetişkin erkek) kadınlar ve erkekler arasında latans ve amplitüd açısından anlamlı farklılıklar elde edildi. Orta yaşlı yetişkin grubundaki kadınlar genç kadınlardan, erkekler ise genç erkeklerden daha uzun latanslı ve azalmış amplitüdü sonuçlara sahip olduğunu gösterdi. Speech-ABR parametrelerinde yaşın bir faktör olduğu anlaşıldı.

10- Spektral analizlerde yaşın F0 ve harmoniklerine anlamlı etkisi gözlenmedi. Anlamlı fark olmasa da yaşla birlikte F0 ve F2/HF amplitüdülerinde azalma gözlemlendi. Daha yaşlı grubun orta yaş grubunda olması sebebiyle henüz spektral kodlamanın bozulmamış olabileceği öngörüldü.

11- Sonuç olarak beyinsapında konuşma uyarınının kodlanmasında yaşın anlamlı düzeyde etkilerinin olduğu tespit edildi.

12- Korelasyon analizleri ile Speech-ABR ve Click-ABR'deki ortak bileşen varlığı desteklendi. Yine korelasyon analizleri ile yaşın etkili faktör olduğu tepeler olarak D,F ve O (latans açısından) ve V (amplitüd açısından) belirlendi.

13- Literatürdeki farklı bulgu ve sonuçlar her kliniğin kendi normatif verilerinin elde edilmesinin önemini ortaya koydu.

14- Sağ ve sol kulak sonuçları arasındaki yakın benzerlik, tek taraflı işitme kaybı gibi durumlar ile ilgili çalışmalar her iki kulak için normatif veri oluşturmanın gerekli olduğunu ortaya koydu.

15- Cinsiyet ve yaşın konuşmanın beyinsapında kodlanması üzerinde etkisinin bulunduğu anlaşıldı. Daha yaşlı grup orta yaş döneminde olsa bile yaşlılığın beyinsapı düzeyinde konuşmanın kodlanması ve entegrasyonunu bozmaya başladığı bulundu. Son olarak Speech-ABR'nin objektif, güvenilir ve geçerli bilgiler sunduğu görüldü.

9. KAYNAKLAR

1. Picton TW. Human auditory evoked potentials, pp. 29-58. Plural Publishing; 2010.
2. Jewett DL, Romano MN, Williston JS. Human Auditory Evoked Potentials: Possible Brain Stem Components Detected on the Scalp. *Science* (80-) [Internet]. 1970;167(3924):1517–8. Available from: <https://science.sciencemag.org/content/167/3924/1517>
3. Jewett DL, WILLISTON JS. Auditory-evoked far fields averaged from the scalp of humans. *Brain*. 1971;94(4):681–96.
4. Jerger J, Hall J. Effects of age and sex on auditory brainstem response. *Arch Otolaryngol*. 1980;106(7):387–91.
5. Møller AR. Hearing: anatomy, physiology, and disorders of the auditory system, pp. 191-240. Plural Publishing; 2012.
6. Sanfins MD, Garcia MV, Biaggio EPV, Skarzynski PH. The Frequency Following Response: Evaluations in Different Age Groups. In: *The Human Auditory System-Basic Features and Updates on Audiological Diagnosis and Therapy*. IntechOpen; 2019.
7. Leite RA, Magliaro FCL, Raimundo JC, Gândara M, Garbfi S, Bento RF, et al. Effect of hearing aids use on speech stimulus decoding through speech-evoked ABR. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2018;84(1):66–73.
8. Russo N, Nicol T, Musacchia G, Kraus N. Brainstem responses to speech syllables. *Clin Neurophysiol*. 2004;115(9):2021–30.
9. Sinha SK, Basavaraj V. Speech evoked auditory brainstem responses: a new tool to study brainstem encoding of speech sounds. *Indian J Otolaryngol Head & Neck Surg*. 2010;62(4):395–9.
10. Skoe E, Kraus N. Auditory brainstem response to complex sounds: a tutorial. *Ear Hear*. 2010;31(3):302.
11. McFadden D. Sex differences in the auditory system. *Dev Neuropsychol*.

- 1998;14(2-3):261-98.
12. Vander Werff KR, Burns KS. Brain stem responses to speech in younger and older adults. *Ear Hear.* 2011;32(2):168-80.
 13. Sahley TL, Musiek FE. *Basic Fundamentals in Hearing Science* [Internet]. San Diego , CA: Plural Publishing, Inc. 2015; 2015. 595-631 p. Available from: http://mmspf.msdonline.com.br/ebooks/HeadNeckSurgeryOtolaryngology/sid_999894.html
 14. Daroff RB, Aminoff MJ. *Encyclopedia of the neurological sciences*, pp. 329-334. Academic press; 2014.
 15. <https://open.oregonstate.education/aandp/chapter/15-3-hearing/> (Erişim 05.02.2021).
 16. Shaw EAG, Teranishi R. Sound pressure generated in an external-ear replica and real human ears by a nearby point source. *J Acoust Soc Am.* 1968;44(1):240-9.
 17. Pierson LL, Gerhardt KJ, Rodriguez GP, Yanke RB. Relationship between outer ear resonance and permanent noise-induced hearing loss. *Am J Otolaryngol.* 1994;15(1):37-40.
 18. Zemlin WR. SPEECH AND HEARING SCIENCE ANATOMY AND PHYSIOLOGY. *Otol & Neurotol.* 1982;4(2):186-7.
 19. Ekdale EG. Form and function of the mammalian inner ear. *J Anat.* 2016;228(2):324-37.
 20. Belgin E. Periferik İşitme Sisteminin Anatomi ve Fizyolojisi p. 27-37. İinde: Belgin E, şahlı AS, editrler. *Temel Odyoloji*. Ankara, Gneş Tıp Kitabevleri, 2015.
 21. Culbertson WR, Cotton SS, Tanner DC. *Anatomy and physiology study guide for speech and hearing*. Plural Pub Incorporated; 2006.
 22. Mller M, Laube B, Burda H, Bruns V. *Structure and function of the cochlea*

- in the African mole rat (*Cryptomys hottentotus*): evidence for a low frequency acoustic fovea. *J Comp Physiol A*. 1992;171(4):469–76.
23. <https://teachmeanatomy.info/neuroanatomy/pathways/auditory-pathway/> (Erişim 06.02.2021).
 24. Hoit JD, Weismer G. Foundations of speech and hearing: Anatomy and physiology, pp. 207-230. Plural Publishing; 2016.
 25. Stach B. Clinical audiology: An introduction. Nelson Education; 2008.
 26. Raphael LJ, Borden GJ, Harris KS. Speech science primer: Physiology, acoustics, and perception of speech. Lippincott Williams & Wilkins; 2007.
 27. Galambos R, Davis H. The response of single auditory-nerve fibers to acoustic stimulation. *J Neurophysiol*. 1943;6(1):39–57.
 28. Heil P, Peterson AJ. Basic response properties of auditory nerve fibers: a review. *Cell Tissue Res*. 2015;361(1):129–58.
 29. Felix II RA, Gourévitch B, Portfors C V. Subcortical pathways: Towards a better understanding of auditory disorders. *Hear Res*. 2018;362:48–60.
 30. Winer JA, Schreiner CE. The central auditory system: a functional analysis. In: *The inferior colliculus*. Springer; 2005. p. 1–68.
 31. Peterson DC, Reddy V, Hamel RN. Neuroanatomy, Auditory Pathway. In: *StatPearls*. StatPearls Publishing, Treasure Island (FL); 2020. PMID: 30335344.
 32. Caspary DM, Ling L, Turner JG, Hughes LF. Inhibitory neurotransmission, plasticity and aging in the mammalian central auditory system. *J Exp Biol*. 2008;211(11):1781–91.
 33. Jayakody DMP, Friedland PL, Martins RN, Sohrabi HR. Impact of Aging on the Auditory System and Related Cognitive Functions: A Narrative Review. *Front Neurosci* [Internet]. 2018;12:125. Available from: <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fnins.2018.00125>

34. Milenkovic I, Schiefer U, Ebenhoch R, Ungewiss J. Aufbau und Funktion der Hörbahn. *Der Ophthalmol.* 2020;1–5.
35. Kreisman BM, Smart JL, John AB. Diagnostic Audiology. In: Katz, J., Chasin, M., English, K. M., Hood, L. J., & Tillery KL, editor. *Handbook of clinical audiology.* Philadelphia, PA: LWW; 2014. p. 119–34.
36. Paulraj MP, Subramaniam K, Yaccob S Bin, Adom AH Bin, Hema CR. Auditory evoked potential response and hearing loss: a review. *Open Biomed Eng J* [Internet]. 2015 Feb 27;9:17–24. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25893012>
37. Hall JW. *Handbook of auditory evoked responses*, pp.194-501. Allyn & Bacon; 1992.
38. Melcher JR. Auditory Evoked Potentials. In: Squire LR, editor. *Encyclopedia of Neuroscience* [Internet]. Oxford: Academic Press; 2009. p. 715–9. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780080450469002606>
39. Donchin E, Ritter W, McCallum WC, others. Cognitive psychophysiology: The endogenous components of the ERP. *Event-related brain potentials man.* 1978;349:411.
40. McPherson DL. *Late potentials of the auditory system.* Singular Publishing Group; 1996.
41. Atcherson SR, Stody TM. *Auditory electrophysiology: a clinical guide.* Thieme; 2012.
42. Young A, Cornejo J, Spinner A. Auditory Brainstem Response. *StatPearls* [Internet]. 2020.
43. Gelfand SA. *Essentials of audiology*, pp. 302-328, 4th edition, New York: Thieme, 2016.
44. Roeser RJ, Valente M, Hosford-Dunn H. *Audiology: Diagnosis* [Internet].

- Thieme; 2007. (Thieme Publishers Series). Available from: https://books.google.com/books?id=H%5C_j6v1Nt044C
45. Mourad S, Abd Al-Ghaffar M, Al-Amir Bassiony M, Fawzi G. Value of complex evoked auditory brainstem response in patients with post-stroke aphasia (prospective study). *Egypt J Ear, Nose, Throat Allied Sci* [Internet]. 2017;18(3):217–21. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2090074017300282>
 46. Song JH, Skoe E, Banai K, Kraus N. Perception of speech in noise: neural correlates. *J Cogn Neurosci*. 2011 Sep;23(9):2268–79.
 47. Johnson KL, Nicol TG, Kraus N. Brain stem response to speech: a biological marker of auditory processing. *Ear Hear*. 2005;26(5):424–34.
 48. Tatham M, Morton K. *Speech production and perception*, pp. 3-20, Springer; 2006.
 49. Pisoni DB, Remez RE. *The handbook of speech perception*, pp. 7-28, Wiley Online Library; 2005.
 50. Klatt DH. Software for a cascade/parallel formant synthesizer. *J Acoust Soc Am*. 1980;67(3):971–95.
 51. Kraus N, Nicol T. Brainstem origins for cortical “what” and “where” pathways in the auditory system. *Trends Neurosci*. 2005 Apr;28(4):176–81.
 52. Abrams DA, Kraus N. Auditory pathway representations of speech sounds in humans. In: *Handbook of Clinical Audiology*. Wolters Kluwer Health Adis (ESP); 2014. p. 527–44.
 53. Song JH, Nicol T, Kraus N. Test-retest reliability of the speech-evoked auditory brainstem response. *Clin Neurophysiol* [Internet]. 2010/08/16. 2011 Feb;122(2):346–55. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20719558>
 54. Song JH, Banai K, Russo NM, Kraus N. On the relationship between speech-

- and nonspeech-evoked auditory brainstem responses. *Audiol Neurootol*. 2006;11(4):233–41.
55. Dhar S, Abel R, Hornickel J, Nicol T, Skoe E, Zhao W, et al. Exploring the relationship between physiological measures of cochlear and brainstem function. *Clin Neurophysiol* [Internet]. 2009/04/05. 2009 May;120(5):959–66. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19346159>
 56. Sanfins MD, Hatzopoulos S, Donadon C, Diniz TA, Borges LR, Skarzynski PH, et al. An Analysis of The Parameters Used In Speech ABR Assessment Protocols. *J Int Adv Otol* [Internet]. 2018 Apr;14(1):100–5. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29764783>
 57. Sanfins MD, Skarzynski PH, Colella-Santos MF. Speech-Evoked Brainstem Response. InTech; 2017.
 58. Ahadi M, Pourbakht A, Jafari AH, Jalaie S. Effects of stimulus presentation mode and subcortical laterality in speech-evoked auditory brainstem responses. *Int J Audiol*. 2014 Apr;53(4):243–9.
 59. Kumar K, Bhat JS, D’Costa PE, Srivastava M, Kalaiah MK. Effect of Stimulus Polarity on Speech Evoked Auditory Brainstem Response. *Audiol Res*. 2013 Jan;3(1):e8.
 60. Sanfins MD, Colella-Santos MF. A review of the clinical applicability of speech-evoked auditory brainstem responses. *J Hear Sci*. 2016;6(01):9–16.
 61. Boston JR, Møller AR. Brainstem auditory-evoked potentials. *Crit Rev Biomed Eng*. 1985;13(2):97–123.
 62. Chandrasekaran B, Kraus N. The scalp-recorded brainstem response to speech: Neural origins and plasticity. *Psychophysiology*. 2010;47(2):236–46.
 63. Patel AD. Why would musical training benefit the neural encoding of speech? The OPERA hypothesis. *Front Psychol*. 2011;2:142.
 64. Quian Quiroga R, Sakowitz OW, Basar E, Schürmann M. Wavelet Transform

in the analysis of the frequency composition of evoked potentials. *Brain Res Protoc* [Internet]. 2001;8(1):16–24. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1385299X01000770>

65. Hornickel J, Skoe E, Nicol T, Zecker S, Kraus N. Subcortical differentiation of stop consonants relates to reading and speech-in-noise perception. *Proc Natl Acad Sci*. 2009;106(31):13022–7.
66. Cooley JW, Tukey JW. An algorithm for the machine calculation of complex Fourier series. *Math Comput*. 1965;19(90):297–301.
67. Akhoun I, Gallégo S, Moulin A, Ménard M, Veuillet E, Berger-Vachon C, et al. The temporal relationship between speech auditory brainstem responses and the acoustic pattern of the phoneme/ba/in normal-hearing adults. *Clin Neurophysiol*. 2008;119(4):922–33.
68. Smith JC, Marsh JT, Brown WS. Far-field recorded frequency-following responses: evidence for the locus of brainstem sources. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1975 Nov;39(5):465–72.
69. Coffey EBJ, Herholz SC, Chepesiuk AMP, Baillet S, Zatorre RJ. Cortical contributions to the auditory frequency-following response revealed by MEG. *Nat Commun*. 2016 Mar;7:11070.
70. Jalaei B, Zakaria MN, Mohd Azmi MHA, Nik Othman NA, Sidek D. Gender disparities in speech-evoked auditory brainstem response in healthy adults: any relation to head size? *Ann Otol Rhinol & Laryngol*. 2017;126(4):290–5.
71. Jalaei B, Azmi MHAM, Zakaria MN. Gender differences in binaural speech-evoked auditory brainstem response: are they clinically significant? *Braz J Otorhinolaryngol*. 2019;85(4):486–93.
72. Krizman J, Skoe E, Kraus N. Sex differences in auditory subcortical function. *Clin Neurophysiol*. 2012;123(3):590–7.
73. Liu J, Wang D, Li X, Wang N. Association between sex and speech auditory brainstem responses in adults, and relationship to sex hormone levels. *Med Sci*

Monit Int Med J Exp Clin Res. 2017;23:2275.

74. Gorga MP, Kaminski JR, Beauchaine KL, Jesteadt W, Neely ST. Auditory brainstem responses from children three months to three years of age: normal patterns of response. II. *J Speech Hear Res.* 1989 Jun;32(2):281–8.
75. Anderson S, Parbery-Clark A, White-Schwoch T, Kraus N. Aging affects neural precision of speech encoding. *J Neurosci.* 2012;32(41):14156–64.
76. Caspary DM, Llano DA. Aging processes in the subcortical auditory system. *Oxford Handb Audit Brainstem.* 2018.
77. Hall JW. *New handbook of auditory evoked responses.* Pearson; 2007.
78. Uppunda AK, Bhat J, D'costa PE, Raj M, Kumar K. Binaural interaction component in speech evoked auditory brainstem responses. *J Int Adv Otol.* 2015;11(2):114–7.
79. Hodge SE, Menezes DC, Brown KD, Grose JH. Forward masking of the speech-evoked auditory brainstem response. *Otol & Neurotol Off Publ Am Otol Soc Am Neurotol Soc [and] Eur Acad Otol Neurotol.* 2018;39(2):150.
80. Bellier L, Veuillet E, Vesson J-F, Bouchet P, Caclin A, Thai-Van H. Speech auditory brainstem response through hearing aid stimulation. *Hear Res.* 2015;325:49–54.
81. Rocha-Muniz CN, Befi-Lopes DM, Schochat E. Investigation of auditory processing disorder and language impairment using the speech-evoked auditory brainstem response. *Hear Res.* 2012;294(1–2):143–52.
82. Mamo SK, Grose JH, Buss E. Speech-evoked ABR: Effects of age and simulated neural temporal jitter. *Hear Res.* 2016;333:201–9.
83. Fujihira H, Shiraishi K. Correlations between word intelligibility under reverberation and speech auditory brainstem responses in elderly listeners. *Clin Neurophysiol.* 2015;126(1):96–102.
84. Abrams DA, Nicol T, Zecker SG, Kraus N. Auditory brainstem timing

- predicts cerebral asymmetry for speech. *J Neurosci.* 2006;26(43):11131–7.
85. Hornickel J, Skoe E, Kraus N. Subcortical laterality of speech encoding. *Audiol Neurotol.* 2009;14(3):198–207.
 86. Krizman J, Skoe E, Kraus N. Stimulus rate and subcortical auditory processing of speech. *Audiol Neurotol.* 2010;15(5):332–42.
 87. Karawani H, Banai K. Speech-evoked brainstem responses in Arabic and Hebrew speakers. *Int J Audiol.* 2010;49(11):844–9.
 88. Elkabariti RH, Khalil LH, Husein R, Talaat HS. Speech evoked auditory brainstem response findings in children with epilepsy. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2014;78(8):1277–80.
 89. Sanju HK, Bohra V, Sinha SK. Speech evoked auditory brainstem response and gap detection threshold in middle-aged individual. *Eur Arch Oto-Rhino-Laryngology.* 2017;274(4):2041–8.
 90. Tahaei AA, Ashayeri H, Pournakht A, Kamali M. Speech evoked auditory brainstem response in stuttering. *Scientifica (Cairo).* 2014;2014.
 91. Johnson KL, Nicol T, Zecker SG, Bradlow AR, Skoe E, Kraus N. Brainstem encoding of voiced consonant--vowel stop syllables. *Clin Neurophysiol.* 2008;119(11):2623–35.
 92. Zakaria MN, Jalaei B, Aw CL, Sidek D. Are speech-evoked auditory brainstem response (speech-ABR) outcomes influenced by ethnicity? *Neurol Sci.* 2016;37(6):943–8.
 93. KIRBAÇ A. Konuşma Sesi Uyarısına İşitsel Beyinsapı Cevabı: Normatif Veri Çalışması. Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü; 2018.
 94. Ahadi M, Pournakht A, Jafari AH, Shirjian Z, Jafarpisheh AS. Gender disparity in subcortical encoding of binaurally presented speech stimuli: an auditory evoked potentials study. *Auris Nasus Larynx.* 2014;41(3):239–43.
 95. Mills JH, Schmiedt RA, Schulte BA, Dubno JR. Age-related hearing loss: A

loss of voltage, not hair cells. In: *Seminars in Hearing*. 2006. p. 228–36.

96. Moser T, Neef A, Khimich D. Mechanisms underlying the temporal precision of sound coding at the inner hair cell ribbon synapse. *J Physiol*. 2006;576(1):55–62.
97. Anderson S, Parbery-Clark A, Yi H-G, Kraus N. A neural basis of speech-in-noise perception in older adults. *Ear Hear*. 2011;32(6):750.
98. Knebel JF, Jeanvoine A, Guignard F, Vesin JM, Richard C. Differences in click and speech auditory brainstem responses and cortical response patterns: A pilot study. *J Neurol Neurophysiol*. 2018;9:463.



10. EKLER

Ek-1: Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu

..I./20..

BİLGİLENDİRİLMİŞ ONAM FORMU

LÜTFEN BU DÖKÜMANI DİKKATLİCE OKUMAK İÇİN ZAMAN AYIRINIZ

Sizi Medipol Üniversitesi Klinik Odyoloji Yüksek Lisans Bölümü öğrencisi İlayda Çelik tarafından yürütülen "Normal İşitmeye Sahip Yetişkinlerde Konuşma Sesi Uyarısına İşitsel Beyinsapı Yanıtlarının Yaş ve Cinsiyete Bağlı Karşılaştırılması" başlıklı **araştırmaya** davet ediyoruz. Bu araştırmaya katılıp katılmama kararını vermeden önce, araştırmanın neden ve nasıl yapılacağını bilmeniz gerekmektedir. Bu nedenle bu formun okunup anlaşılması büyük önem taşımaktadır. Eğer anlayamadığınız ve sizin için açık olmayan şeyler varsa, ya da daha fazla bilgi isterseniz bize sorunuz.

Bu çalışmaya katılmak tamamen **gönüllülük** esasına dayanmaktadır. Çalışmaya **katılmama** veya katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmadan **çıkma** hakkında sahibsiniz. Bu araştırma boyunca size yapılacak olan testler için sizden herhangi bir ücret talebinde bulunulmayacaktır. Bu durum sizin sosyal sigortanıza da yansıtılmayacaktır. **Bu formu okuyup onaylamanız, araştırmaya katılım için onam verdiğiniz** biçiminde yorumlanacaktır. Bu çalışmada elde edilecek bilgiler tamamen araştırma amacı ile kullanılacak olup **kişisel bilgileriniz gizli tutulacaktır**; ancak verileriniz yayın amacı ile kullanılabilir. Eğer araştırmanın amacı ile ilgili verilen bu bilgiler dışında şimdi veya sonra daha fazla bilgiye ihtiyaç duyarsanız araştırmacıya şimdi sorabilir veya **il@medipol.edu.tr** e-posta adresi ve **05469744868** numaralı telefondan ulaşabilirsiniz.

1. Araştırmayla İlgili Bilgiler:

- Araştırmanın Amacı: Amacımız, öncelikli olarak kapsamlı olarak işitme değerlendirmenizi yaparak işitme kaybına sahip olup olmadığınızı tespit etmektedir. Ardından normal işitmeye sahipseniz objektif (aktif katılımınız gerekmeyen) bir test metodu ile konuşma seslerini işleme yeteneğinizi değerlendirmektedir. Kulağınıza sesler gönderilecektir. Bu özel test esnasında uzanmanız, olabildiğince rahat olmanız ve mümkünse uyumanız beklenecektir. Aktif katılımınız istenmeyecektir. Böylece size uygulayacağımız bu test ile beyin sapı düzeyinde konuşma uyarısına yanıtlarınız değerlendirilecek ve işitme sisteminin beyne giden yolunda konuşmayı kodlama yeteneğinizi değerlendirilecektir.
- Araştırmanın İçeriği: Bu araştırmanın içeriği normal işitmeye sahip genç yetişkin ve orta yaşlı yetişkin bireylerin beyin sapı düzeyinde konuşmayı kodlama, işleme yeteneklerini incelemek ve yaş ve cinsiyetin etkilerini incelemektir. Ayrıca belirtilen gruplar için normal işitmeye sahip bireylerden normatif veri toplamakla alakalıdır. Test esnasında herhangi bir girişim olmayacaktır ve süreç zararsızdır. İlgili raporlar değerlendirme sonunda sizlere verilecektir.
- Araştırmanın Nedeni: Bilimsel araştırma **Tez çalışması**

2. Çalışmaya Katılım Onayı:

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

Katılımcının (Kendi el yazısı ile) (Velayet veya Vesayet Altında Bulunanlar için Veli veya Vasisinin kendi el yazısı ile); Adı Soyadı ve İmzası:

Araştırmacının Adı Soyadı ve İmzası:

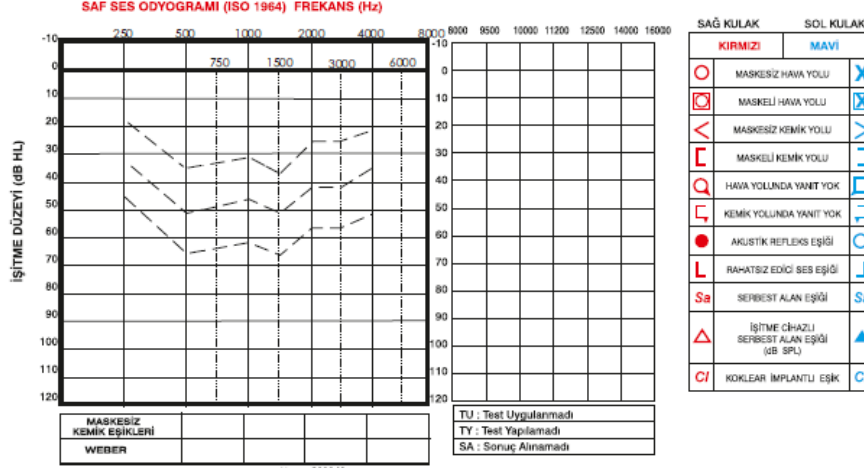
Ek-2: Katılımcı Kayıt Formu

KATILIMCI GENEL BİLGİLER KAYIT FORMU

İsim Soyisim:	
Doğum Tarihi:	
Test Tarihi:	
Anadil:	
Meslek:	
El dominansı:	
İşitme veya denge ile ilgili yakınma:	
Çınlama/ Uğultu/Dolgunluk şikayeti:	
Ailede işitme kaybı öyküsü:	
Tanı almış herhangi bir hastalık (şeker hastalığı, yüksek kolesterol, kalp damar hastalığı, yüksek tansiyon vb.):	
Sürekli kullanılan ilaç/ilaçlar:	
Ototoksisite durumu (antibiyotik, salisilat, diüretik, kemoterapi vb. alımı):	
Kulak ile alakalı operasyon öyküsü:	
Denge bozuklukları ile ilgili öykü:	
Otolojik hastalık öyküsü:	
Nörolojik hastalık öyküsü:	
Psikiyatrik hastalık öyküsü:	
Konuşmayı, anlama ve/veya üretmede problem:	
Öğrenme problemi:	
Önceki (varsa) odyolojik test sonuçları:	
EK NOTLAR:	

Ek-3: İstanbul Medipol Üniversitesi Odyoloji Bölümü İşitme Değerlendirme Formu

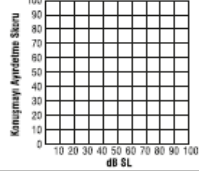
Soyadı, Adı : Dosya No : Tarih :/...../20...
 Doğum Yılı : Cinsiyeti : Gönderen :
 Tel : İş : Testi Yapan :
 Adres : Son Test Tarihi :/...../20...
 Odyometri Cihazı: AC



SAĞ KULAK	SOL KULAK
<input type="checkbox"/> KIRMIZI	<input type="checkbox"/> MAVİ
<input type="checkbox"/> MASKESİZ HAVA YOLU	<input type="checkbox"/> X
<input type="checkbox"/> MASKELİ HAVA YOLU	<input checked="" type="checkbox"/> X
<input type="checkbox"/> MASKESİZ KEMİK YOLU	<input type="checkbox"/> >
<input type="checkbox"/> MASKELİ KEMİK YOLU	<input type="checkbox"/> J
<input type="checkbox"/> HAVA YOLUNDA YANIT YOK	<input type="checkbox"/> J
<input type="checkbox"/> KEMİK YOLUNDA YANIT YOK	<input type="checkbox"/> J
<input type="checkbox"/> AKUSTİK REFLEKS EŞİĞİ	<input type="checkbox"/> O
<input type="checkbox"/> RAHATSIZ EDİCİ SES EŞİĞİ	<input type="checkbox"/> J
<input type="checkbox"/> SERBEST ALAN EŞİĞİ	<input type="checkbox"/> Sa
<input type="checkbox"/> İŞİTME ÇHAZLI SERBEST ALAN EŞİĞİ (dB SPL)	<input type="checkbox"/> ▲
<input type="checkbox"/> KOKLEAR İMPLANTLU EŞİK	<input type="checkbox"/> C/

	SAĞ	SOL	İKİ KULAK
Saf Ses Ortalaması, hava yolu			
Saf Ses Ortalaması, kemik yolu			
Konuşmayı Alma Eşiği			
Konuşmayı Ayırtılma Skoru			
En Rahat Ses Yüksekliği			
Rahatsız Edici Ses Yüksekliği			

PERFORMANS - ŞİDDET FONKSİYONU



AKUSTİK İMMİTANSMETRİ BULGULARI

TEST EDİLEN KULAK : SAĞ		TEST EDİLEN KULAK : SOL	
ORTA KULAK BASINCI			
KOMPLÜANS			
TİMPANOGRAM			
STAPES REFLEKSİ	4000 Hz 2000 Hz 1000 Hz 500 Hz	PARAMETRELER	500 Hz 1000 Hz 2000 Hz 4000 Hz
STAPES REFLEKSİ		PSİLATERAL	STAPES REFLEKSİ
STAPES REFLEKSİ		KONTRALATERAL	STAPES REFLEKSİ
SAĞ		VEZİCİ RECRUITMENT	SOL
		REFLEKSİ ERİMESİ	
Uyanımış Oto - Akustik Emisyon Bulguları	Sağ	Sol	Wave Rapra %
	6,8	1,6	2,4
	3,2	4,0	Tarih

YORUM ve ÖNERİLER

.....

.....

.....

.....

.....

Ek-4: Elektrofizyolojik Testler Kayıt Formu

...../...../.....

ELEKTROFİZYOLOJİK TESTLER KAYIT FORMU

1-ÖN KOŞUL TESTİ:

Montreal Bilişsel Değerlendirme Puanı:

(21 puan ve üstünde alınan puan normal olarak değerlendirilir.)

2-CLICK-ABR:

CLICK ABR				
Tanısal ABR (80 dB nHL)	I. Dalga Latansı:		I-III (ms):	
	III. Dalga Latansı:		III-V (ms):	
	V. Dalga Latansı:		I-V (ms):	
			Kulaklar arası V (ms):	
CLICK ABR				
	80 dB nHL	60 dB nHL	40 dB nHL	20 dB nHL
V. Dalga Latansı (ms)				
V. Dalga Amplitüd (μ V)				

SPEECH ABR UYGUNLUK DURUMU (EVET/HAYIR):

3-SPEECH ABR:

SPEECH ABR							
TEPE	V	A	C	D	E	F	O
Latans (ms)							
Amplitüd (μ V)							
SPEECH ABR							
SPEKTRAL TEPE	F0		F1		F2/HF		
Amplitüd (μ V)							

NOTLAR:

11. ETİK KURUL ONAYI



T.C.
İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı

Sayı : E-10840098-772.02-2612
Konu : Etik Kurulu Kararı

27/01/2021

Sayın İlayda ÇELİK

Üniversitemiz Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kuruluna yapmış olduğunuz “Normal İşitmeye Sahip Yetişkinlerde Konuşma Sesi Uyarısına İşitsel Beyinsapı Yanıtlarının Yaş ve Cinsiyete Bağlı Karşılaştırılması” isimli başvurunuz incelenmiş olup etik kurulu kararı ekte sunulmuştur.

Bilgilerinize rica ederim.

Dr. Öğr. Üyesi Mahmut TOKAÇ
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar
Etik Kurulu Başkanı

Ek:
-Karar Formu (2 sayfa)

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.
Evrakınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden 1F311352X7 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

Medipol Üniversitesi Kavacık Yerleşkesi (Ana Yerleşke Rektörlük)
Kavacık Mah. Ekinciler Cad. No: 19, Kavacık Kavşağı, 34810 Beykoz, İstanbul
T: 444 85 44 F: 0212 531 75 55
E-Posta: bilgi@medipol.edu.tr İnternet Adresi: www.medipol.edu.tr
Kep Adresi: medipoluniversitesi@hs03.kep.tr

Ayrıntılı Bilgi İçin: Bilge KAYA
Tel: 5107 E-Posta: medipol@medipol.edu.tr



İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ
GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR
ETİK KURULU KARAR FORMU

BAŞVURU BİLGİLERİ	ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Normal İşitmeye Sahip Yetişkinlerde Konuşma Sesi Uyarısına İşitsel Beyinsapı Yanıtlarının Yaş ve Cinsiyete Bağlı Karşılaştırılması			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	İlayda ÇELİK			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Odyolog ve Dil ve Konuşma Terapisti			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	İstanbul			
	DESTEKLEYİCİ	-			
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ <input checked="" type="checkbox"/>	ÇOK MERKEZLİ <input type="checkbox"/>	ULUSAL <input checked="" type="checkbox"/>	ULUSLARARASI <input type="checkbox"/>

İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ
GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR
ETİK KURULU KARAR FORMU

Değerlendirilen Belgeler	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili		
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ/PLANI			Türkçe <input type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
	OLGU RAPOR FORMU			Türkçe <input type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU			Türkçe <input type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
Karar Bilgileri	Karar No:74	Tarih: 21/01/2021				
	Yukarıda bilgileri verilen Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve araştırmanın etik ve bilimsel yönden uygun olduğuna “ oybirliği ” ile karar verilmiştir.					

İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU	
BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI	Dr. Öğr. Üyesi Mahmut TOKAÇ

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet		Araştırma ile ilişki		Katılım *		İmza
Dr. Öğr. Üyesi Mahmut TOKAÇ	Tıp Tarihi ve Etik	İstanbul Medipol Üniversitesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	Uygundur
Prof. Dr. Mete ÜNGÖR	Endodonti	İstanbul Medipol Üniversitesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	Uygundur
Doç. Dr. Mehmet Kemal ÖZDEMİR	Elektrik ve Elektronik	İstanbul Medipol Üniversitesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	Uygundur
Doç. Dr. İlknur KESKİN	Histoloji ve Embriyoloji	İstanbul Medipol Üniversitesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	Uygundur
Doç. Dr. Devrim TARAKCI	Fizyoterapi ve Rehabilitasyon	İstanbul Medipol Üniversitesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	Uygundur
Dr. Öğr. Üyesi Neziha HACIHASANOĞLU ÇAKMAK	Biyokimya	İstanbul Medipol Üniversitesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	Uygundur
Dr. Öğr. Üyesi Neriman İpek KIRMIZI	Tıbbi Farmakoloji	İstanbul Medipol Üniversitesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	Uygundur

* :Toplantıda Bulunma

COVID-19 (Pandemi) nedeniyle etik kurulumuz sanal olarak toplanmış olup kurul üyelerimizden uygunluk kararı sanal ortamda alınmıştır. Araştırmacı tarafından talep edilirse, COVID-19 (Pandemi) sonrası ıslak imzalı karar formu ayrıca hazırlanabilir.

Girişimsel Olmayan Etik Kurulu Sekreteri
Bilge KAYA