



**KTO KARATAY ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
ODYOLOJİ ANABİLİM DALI
TEZLİ YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**İŞİTMESİ NORMAL OLAN BİREYLERDE CHİRP UYARAN
KULLANILARAK YAPILAN POLARİTE DEĞİŞİKLİKLERİNİN İŞİTSEL
BEYİN SAPI CEVAPLARININ (ABR) LATANS VE DALGALAR ARASI
LATANS DEĞERLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

Dilek SÖYLER

Yüksek Lisans Tezi

**KONYA
Aralık 2022**

İŞİTMEİ NORMAL OLAN BİREYLERDE CHİRP UYARAN KULLANILARAK
YAPILAN POLARİTE DEĞİŞİKLİKLERİNİN İŞİTSEL BEYİN SAPI
CEVAPLARININ (ABR) LATANS VE DALGALAR ARASI LATANS DEĞERLERİ
ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Dilek SÖYLER

KTO Karatay Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Odyoloji Anabilim Dalı
Tezli Yüksek Lisans Programı

Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi İclal ŞAN

Konya
Aralık 2022

BİLDİRİM

Enstitü tarafından onaylanan Yüksek Lisans tezimin tamamını veya herhangi bir kısmını basılı veya dijital biçimde arşivleme ve aşağıda belirtilen koşullar dahilinde erişime açma iznini KTO Karatay Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle, Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak ve gelecekteki çalışmalar (makale, kitap, lisans, patent vb.) için tezimin tamamının veya bir bölümünün kullanım hakları yalnızca bana ait olacaktır.

Tezimin bütünüyle kendi çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izinle kullanılması zorunlu olan kaynakları, yazılı izin alarak kullandığımı ve istenildiğinde izinlerin suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayımlanan “Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge” kapsamında, tezim, aşağıda belirtilen koşullar haricince, YÖK Ulusal Tez Merkezi ve KTO Karatay Üniversitesi Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

☐ Enstitü / Fakülte Yönetim Kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 2 yıl ertelenmiştir.¹

☐ Enstitü / Fakülte Yönetim Kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren ... ay ertelenmiştir.²

☐ Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir.³⁴

29 Aralık 2022

Dilek SÖYLER

¹ MADDE 6(1) Lisansüstü tezle ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.

² MADDE 6(2) Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internetten paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç imkanı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.

³ MADDE 7(1) Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, tezin yapıldığı kurum tarafından verilir. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, ilgili kurum ve kuruluşun önerisi ile enstitü veya fakültenin uygun görüşü üzerine üniversite yönetim kurulu tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.

⁴ MADDE 7(2) Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir.

ETİK BEYAN

KTO Karatay Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Hazırlama ve Yazım Kurallarına uygun olarak Dr. Öğr. Üyesi İclal ŞAN danışmanlığında tarafımdan üretilen bu tez çalışmasında; sunduğum tüm veri, enformasyon, bilgi ve belgeleri bilimsel etik kuralları çerçevesinde elde ettiğimi, tüm değerlendirme, analiz, bulgu ve sonuçları bilimsel usullere uygun olarak sunduğumu, tez çalışmasında yararlandığım kaynakların tümüne bilimsel normlara uygun biçimde atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, tezimin kaynak gösterilen durumlar dışında özgün olduğunu bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

29 Aralık 2022

Dilek SÖYLER

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca ve tezimin her aşamasında tecrübeleri ve bilgileri ile bana yol gösteren, samimiyeti ve içtenliği ile her koşulda daha iyi olması için çabalayan değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi İclal ŞAN'a,

Tez jürisine katılmayı kabul ederek, tezime katkılarını sunan değerli hocalarım Prof. Dr. Mehmet Suat ÖZBİLEN ve Doç. Dr. Meral Didem TÜRKYILMAZ'a,

Bu süreçte beni yalnız bırakmayıp bana olan inancıyla her zaman sağladığı destek, motivasyon ve anlayış ile beni cesaretlendirdiği için Görkem KURŞUN'a,

Akademik ve klinik bilgi birikimleriyle bana yol gösteren, her alanda birbirimize destek olduğumuz ve olmaya devam edeceğimizi de bildiğim sevgili meslektaşlarım Arş. Gör. Hatice KAVRUK ve Arş. Gör. Ayşenur AYKUL'a,

Benim için her türlü fedakârlıkta bulunup bugünlere gelebilmemi sağlayan ve varlıklarıyla bana güç veren annem Ayşe SÖYLER ve babam Adnan SÖYLER'e,

Veri toplama sürecime yardımcı olan ve çalışmaya gönüllü olarak katılan tüm katılımcılara sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

29 Aralık 2022

Dilek SÖYLER

ÖZET

Dilek SÖYLER

İşitmesi Normal Olan Bireylerde Chirp Uyaran Kullanılarak Yapılan Polarite
Değişikliklerinin İşitsel Beyin Sapı Cevaplarının (ABR) Latans ve Dalgalar Arası
Latans Değerleri Üzerindeki Etkilerinin Karşılaştırılması

Yüksek Lisans Tezi

Konya, 2022

İşitsel beyin sapı cevapları (ABR) objektif bir değerlendirme testidir. Ancak, cevaplar birçok faktörden etkilenmektedir. Bu çalışmanın amacı; ABR uyaran faktörlerinden uyaran polaritelerinin dalga latansları ve dalgalar arası latans değerleri üzerindeki etkilerini karşılaştırmaktır. ABR testi 90, 70, 50 ve 30 dBnHL’de üç farklı polarite ve chirp uyaran kullanılarak işitmesi normal 30 bireyle gerçekleştirilmiştir. Çalışma bulgularında, 90 dBnHL’de sağ kulakta I. III. V. ve sol kulakta I. ve V. dalga latansları ve polariteler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0.05$). Anlamlı farkın; sağ kulakta I. dalga latanslarında condensation-alternating, III. ve V. dalga latanslarında rarefaction-condensation polariteler, sol kulakta I. dalga latanslarında condensation-alternating ve rarefaction-condensation, V. dalga latanslarında rarefaction-condensation polariteler arasında olduğu görülmüştür. Sol kulakta III. dalga latansı ve polariteler arasında ise anlamlı fark bulunmamıştır ($p>0.05$). Her iki kulak için 70 dBnHL’de dalga latansları ve polariteler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p>0.05$). 50 dBnHL’de sağ kulakta ve 30 dBnHL’de sol kulakta V. dalga latansları ve polariteler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0.05$). Bu sonucun, rarefaction-condensation polariteler arasında olduğu, rarefaction polaritede dalga latanslarının daha kısa condensation polaritede daha uzun elde edildiği görülmüştür. Her iki kulağın dalgalar arası latans değerleri ve polariteler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p>0.05$). Çalışma sonuçları, uyaran polaritelerinin ABR dalgalarında farklılıklara neden olduğunu göstermiştir. Elde edilen bulguların doğrulanması ve uyaran polariteleri hakkında fikir birliğinin oluşturulması için daha fazla çalışma yapılması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler

ABR, polarite, latans, dalgalar arası latans, chirp uyaran

ABSTRACT

Dilek SÖYLER

Comparison of the Effects of Polarity Changes Using Chirp Stimulus on Auditory Brainstem Responses (ABR) Latency and Interwave Latency Values in Individuals with Normal Hearing
Master's Thesis
Konya, 2022

Auditory brainstem responses (ABR) is an objective assessment test. However, the answers are influenced by many factors. The aim of this study; to compare the effects of stimulus polarities from ABR stimulus factors on wave latency and interwave latency values. The ABR test was performed with 30 individuals with normal hearing using three different polarities and chirp stimuli at 90, 70, 50 and 30 dBnHL. In the study findings, 90 dBnHL I. III. and V. waves in the right ear and I. and V. waves statistically significant difference was found between latencies and polarities ($p<0.05$). Significant difference was found; condensation-alternating in I. wave latencies in the right ear, III. and rarefaction-condensation polarities in the V. wave latencies, condensation-alternating and rarefaction-condensation in the I. wave latencies in the left ear, and rarefaction-condensation polarities in the V. wave latencies. There was no significant difference between III. wave latency and polarities in the left ear ($p>0.05$). There was no statistically significant difference between wave latencies and polarities at 70 dBnHL for both ears ($p>0.05$). A statistically significant difference was found between V. wave latencies and polarities in the right ear at 50 dBnHL and in the left ear at 30 dBnHL ($p<0.05$). It was observed that this result is between rarefaction-condensation polarities, and wave latencies in rarefaction polarity are shorter in condensation polarity and longer in condensation polarity. There was no statistically significant difference between the latency values between waves and polarities of both ears ($p>0.05$). Study results showed that stimulus polarities cause differences in ABR waves. Further studies are recommended to confirm the findings and to establish a consensus on stimulus polarities.

Keywords

ABR, polarity, latency, interwave latency, chirp stimulus

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	i
BİLDİRİM.....	ii
ETİK BEYAN	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
TABLolar DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
SİMGELER DİZİNİ.....	xi
KISALTMALAR DİZİNİ.....	xii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Uyarılmış Potansiyeller	4
2.2. Uyarılmış Potansiyellerin Sınıflandırılması	4
2.3. İşitsel Uyarılmış Potansiyeller	5
2.4. İşitsel Uyarılmış Potansiyellerin Sınıflandırılması	5
2.5. İşitsel Beyin Sapı Cevapları (ABR)	7
2.5.1. ABR'nin Tarihçesi	7
2.5.2. ABR'nin Genel Tanımı	7
2.5.3. ABR'nin Nöral Kaynakları	9
2.5.4. ABR'nin Klinik Kullanım Alanları	9
2.6. ABR Ölçümünde Kullanılan Test Parametreleri	10
2.6.1. İşitme Eşik Tahmininde Kullanılan Uyarın ve Kayıt Parametreleri	10
2.6.2. Nörodiagnostik Tanılamada Kullanılan Uyarın ve Kayıt Parametreleri	11
2.7. ABR'nin Değerlendirilmesi	12
2.7.1. Mutlak Latans	12
2.7.2. Amplitüd ve I-V Amplitüd Oranı	13
2.7.3. Dalgalar Arası Latans	13
2.7.4. Dalga Morfolojisi ve Tekrarlanabilirliği	13
2.8. ABR'nin Analizi ve Yorumlanması	14
2.9. ABR Ölçümünü Etkileyen Faktörler	16

2.9.1. ABR'yi Etkileyen Uyaran Parametreleri	16
3. GEREÇ VE YÖNTEM	27
3.1. Bireyler	27
3.1.1. Bireylerin Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri	27
3.1.2. Bireylerin Çalışmaya Dahil Edilmeme Kriterleri	27
3.2. Kullanılan Testler ve Protokolleri	28
3.2.1. Otoskopik Muayene Değerlendirmesi	28
3.2.2. Saf Ses Odyometri Değerlendirmesi	28
3.2.3. İmmitansmetrik Değerlendirme	28
3.2.4. ABR Değerlendirmesi	29
3.3. Değerlendirmelerde Kullanılan Cihazlar	30
3.4. İstatistik Analiz	32
4. BULGULAR	34
4.1. Bireylerin Saf Ses Hava ve Kemik Yolu İşitme Eşik Bulguları	34
4.2. Bireylerin Timpanometrik Değerlendirme Bulguları	35
4.3. Bireylerin Akustik Refleks Bulguları	36
4.4. ABR Latans Bulguları	36
4.4.1. 90 dBnHL Şiddet Seviyesinde Dalga Latans Bulguları	37
4.4.2. 70 dBnHL Şiddet Seviyesinde Dalga Latans Bulguları	38
4.4.3. 50 dBnHL Şiddet Seviyesinde Dalga Latans Bulguları	40
4.4.4. 30 dBnHL Şiddet Seviyesinde Dalga Latans Bulguları	41
4.5. Sağ ve Sol Kulak İçin Çoklu Karşılaştırmalar	42
4.6. ABR Dalgalar Arası Latans Bulguları	43
4.6.1. 90 dBnHL Şiddet Seviyesinde ABR Dalgalar Arası Latans Bulguları	43
4.6.2. 70 dBnHL Şiddet Seviyesinde ABR Dalgalar Arası Latans Bulguları	44
5. TARTIŞMA	46
6. SONUÇ	55
KAYNAKLAR	58
ÖZGEÇMİŞ	65
EK 1. BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ ONAM FORMU	66
EK 2. HASTA BİLGİ FORMU	68
ETİK KURUL İZİNİ	70

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1. İşitsel uyarılmış potansiyellerin sınıflandırılması	6
Tablo 2. İşitme eşik tahmininde kullanılan uyaran parametreleri	10
Tablo 3. İşitme eşik tahmininde kullanılan kayıt parametreleri	11
Tablo 4. Nörodiagnostik tanılamada kullanılan uyaran parametreleri	11
Tablo 5. Nörodiagnostik tanılamada kullanılan kayıt parametreleri	12
Tablo 6. Farklı ABR bulgularındaki anormalliklerin yorumlanması	15
Tablo 7. ABR'yi etkileyen faktörler	16
Tablo 8. Tez çalışmasında kullanılan ABR uyaran parametreleri	30
Tablo 9. Tez çalışmasında kullanılan ABR kayıt parametreleri	30
Tablo 10. Bireylerin yaş ve cinsiyete göre dağılımı	34
Tablo 11. Bireylerin sağ ve sol kulak saf ses hava yolu işitme eşik ortalamalarının frekanslara göre dağılımı	35
Tablo 12. Bireylerin sağ ve sol kulak saf ses kemik yolu işitme eşik ortalamalarının frekanslara göre dağılımı	35
Tablo 13. Bireylerin sağ ve sol kulak timpanometrik test sonuçları	36
Tablo 14. Bireylerin sağ ve sol kulak akustik refleks sonuçları	36
Tablo 15. Bireylerin 90 dBnHL'de sağ ve sol kulak ABR I. dalga latans değerleri	37
Tablo 16. Bireylerin 90 dBnHL'de sağ ve sol kulak ABR III. dalga latans değerleri	38
Tablo 17. Bireylerin 90 dBnHL'de sağ ve sol kulak ABR V. dalga latans değerleri	38
Tablo 18. Bireylerin 70 dBnHL'de sağ ve sol kulak ABR I. dalga latans değerleri	39
Tablo 19. Bireylerin 70 dBnHL'de sağ ve sol kulak ABR III. dalga latans değerleri	40
Tablo 20. Bireylerin 70 dBnHL'de sağ ve sol kulak ABR V. dalga latans değerleri	40
Tablo 21. Bireylerin 50 dBnHL'de sağ ve sol kulak ABR V. dalga latans değerleri	41
Tablo 22. Bireylerin 30 dBnHL'de sağ ve sol kulak ABR V. dalga latans değerleri	42
Tablo 23. Bireylerin sağ kulak çoklu karşılaştırma bulguları	42
Tablo 24. Bireylerin sol kulak çoklu karşılaştırma bulguları	43
Tablo 25. Bireylerin 90 dBnHL'de ABR dalgalar arası latans değerleri	43
Tablo 26. Bireylerin 70 dBnHL'de ABR dalgalar arası latans değerleri	45

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. İşitsel uyarılmış potansiyeller ölçümü için blok diyagram	5
Şekil 2. İşitsel uyarılmış potansiyellerin sınıflandırılması	6
Şekil 3. ABR dalgalarının nöral maturasyon süreci	8
Şekil 4. ABR'nin nöral kaynakları	9
Şekil 5. ABR değerlendirilmesinde kullanılan parametreler	12
Şekil 6. 80, 60, 40 ve 20 dB'de kaydedilen normal ABR dalgaları	14
Şekil 7. 80 dBnHL'de ABR dalgalarının tekrarlanabilirliği	14
Şekil 8. Chirp uyaran	18
Şekil 9. Chirp oktav band (sol) ve tone burst uyaranın (sağ) karşılaştırılması	19
Şekil 10. Kokleanın tonotopik organizasyonu	19
Şekil 11. Farklı şiddet seviyelerinde tone burst ABR V. dalga latansları	20
Şekil 12. Uyaran şiddeti ve ABR dalga latansları arasındaki ilişki	21
Şekil 13. Cochlear mikrofonic cevaplar	23
Şekil 14. Video otoskop cihazı	30
Şekil 15. Klinik odyometre cihazı	31
Şekil 16. Supra-aural kulaklık	31
Şekil 17. Kemik yolu vibratör	31
Şekil 18. Titan klinik ve diagnostik geniş bant timpanometre cihazı	32
Şekil 19. ABR cihazı	32

SİMGELER DİZİNİ

Simge	Açıklama
μV	Mikrovolt
%	Yüzde
f	Uyaran frekansı
T	Uyaranın tek bir devri tamamlama süresi
$\pm$	Artı veya eksi
$\leq$	Küçük eşittir
$\geq$	Büyük eşittir
$<$	Küçüktür
$>$	Büyüktür
&	Ve

KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltma	Açıklama
ABR	İşitsel beyin sapı cevapları
AP	Aksiyon potansiyeli
CM	Cochlear mikrofoniğerler
daPa	DekaPascal
dB	Desibel
dBHL	Desibel hearing level
dBnHL	Desibel normal hearing level
dB SPL	Desibel sound pressure level
EEG	Elektroensefalografi
Fpz	Fronto-pariental zone
Fz	Frontal zone
Hz	Hertz
İUP	İşitsel uyarılmış potansiyeller
kHZ	Kilohertz
LS	Level spesifik
Max	Maximum
Min	Minimum
ml	Mililitre
mmho	Millimho
ms	Milisaniye
Ort	Ortalama
S/G	Sinyal gürültü oranı
sn	Saniye
SP	Sumasyon potansiyeli
ss	Standart sapma
vb.	ve benzeri
vd.,	ve diğerleri

1. GİRİŞ

Uyarılmış potansiyeller, dışarıdan verilen uyaran sonucunda sinir sisteminin meydana getirdiği elektriksel cevaplardır. Uyarılmış potansiyeller; işitsel uyarılmış potansiyeller, somatosensör uyarılmış potansiyeller ve görsel uyarılmış potansiyeller olarak üçe ayrılır (Oliveira vd., 2018; Paulraj vd., 2015).

İşitsel uyarılmış potansiyeller, dışarıdan verilen akustik uyaran ile işitme sinir sistemi içerisinde oluşturulan nöral aktivitedir (Hall, 2015; Wang ve Jiang, 2018). İşitsel beyin sapı cevapları (Auditory Brainstem Response [ABR]), klinik araştırma ve uygulamalarda testin noninvaziv olması ve cevapların kolay kaydedilmesi nedeniyle en yaygın kullanılan işitsel uyarılmış potansiyeldir (Bess ve Humes, 2008; Spitzer vd., 2015). ABR, 5-7 vertex-pozitif dalgadan oluşur (Lecoq vd., 2015; Rosa vd., 2014; Sharma vd., 2016). Dalgaların oluşumuna katkı sağlayan anatomik nöral kaynaklar VIII. kranial sinirden itibaren santral işitsel sinir sistemi boyunca yukarıya doğru çıkan afferent işitsel yollardır (Esteves vd., 2009; Møller 2006;).

ABR testinde klik, chirp ve tone burst uyaranlar başta olmak üzere çeşitli uyaran tipleri kullanılmaktadır. Bu uyaranların frekansa özgünlüğü değişkendir. Frekans içeriği bakımından uyaranların hangi amaçla kullanılacağı ABR'nin klinik kullanım amacına göre farklılık gösterir (Jalaei vd., 2019; Jiang vd., 2021). ABR, yenidoğan işitme taramalarında, standart odyolojik testlerin yapılmasının mümkün olmadığı bireylerin işitme eşik tahmininde ve koklear-retrokoklear patolojilerin ayırıcı tanısında kullanılmaktadır (Lohr, 2012; Stone vd., 2019). Tone burst gibi frekansa özgü uyaranlar işitme eşik tahmininde kullanılırken, klik ve chirp gibi geniş bant uyaranlar nöral senkronizasyonu tetiklediği ve geniş bir frekans bölgesinden cevap oluşumunu sağladığı için nörodiagnostik tanılamada kullanılır (Roeser vd., 2007).

Nörodiagnostik tanılamada kullanılan en önemli ABR dalgaları I, III ve V. dalgalarıdır. Tanılamada bu dalgaların mutlak latansları, dalgalar arası latans değerleri, morfolojileri ve amplitüd değerleri kullanılır. Ancak, bu değerler birçok uyaran, kayıt ve bireysel faktörlerden etkilenmektedir. Yapılan çalışmalar sonucu, bu faktörlerin ABR dalgalarının latans, dalgalar arası latans, morfoloji ve amplitüd değerlerini etkilediği görülmüştür (Bocskai vd., 2013; Ching vd., 2014; Miron vd., 2016; Polonenko ve Maddox, 2019). Bu çalışmada, ABR testini etkileyen parametrelerden birisi olan uyaran faktörlerinden

uyaran polaritelerinin ABR dalga latans ve dalgalar arası latans değerleri üzerine etkileri incelenmiştir.

Polarite, akustik uyarının verildiği fazdır ve uyarının ilk aşamasını ifade eder (Jiang vd., 2021). ABR’de condensation, rarefaction ve alternating olmak üzere üç farklı uyarın polaritesi kullanılmaktadır. Test sırasında kullanılacak polarite click ve chirp gibi geniş bant uyarılarda büyük öneme sahiptir ve cevap oluşumunu doğrudan etkiler (Eggermont, 2019; Kumar vd., 2013). ABR testinin analiz edilmesinin ve yorumlanmasının belirli bir standardı bulunmamaktadır. Bu nedenle, kullanılan parametrelerin oluşacak cevaplar üzerinde nasıl bir etki oluşturduğunun bilinmesi ve klinikte kullanılacak standartların buna göre oluşturulması oldukça önemlidir.

Literatürde, ABR cevaplarını etkileyen uyarın faktörlerinden uyarın tipi, rate’i, şiddeti, frekansı ve patolojik olmayan bireysel faktörlerden yaş, cinsiyet, anestezi, uyku ve bilinç durumunun ABR cevapları üzerine etkileri incelenmiştir. Ancak, uyarın polaritelerinin cevaplar üzerinde nasıl bir etki oluşturduğuna ilişkin literatür taramasında chirp ve click uyarın kullanılarak yapılmış birkaç çalışmaya ulaşılmıştır. Bu çalışmalarda da çoğunlukla click uyarın kullanıldığı görülmüştür. Chirp uyarın kullanılarak yapılan çalışmamız alanında özgün değere sahiptir.

Çalışmada kullanılacak yöntemin ana hatları; çalışmaya katılacak bireylerin işitmesinin normal olduğunu doğrulamak amacıyla saf ses odyometri, timpanometri ve akustik refleks ölçümü yapılarak işitmesinin normal olduğu belirlenen bireylere ABR testi 90, 70, 50 ve 30 dBnHL şiddet seviyelerinde alternating, condensation ve rarefaction polariteler kullanılarak uygulanmıştır.

Tez çalışması sonucunda bilime katkı bakımından, chirp uyarın kullanılarak yapılan polarite değişikliklerinin ABR cevaplarının latans ve dalgalar arası latans değerleri üzerine nasıl bir etki oluşturduğu belirlenmiş ve nörodiagnostik tanılama yapılırken bu değişiklikler göz önüne alınarak yorumlama yapılması sağlanacaktır.

Bu bilgilerden hareketle çalışmamızın amacı, işitmesi normal olan bireylerde chirp uyarın kullanılarak yapılan polarite değişikliklerinin ABR latans ve dalgalar arası latans değerleri üzerine etkilerini karşılaştırmalı olarak incelemektir.

Araştırma sorusu: Chirp uyaran kullanılarak yapılan ABR ölçümlerinde uyaran polariteleri dalgaların latans ve dalgalar arası latans değerlerinde farklılık oluşturmaktadır mıdır?

Çalışmanın hipotezleri aşağıda verilmiştir.

H0 hipotezi: Chirp ABR ölçümlerinde kullanılan uyaran polariteleri ve oluşan cevapların latansları arasında fark yoktur.

H1 hipotezi: Chirp ABR ölçümlerinde kullanılan uyaran polariteleri ve oluşan cevapların latansları arasında fark vardır.

H0 hipotezi: Chirp ABR ölçümlerinde kullanılan uyaran polariteleri ve oluşan cevapların dalgalar arası latansları arasında fark yoktur.

H2 hipotezi: Chirp ABR ölçümlerinde kullanılan uyaran polariteleri ve oluşan cevapların dalgalar arası latansları arasında fark vardır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Uyarılmış Potansiyeller

Beyinde gerçekleşen elektriksel aktiviteler ilk olarak Caton'un 1875 yılında tavşanlar ve maymunlar üzerinde yaptığı deneyler sonucunda ortaya çıkmıştır (Caton, 1875). Caton'un çalışmalarından sonra 1929 yılında Hano Berger insan beyninde gerçekleşen elektriksel aktiveleri gösteren çalışmalar yapmıştır. 1930 yılında Bray ve Wawer'in kediler üzerinde yapmış olduğu çalışmada işitsel potansiyellerin ve koklear mikrofonic cevapların varlığı tespit edilmiştir (Wever ve Bray, 1930). 1960-1970 yılları arasında Davis vd. kortikal potansiyeller üzerinde çalışmalar yapmış ve bu çalışmalar sonucunda ilk kez 1967 yılında Sohmer ve Feinmesser tarafından uyarılmış potansiyeller tanımlanmıştır (Davis ve Hirsh, 1979).

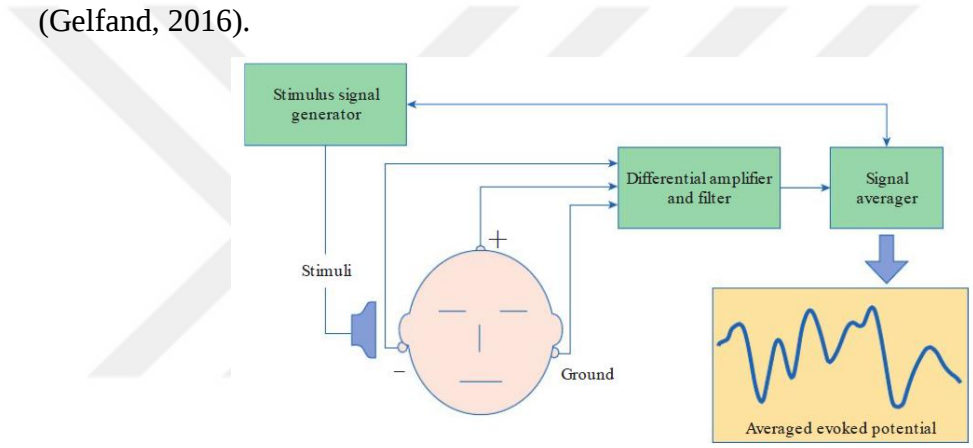
Uyarılmış potansiyeller, ses, ışık, tat, elektrik veya koku gibi çeşitli duyuşal ve motor dış uyaranlar kullanılarak sinir sisteminde oluşan elektriksel aktivitelerdir (Oliveira vd., 2018). Bu aktiviteler uyaran verildikten birkaç ile birkaç yüz ms arasında 1-20 mikrovolt (μA) amplitüdümlü polifazik dalgalardan oluşur (Husain, 2010). Bu dalgaların kaynağını afferent yollar tarafından üretilen aksiyon potansiyellerin bu yollar üzerindeki elektrik alanlarında oluşan sinaptik deşarj aktiviteleri veya post-sinaptik potansiyellerin toplamı oluşturmaktadır (Bhattacharya vd., 2018).

2.2. Uyarılmış Potansiyellerin Sınıflandırılması

Klinik çalışmalarda görsel, somatosensöriyel ve işitsel olmak üzere üç ana uyarılmış potansiyel kullanılmaktadır. Bu potansiyelleri elde etmek için kullanılan uyaran türleri uyarılmış potansiyelin türüne bağlıdır (Paulraj vd., 2015). Görsel uyarılmış potansiyeller flaş veya desenli uyaran, işitsel uyarılmış potansiyeller akustik uyaran, somatosensöriyel uyarılmış potansiyeller periferik sinirlerin elektriksel uyarılması ile elde edilir (Husain, 2010). Elde edilen uyarılmış potansiyeller; bir duyuşal sistemin subklinik tutulumunu ortaya çıkarmada, bir hastalık sürecinin patofizyolojisi hakkında fikir vermede, hastaların nörolojik durumlarındaki değişiklikleri izlemeye yardımcı olmada, sadece nörolojik bozuklukların tanısında değil nörolojik ve ortopedik ameliyatlarda ve çeşitli ameliyat türleri sırasında nörolojik bozulmayı önlemek amacıyla görüntüleme aracı olarak kullanılmaktadır (Lee vd., 2018; Walsh vd., 2005).

2.3. İşitsel Uyarılmış Potansiyeller

İşitsel uyarılmış potansiyeller (İUP), dışarıdan verilen akustik uyarı sonucu işitme sinir sistemi içerisinde oluşan elektriksel aktivitedir (Picton vd., 2003; Soares vd., 2010). Akustik uyarı, işitme sinir sisteminde aktivasyona sebep olur ve işitsel sinirdeki nöroelektrik enerjide değişiklikler meydana gelir. Nöronlar senkronize olarak ateşlenir ve nöronal aktivite akustik uyarının kaynağına ve frekansına bağlı olarak artar veya azalır (Jager, 2018). Nöronal aktivitedeki bu değişiklik kafatasına yerleştirilen elektrotlar aracılığıyla ölçülür. Akustik uyarı verildikten belirli bir zaman sonra oluşan pozitif ve negatif dalga formları şeklinde kaydedilir (Hall, 2007). Şekil 1’de yer alan blok diyagramda İUP’lerin kaydedilmesinde yer alan tipik bir düzenleme gösterilmektedir (Gelfand, 2016).

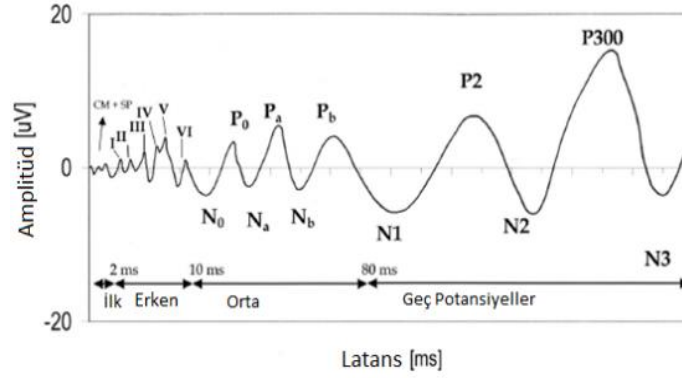


Şekil 1. İşitsel uyarılmış potansiyeller ölçümü için blok diyagram

Kaynak: Gelfand (2016)

2.4. İşitsel Uyarılmış Potansiyellerin Sınıflandırılması

İUP’ler ilk kez 1976 yılında Hallowell Davis tarafından sınıflandırılmıştır. İlk sınıflandırma uyarının verilmeye başlandığı andan ilgili tepe noktası oluşuncaya kadar geçen zamana göre yapılmıştır (Hall, 1992). Bu sınıflandırmaya göre İUP’ler, Şekil 2’de belirtildiği gibi ilk, erken, orta ve geç potansiyeller olarak sınıflandırılmıştır (Arnold, 2000; Bess ve Humes, 2008; Beynon, 2005).



Şekil 2. İşitsel uyarılmış potansiyellerin sınıflandırılması

Kaynak: Beynon (2005)

İUP'ler farklı şekillerde de sınıflandırılabilir. Ancak, günümüzde en çok cevapların ortaya çıkış sürelerine (latans) göre yapılan sınıflandırma kullanılmaktadır (Tablo 1). Latansa göre yapılan sınıflandırmada, uyarı verildikten sonra ilk 2 ms içerisinde oluşan cevaplara elektrokokleagrafi cevapları, 2-12 ms içerisinde oluşan cevaplara işitsel beyin sapı cevapları, 10-80 ms içerisinde oluşan cevaplara orta latans cevaplar, 100-500 ms arasında oluşan cevaplara ise geç latans cevaplar denilmektedir (Dun vd., 2012; McFadden vd., 2021).

Tablo 1. İşitsel uyarılmış potansiyellerin sınıflandırılması

İşitsel uyarılmış potansiyeller	Ortaya çıkış süresi	İşitsel uyarılmış potansiyel türü	Cevap komponentleri
İlk oluşan cevaplar	0-5 ms	Elektrokokleagrafi	CM-SP-AP
Erken oluşan cevaplar	2-12 ms	İşitsel beyin sapı cevapları	I-VII. dalgalar
Orta latans cevaplar	10-80 ms	Orta latans cevaplar	Na-Pa-Nb-Pb
Yavaş oluşan cevaplar	100-500 ms	Geç latans cevaplar	P1-N1-P2-N2
Geç oluşan cevaplar	2000-10000 ms	Mismatch negativity ve P300	

Kaynak: Jager (2018)

İUP'lerin en büyük avantajı birçoğunun noninvaziv olmasıdır. Bu nedenle, günümüzde klinik uygulamalarda birçok alanda kullanılmaktadır (Jager, 2018; Stone vd., 2019). İlk

ve erken oluşan cevaplar; koklea, işitme siniri ve beyin sapı bölgesindeki işitsel yolların bütünlüğünü değerlendirmek için, orta latans cevaplar; talamus, primer ve sekonder işitsel korteks fonksiyonlarını ölçmek için, yavaş ve geç oluşan cevaplar; primer işitsel korteks, sekonder işitsel korteks ve onlarla ilişkili fonksiyonel beyin aktivitelerini değerlendirmek ve yaygın aksonal hasar nedeniyle bilgi işlemlerindeki değişiklikleri kaydetmek amacıyla kullanılmaktadır (Gaetz ve Bernstein, 2001; Washnik vd., 2019).

2.5. İşitsel Beyin Sapı Cevapları (ABR)

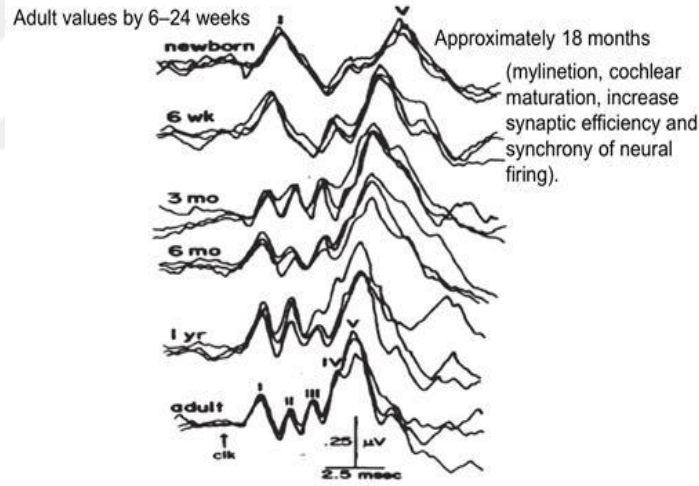
2.5.1. ABR'nin Tarihçesi

1967 yılında Sohmer ve Feinmesser “İnsanlarda dış kulak yolundan kaydedilen cochlear aksiyon potansiyeli” adlı çalışmalarında ABR dalga formlarına benzer dalgalar elde etmişlerdir. Bu çalışmanın ardından ABR ilk kez 1971 yılında Jewett ve Williston tarafından tanımlanmıştır (Hall 2015). Jewett ve Williston ABR'nin temel özelliklerini tanımlayarak ABR dalga formlarını roma rakamları kullanarak I'den VII'ye kadar sınıflandırmışlardır (Farouk, 2019; Hall 2015). ABR tanımlaması yapıldıktan sonra ilerleyen süreçlerde çalışmalar hız kazanmış ve bu çalışmalardan elde edilen sonuçlar makale olarak yayınlanmıştır. Starr ve Ancor (1975) ABR'nin beyin sapı nörolojik lezyonlarında olası tanısal kullanımı hakkında makale yayınlarak nörolojik lezyonu olan hastalarda anormal ABR dalga formlarını tanımlamışlardır. Robinson ve Rudge (1975) 30 multiple skleroz hastasının ABR bulgularını incelemişler ve 30 hastanın 22'sinde anormal ABR bulguları olduğunu bildirmişlerdir. Selters ve Brackmann (1977) akustik tümörlerin tespitinde ve tanısında ABR'nin kullanımı özetleyen bir makale yayınlamış ve makalede akustik tümörlerin çıkartılmasıyla elde edilecek başarının erken teşhis ve tanıya bağlı olduğu sonucuna ulaşmışlardır. İşitme siniri ve beyin sapı patolojileri ile ilişkili ABR anormallikleri üzerine yapılmış bu çalışmalar ABR'nin devam eden ve genişletilmiş klinik uygulamaları için zemin hazırlamıştır. O zamanlardan günümüze ABR'nin temellerine ilişkin uygulama alanlarıyla ilgili kayıtların nasıl alınacağı ve elde edilen sonuçların nasıl yorumlanacağına dair birçok makale yayınlanmış ve halen de yayınlanmaya devam etmektedir (Musiek vd., 2015).

2.5.2. ABR'nin Genel Tanımı

ABR, işitsel yolların bütünlüğünü değerlendirmek ve hasarlı iletim yolunu tespit etmek için kullanılan işitsel uyarılmış potansiyeldir (Berger ve Blum, 2007; Miron vd., 2016;

Valderrama vd., 2012). İşitsel yolların akustik uyarılmasıyla oluşan bu potansiyel, işitme siniri ve işitsel beyin sapı bölgesi tarafından oluşturulan elektriksel aktivite hakkında bilgi verir (Casteil vd., 2017; Kameron vd., 2020). Oluşan elektriksel aktivite kokleadan işitme siniri aracılığıyla beyin sapına kadar yüz ve kafatası derisine yerleştirilen elektrotlar ile ölçülmektedir (Jalaei vd., 2019; Lee vd., 2017; Parker vd., 2020). Ancak, elde edilen cevaplar işitme siniri ve beyin sapının maturasyonuna duyarlıdır (Stipdonk vd., 2016). Bu nedenle yaş, ABR cevaplarının latans ve amplitüdlerinde değişikliğe yol açan en önemli faktörlerden biridir. Çocukların ve yetişkinlerin ABR dalga formları birbirinden farklıdır (Boettcher, 2002). Bebek ve çocuklardan elde edilen ABR dalga latansları yetişkinlere kıyasla daha uzun ve amplitüdü daha küçüktür (Martin vd., 2012; Mühler vd., 2013; Skoe vd., 2015; Williamson vd., 2015). ABR dalgalarının nöral maturasyonu yaklaşık 12-18 ayda tamamlanmaktadır. İşitme sinir sistemi mature olmaya devam ettikçe ABR dalga latansları ve amplitüdü Şekil 3'te görüldüğü gibi yetişkin formuna ulaşmaktadır (Bellia vd., 2020; Bhattacharya vd., 2018; Hasani ve Jafari, 2013).



Şekil 3. ABR dalgalarının nöral maturasyon süreci

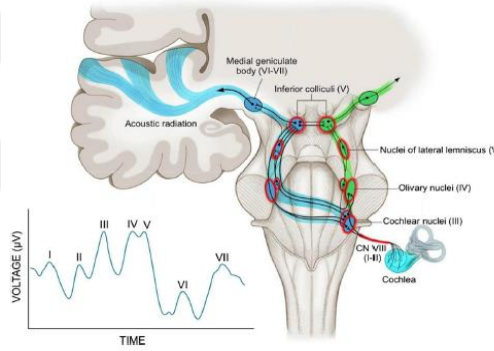
Kaynak: Farouk (2019)

Normal bir ABR dalga formu akustik uyarandan verildikten ilk 2-10 ms içerisinde 5-7 verteks pozitif tepe noktası ve bu tepe noktalarını takiben oluşan negatif çukur noktalardan oluşur (Eggmerrmont, 2019; Maddox ve Lee, 2018). Oluşan bu dalgalar Jewett ve Williston tarafından roma rakamları (I-VII) kullanılarak sınıflandırılmıştır (Esteves vd., 2009; Katz vd., 2015; Møller, 2006). Ayrıca, ABR testi sırasında hasta sessizce dinlenir veya uyur pozisyonunda olmalıdır ve hastanın herhangi bir cevap vermesine gerek yoktur (Abadi vd.,

2016). Bu nedenle ABR testinin hasta üzerinde herhangi bir cerrahi müdahale gerektirmemesi ve objektif olması bu testi otoneurolojik değerlendirmelerde en yaygın kullanılan test haline getirmiştir (Chan ve Goddard, 2004; Lourenço, 2008; Wilson ve Mills, 2006).

2.5.3. ABR'nin Nöral Kaynakları

ABR dalgalarının her biri beynin farklı bölgelerinde oluşan nöronal aktiviteyi temsil eder (Lecoq vd., 2015; Parkkonen vd., 2009). Bu nöronal aktivitenin anatomik kaynakları; I. dalga sekizinci kraniyal sinirin distali, II. dalga sekizinci kraniyal sinirin proksimali, III. dalga cochlear nucleuslar, IV. dalga superior olivary kompleks, V. dalga lateral lemniscusun inferior colliculus ile sinaps yaptığı bölge, VI. dalga lateral lemniscus ve VII. dalga inferior colliculustur (Şekil 4) (Beltrame vd., 2021).



Şekil 4. ABR'nin nöral kaynakları

Kaynak: Farouk (2019)

2.5.4. ABR'nin Klinik Kullanım Alanları

ABR'nin odyolojik ve nörolojik birçok klinik kullanım alanı mevcuttur. ABR, yenidoğan işitme taramalarında, rutin işitme değerlendirmesine katılım sağlayamayan (bebek, çocuk hastalar, zihinsel engelli bireyler vb.) bireylerin işitmelerinin değerlendirilmesinde, işitsel işleme bozukluğu şüphesi bulunan hastaların nörofizyolojik değerlendirilmesinde, beyin sapı bütünlüğünün ve merkezi sinir sistemi bozukluklarının teşhis edilmesinde, koklear ve retrokoklear patolojilerin ayırıcı tanısının yapılmasında, yoğun bakım ünitelerindeki hastaların takibinde ve beyin sapı ve işitme sinirinin cerrahi sırası intraoperatif monitörizasyonunda kullanılmaktadır (James ve Husain, 2005; Polonenko ve Maddox, 2019; Wilkinson ve Jiang, 2006).

2.6. ABR Ölçümünde Kullanılan Test Parametreleri

ABR'nin genel klinik kullanım amacı işitme eşik tahmini ve nörodiagnostik tanılama yapmaktır. Klinik kullanım amacına göre cevapları elde etmek için kullanılan uyaran ve kayıt parametreleri farklılık gösterir (Arnold, 2000). İşitme eşik tahmininde frekans-frekans işitme eşik değerlerini belirlemek amacıyla frekansa özgü uyaranlar, nörodiagnostik tanılamada geniş bir frekans bölgesinin değerlendirilmesi gerektiğinden frekansa özgü uyaranlar yerine geniş bant uyaranlar kullanılır (Hall, 2015; Hood, 2009).

2.6.1. İşitme Eşik Tahmininde Kullanılan Uyaran ve Kayıt Parametreleri

ABR'de işitme eşik tahmininin yapılabilmesi için belirlenmesi gereken en önemli uyaran parametresi uyaran tipidir. Bu nedenle işitme eşik tahmininde tone burst, tone pip, chirp oktav band uyaranlar gibi frekansa özgü uyaranlar kullanılmalıdır. İşitme eşik tahmini 500, 1000, 2000 ve 4000 Hz frekanslarında yapılmaktadır. İşitme eşik tahmininde kullanılan diğer uyaran parametreleri Tablo 2'de verilmiştir (Baldwin ve Watkin, 2013; Gorga vd., 2006; Hood, 2009).

Tablo 2. İşitme eşik tahmininde kullanılan uyaran parametreleri

Uyaran parametreleri
Uyaran tipi: Tone burst, tone pip, chirp oktav band uyaran
Uyaran frekansı: 500, 1000, 2000, 4000 Hz
Uyaranın durasyonu: 2-1-2/2-0-2 cycle
Uyaran rate: 39.9/sn
Uyaran polaritesi: Rarefaction
Uyaran şiddeti: 60-20 dBnHL
Sweep sayısı: Sinyal gürültü oranına bağlı
Kullanılan transducer: İnsert
Uyaranın verilme şekli: Monaural

Kaynak: Hood (2009)

ABR dalgaları μV cinsinden ölçülen oldukça küçük amplitüdlü cevaplardır. Bu nedenle elde edilen cevapların büyütülmesi gereklidir ve bu işleme amplifikasyon denilmektedir. ABR'de genellikle x100.000 civarında amplifikasyon yapılmaktadır (Katz vd., 2015). Ayrıca, test yüzey elektrotları kullanılarak gerçekleştirildiği için kayıt öncesi deri impedansını azaltmak amacıyla elektrotların yerleştirileceği bölgelerin temizlenmesi ve yüzey elektrotlarının doğru bir şekilde yerleştirilmesi gerekmektedir. (Wang vd., 2020). İşitme eşik tahmininde kullanılan diğer kayıt parametreleri Tablo 3'te verilmiştir (Hall, 2015).

Tablo 3. İşitme eşik tahmininde kullanılan kayıt parametreleri

Kayıt parametreleri
Analiz penceresi: 15-20 ms
Amplifikasyon: x100.000
Filtreleme: Yüksek frekans cut off filtre; 30 - alçak frekans cut off filtre; 3000 Hz, 30-1500 Hz
Elektrod montajı: Noninverting; fz, invertingle; mastoid, common; fpz
Kanal sayısı: Çift kanallı

Kaynak: Hood (2009)

2.6.2. Nörodiagnostik Tanılamada Kullanılan Uyarın ve Kayıt Parametreleri

ABR testinde nörodiagnostik tanılama yapılırken belirlenmesi gereken en önemli uyarın parametresi işitme eşik tahmininde de olduğu gibi uyarın tipidir. Nörodiagnostik tanılamada click ve chirp gibi geniş bant uyarınlar kullanılır. Bu uyarınların geniş frekans içeriğine sahip olmaları kokleanın geniş bir alanının uyarılmasını sağlar (Elberling ve Don, 2008). Kokleanın geniş bir frekans bölgesinin uyarılması baziller membranda sinaps yapan çok sayıda sinir lifinin uyarılmasına neden olur. Böylece geniş bir frekans bölgesi değerlendirilir ve elde edilen cevapların amplitüdüleri daha büyük olur (Baldwin ve Watkin, 2013). Nörodiagnostik tanılamada kullanılan diğer uyarın parametreleri Tablo 4’te verilmiştir.

Tablo 4. Nörodiagnostik tanılamada kullanılan uyarın parametreleri

Uyarın parametreleri
Uyarın tipi: Click-Chirp uyarın
Uyarın frekansı: Geniş bant uyarın (2-4 kHz)
Uyarının durasyonu: 0,1 ms
Uyarın rate: 11.1/sn
Uyarın polaritesi: Alternating
Uyarın şiddeti: 80-85 dBnHL
Sweep sayısı: 1000-1500
Kullanılan transducer: İnsert
Uyarının verilme şekli: Monaural

Kaynak: Hood (2009)

ABR’de kullanılan analiz penceresi ve filtreleme oldukça önemlidir. Analiz penceresi, elde edilecek tüm dalgaları kapsayacak şekilde ayarlanmalıdır. Analiz penceresinin kısa tutulması ölçümdeki tüm cevapların elde edilememesine, uzun tutulması istenmeyen cevapların da elde edilmesine neden olur. Filtreleme, elde edilmek istenen cevap frekanslarını kaydedilmesini ve varlığı ile ölçümü bozan cevapları olumsuz yönde

etkileyen artefakları ölçüm dışında bırakılmasını sağlar. Uygun filtre aralığı İUP'lerin spektral özelliğine ve arka plan gürültü varlığına göre belirlenmelidir (Hood 2009). Nörodiagnostik tanılamada kullanılan diğer kayıt parametreleri Tablo 5'te verilmiştir.

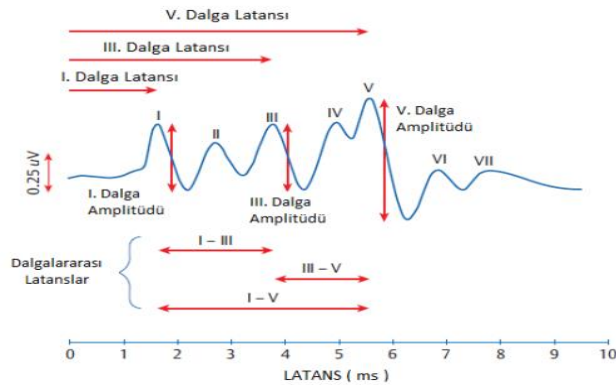
Tablo 5. Nörodiagnostik tanılamada kullanılan kayıt parametreleri

Kayıt parametreleri
Analiz penceresi: 15-20 ms
Amplifikasyon: x100.000
Filtreleme: Yüksek frekans cut off filtre; 30- alçak frekans cut off filtre; 3000 Hz, 30-1500 Hz
Elektrod montajı: Noninverting; fz, invertingler; mastoid, common; fpz
Kanal sayısı: Çift kanallı

Kaynak: Hood (2009)

2.7. ABR'nin Değerlendirilmesi

ABR cevaplarını analiz etmek için yapılması gereken ilk değerlendirme dalgaların yerinin doğru tespit edilmesidir. Bu değerlendirmede akustik uyaran verildikten sonra dalgaların ortaya çıkış sürelerine göre oluşan tepe noktaları işaretlenmelidir. İşaretlenen bu tepe noktalarının değerlendirilmesi ve yorumlanması için Şekil 5'te gösterilen parametreler kullanılmaktadır (Rosa vd., 2014). Bu parametreler; mutlak latans (ms), amplitüd (μV), I-V amplitüd oranı, dalgalar arası latans (ms), dalga morfolojisi ve tekrarlanabilirliğidir (Esteves vd., 2009; Rosa vd., 2014).



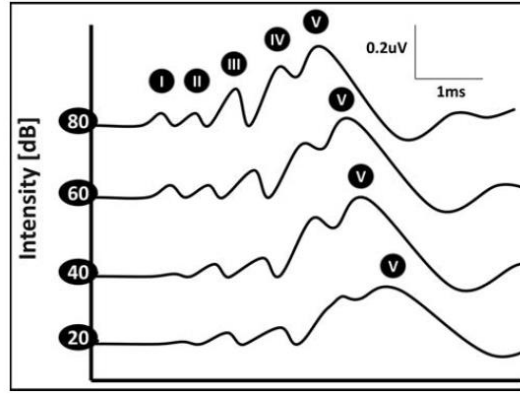
Şekil 5. ABR değerlendirilmesinde kullanılan parametreler

Kaynak: Gelfand (2016)

2.7.1. Mutlak Latans: Akustik uyaran verildikten sonra ilgili tepe noktası oluşuncaya kadar geçen süredir ve milisaniye (ms) cinsinden ölçülür. Mutlak latans, ABR dalgalarının değerlendirilmesinde kullanılan en güvenilir parametredir (Hall,

2015). Mutlak latansı etkileyen başlıca faktör; koklea ve beyin sapı bölgesindeki iletim süresidir (Eggermont, 2019).

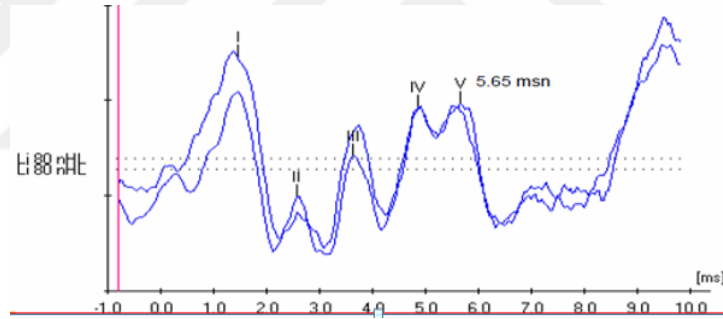
- 2.7.2. Amplitüd ve I-V Amplitüd Oranı: Amplitüd, ABR dalga formunun pozitif ve negatif tepe noktaları arasındaki dikey mesafedir ve mikrovolt (μV) cinsinden ölçülür. ABR amplitüdlarının normal değeri 0.1-1.0 μV arasındadır (Belgin ve Şahlı, 2017; Roeser vd., 2007). ABR’de en yüksek amplitüdlü dalga V. dalgadır. ABR değerlendirmesinde en yaygın kullanılan amplitüd oranı V. dalganın amplitüdünün I. dalga amplitüdüne oranıdır (V/I). Normal bireylerde V/I amplitüd oranı “1”den büyük edilir. Eğer V/I amplitüd oranı “1”den küçük elde edilirse retrokoklear patolojinin göstergesidir (Hall, 2015).
- 2.7.3. Dalgalar Arası Latans: ABR dalgalarının tepe noktaları arasındaki geçen süredir. Değerlendirmelerde I-III, III-V ve I-V dalgalar arası latans farkları kullanılmaktadır. I-III dalgalar arası latansının uzaması; VIII. sinir ve alt ponsa ilişkin lezyonları, III-V dalgalar arası latansının uzaması; orta-pons ve alt mesensefalonun uyarılan kulakla aynı tarafta olan lezyonları, I-V dalgalar arası latansının uzaması; beyin sapı ve işitme yollarındaki iletimin toplam süresini ifade eder. Bu yolların herhangi bir bölgesinde oluşan lezyon kaynaklı dalgalar arası latans değerleri uzayabilmektedir (Aleman vd., 2014; Ponton vd., 1996).
- 2.7.4. Dalga Morfolojisi ve Tekrarlanabilirliği: Morfoloji, dalga ve dalga kompleksinin şekli görüntüsüdür. Normal bireylerde ABR dalga formları I. dalgadan V. dalgaya kadar net bir şekilde elde edilir ancak, VI ve VII. dalgalar her ölçümde elde edilemeyebilir. IV ve V dalgalar ise, kompleks şekilde görülebilir ve iki tepeli olarak üretildiklerinden dolayı diğer dalgalardan önce tanımlamak daha kolay olabilmektedir (Jasper, 1993). Ancak, dalgaların tespiti bazen yanıltıcı olabilir. Bu nedenle dalga morfolojilerinin tespitinde kolay bir yöntem olarak V. dalgadan başlanarak geriye doğru (IV-III-II-I) dalgaları belirlemek önerilmektedir. Bunun nedeni ise, V. dalganın en sağlam, büyük amplitüdlü ve kolayca tanımlanabilen dalga olmasıdır bu yöntemle V. dalga tespit edildikten sonra diğer dalgaların tespiti daha kolay olmaktadır. Ayrıca, uyaran şiddet seviyesi azaldıkça dalga formları elde edilememeye başlar. Şekil 6’da gösterildiği gibi sadece V. dalga düşük uyaran şiddet seviyelerine (20 dBnHL) kadar elde edilebilmektedir (Habib ve Habib, 2021).



Şekil 6. 80, 60, 40 ve 20 dB’de kaydedilen normal ABR dalgaları

Kaynak: Habib ve Habib (2021)

ABR ölçümünde elde edilen dalgalar en az bir kere daha tekrarlamalı ve dalgalar her bir tekrarda 0,1 ms’lik bir zaman dilimi içerisinde Şekil 7’de gösterildiği gibi kendini tekrar etmelidir. Tekrarlanabilirlik, dalgaların yerinin doğru ve güvenilir tespit edilmesi açısından önemlidir (Abadi vd., 2016).



Şekil 7. 80 dBnHL’de ABR dalgalarının tekrarlanabilirliği

Kaynak: Ünlü (2016)

2.8. ABR’nin Analizi ve Yorumlanması

ABR dalgalarının doğru bir şekilde analiz ve yorumlamasının yapılabilmesi için işitsel yolun anatomi ve fizyolojisine ilişkin yeterli bilgiye sahip olmak gereklidir. İşitsel yol kokleada başlar. Ses dalgalarından kaynaklanan titreşimler korti organındaki tüy hücreleri tarafından algılanan hidrostatik basınç değişikliklerine neden olur. Tüy hücreleri, kokleada hücre gövdelerine sahip olan bipolar nöronlarla iletişim kurar. Bu nöronlar işitme siniri aracılığıyla pontomedüller bileşkeyle bağlantı kurar. Rostral lateral medulladaki ventral (alçak frekanslı sesler) veya dorsal (yüksek frekanslı sesler) koklear çekirdeklerde sinaps yaptıktan sonra ikinci sıra nöronlar ipsilateral ve kontralateral

superior olivary çekirdeklere projekte olur. Akustik bilgi bu noktada işitsel sistem boyunca ikili olarak (ipsilateral & kontralateral) temsil edilir. Superior olivary çekirdekdeki nöronlar daha sonra pontin tegmentumdaki lateral lemniskustan inferior kollikulusa doğru çıkıntı yapar. Alt kollikulus, birincil işitsel korteks olan heschl gyrusa (superior temporal girus) doğru uzanan talamusun medial genikulat çekirdeğine projekte olur. Akustik uyarı ile ortaya çıkan ABR dalgaları bu işitsel yollardaki yapılar tarafından üretilir. İşitsel yolda meydana gelen herhangi bir problem sonucu ABR dalgaları etkilenir ve anormal ABR dalga formları oluşur (Berger ve Blum, 2007; Eggmerrmont, 2019). Tablo 6’da farklı bölgelerde oluşan lezyonlar sonucu ABR dalgalarının nasıl etkilendiği özetlenmiştir.

Tablo 6. Farklı ABR bulgularındaki anormalliklerin yorumlanması

ABR bulguları	Yorumlaması
I. dalganın uzaması.	Lezyon muhtemelen akustik sinirin distalindedir.
I-III dalgalar arası latans aralığının uzaması.	Akustik nöroma, subaraknoid boşluk iltihabı veya pontomedullar köşe lezyonları gibi serebellopontin açı tümörlerinde görülen, proksimal VIII. sinirden kontralateral alt pons içine işitsel yoldaki lezyon.
III-V dalgalar arası latans aralığının uzaması.	Lezyonlar, örneğin demiyelinizasyon veya bu bölgelerin tümörlerinde alt pons ile üst pons veya alt orta beyin arasında yer alır.
I-III ve III-V dalgalar arası latans aralığının uzaması.	Kaudal pons ve akustik sinirin üzerindeki beyin sapı lezyonları. VIII. sinirinden orta beyne yavaş iletim (örn; demiyelinizasyon, iskemi, tümörler ve diğer dejeneratif hastalıklar).
Normal III ve V. dalgalar mevcutken I. dalganın olmaması.	Periferik işitme bozuklukları.
Normal I ve III. dalgalar mevcutken V. dalganın olmaması.	Kaudal pons üzerindeki lezyon.
Tüm ABR dalgalarının olmaması.	İleri veya çok ileri derecede sensörinöral tip işitme kaybı.

Kaynak: Habib ve Habib (2021)

2.9. ABR Ölçümünü Etkileyen Faktörler

ABR objektif bir testtir. Ancak, elde edilen cevaplar Odyologlar tarafından subjektif bir şekilde yorumlanmakta ve birçok faktörden etkilenebilmektedir. Bu faktörler Tablo 7’de belirtildiği gibi dört ana gruptan oluşur. ABR sonucu elde edilen cevapları doğru yorumlamak ve analiz edebilmek için bu faktörlerin neler olduğunu ve cevaplar üzerinde nasıl bir etki oluşturduğunun bilinmesi gerekmektedir (Berger ve Blum, 2007; Mühler vd., 2013).

Tablo 7. ABR’yi etkileyen faktörler

Uyaran faktörleri	Kayıt faktörleri	Patolojik olan bireysel faktörler	Patolojik olmayan bireysel faktörler
Uyaran tipi	Elektrod yerleşimi	İletim tipi işitme kaybı	Yaş
Uyaran frekansı	Filtreleme	Sensör tip işitme kaybı	Cinsiyet
Uyaran şiddeti	Analiz penceresi	Nöral tip işitme kaybı	Anestezi
Uyaran polaritesi	Amplifikasyon	Beyin sapı patolojileri	Uyku ve bilinç durumu
Uyaran rate	Kanal sayısı	Serebral patolojiler	Kas aktivitesi
Uyaran durasyonu			İlaç kullanımı
Uyaranın verilme şekli			Vücut sıcaklığı
Kulaklık tipi			
Sweep sayısı			

Kaynak: Hood (2009)

2.9.1. ABR’yi Etkileyen Uyaran Parametreleri

2.9.1.1. Uyaran tipi

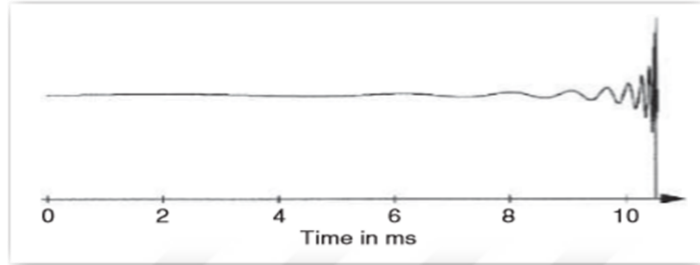
ABR’nin klinik kullanım amacına uygun istenen cevapları elde etmek amacıyla çeşitli uyaran tipleri kullanılmaktadır. ABR’de işitme eşik tahmini yapılırken tone burst, tone pip ve chirp oktav band gibi frekansa özgü uyaranlar, nörodiagnostik tanılamada click ve chirp gibi geniş bant uyaranlar kullanılmaktadır. Ayrıca, ABR ölçümünde konuşma uyaranları da kullanılabilir (Elsayed vd., 2015; Lu vd., 2017). Kullanılacak uyaran tipinin seçimi; klinik kullanım amacına, frekans özgüllüğüne, test süresine ve mevcut ekipmana bağlı olarak değişmektedir (Hood, 2009).

Tonal uyaranlar, frekansa özgü uyaranlardır. Frekansa özgü bilgi sağladıkları için baziller membranda istenen frekans bölgesinin uyarılmasında, işitme eşik tahmininin yapılmasında ve işitsel bozukluklarının erken tespit edilmesinde kullanılır (Farouk, 2019). Ancak, frekansa özgü uyaran kullanılırken akustik uyaranın durasyonunu özellikle de yükselme ve düşme zamanını iyi ayarlamak gereklidir. Klinik uygulamalarda frekansa özgü işitme eşik tahmininde en ideal uyaran tipi saf ses uyaran olsa da ABR ölçümünde saf ses uyaranının kullanımı mümkün değildir. Bunun nedeni uzun yükselme zamanı olan uyaranlar ABR cevaplarını elde etmek için yeterli nöral senkronizasyonu sağlayamamaktadır. Bu nedenle, ABR testinde kullanılan frekansa özgü uyaran tipi, saf ses uyarıdan daha kısa bir yükselme zamanına sahip olmalıdır (Hood, 2009). Yükselme zamanı uzun olan tonal uyaranlar frekansa daha özgü cevaplar oluştururken; yükselme zamanı kısalıkça frekansa özgü cevap oluşumu azalmaktadır. Bu nedenle Davis vd. frekansı özgü işitme eşik değeriendirilmesinde “2-1-2 kuralı” olarak bilinen iki devir yükselme zamanı, bir devir plato zamanı ve iki devir düşme zamanına sahip tonal uyaran kullanımını önermişlerdir (Davis vd., 1985).

Click ve chirp uyaranlar, ani başlangıçlı, kısa durasyonlu ve VIII. sinir liflerinden başlayarak işitme sinir sistemindeki nöronların senkronize aktivasyonunu sağlayan geniş bant uyaranlardır (Hall, 2015). Geniş bant uyaranlar, kokleanın bazalından apikaline tüm frekans bölgelerini aktive ederek nörodiagnostik tanılamada kullanılır. Ancak, bu uyaranlar her ne kadar kokleanın geniş bir frekans bölgesini uyarsalar da elde edilen cevaplar genellikle kokleanın daha bazalından (yüksek frekans bölgesinden) gelen cevaplarla oluşmakta ve kokleanın apikal bölgesindeki (alçak frekans bölgesi) işitme kaybını yansıtmamaktadır. Bu nedenle geniş bant uyaranlar işitme eşik tahmininde kullanılmamaktadır (Hood, 2009).

Geniş bant uyaranlarında kendine özgü avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır. Yapılan çalışmalar, chirp uyaran kullanılarak elde edilen ABR cevap amplitüdlerinin click uyarana kıyasla daha büyük olduğunu göstermiştir (Dzulkarnain vd., 2021; Hood, 2009). Click uyaranda ilk olarak kokleanın bazal bölgesi daha sonra apikal bölgesi uyarılmakta ve bu durum kokleanın tonotopik organizasyonundan dolayı zamansal gecikmelere neden olmaktadır. Zamansal gecikmeden dolayı kokleanın farklı nöral birimleri eş zamanlı uyarılamamaktadır. Bu nedenle chirp uyaran, kokleadaki bu zamansal gecikmeyi ortadan kaldırmak için tasarlanmıştır (Elberling ve Don 2008). Chirp uyaran ile teorik olarak,

uyaran cevabına katkısı bulunan yüksek frekanslar, alçak frekanslara göre zamansal olarak geciktirilerek gönderilmekte ve kokleanın tüm frekans bölgesinde eş zamanlı nöral aktivasyon oluşumu sağlanmaktadır (Dau vd., 2000; Talaat vd., 2020). Kokleanın tüm frekans bölgelerindeki nöral aktivitenin eşzamanlı katılımı ile ABR cevapları oluşturmakta ve kokleanın tonotopik organizasyonundan kaynaklı zamansal gecikmeler ortadan kalkmaktadır (Hood, 2009).

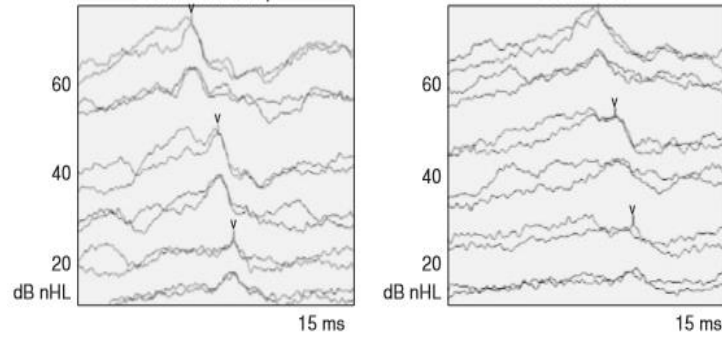


Şekil 8. Chirp uyaran

Kaynak: Hood (2009)

Şekil 8’de x ekseninde latans ve y ekseninde amplitüd ile çizilmiş bir chirp uyaran örneği görülmektedir. Alçak frekansların (sola doğru) zamansal olarak yüksek frekanslardan (sağa doğru) önce verildiğine dikkat edilmesi gereklidir. Teorik olarak kokleanın apikal kısımları bazal kısımlarından daha erken uyarılmakta, bu durum nöral senkronizasyonun artmasına neden olmaktadır. Nöral senkronizasyonun artması daha büyük amplitüdlü cevaplar ve daha gelişmiş sinyal/gürültü oranı (S/G) oluşumuna neden olur. Daha büyük amplitüdlü cevapların oluşumu düşük uyaran şiddet seviyelerinde davranışsal eşiklere yakın dalgaların elde edilebiliyor olması ve analizinin daha kolay yapılmasını sağlamaktadır. Chirp uyaranın bu özelliklerinden dolayı ABR’nin işitme eşik tahmininde kullanılmak üzere frekansa özgü “Chirp Oktav Band” uyaran tasarlanmıştır. Chirp oktav band uyaran, oluşturduğu daha büyük amplitüdlü ABR dalgaları sayesinde daha iyi işitme eşik tahmininin yapılmasını ve işitme kaybı konfigürasyonunun doğru bir şekilde belirlenmesini sağlar (Pani vd., 2020). Stangl vd. (2013) klinik ortam da kullanılan uyaranların oluşturduğu (click, tone burst) cevap amplitüdlerini ve eşiklerini chirp oktav band uyaranla karşılaştırmışlardır. Çalışmada, chirp uyaran kullanılarak elde edilen ABR V. dalga amplitüdünün 60, 40 ve 20 dBnHL şiddet seviyelerinde click uyaran kullanılarak elde edilen ABR V. dalga amplitüdünden daha büyük olduğunu bulmuşlardır. Ayrıca, tone burst uyaran ile chirp oktav band uyaranı karşılaştırmışlardır. Chirp oktav band

uyaran kullanıldığında tone burst uyarana kıyasla ABR V. dalga amplitüdlerinin daha büyük olduğunu gözlemlemişlerdir (Şekil 9) (Fobel ve Dau, 2004; Maloff ve Hood 2014).

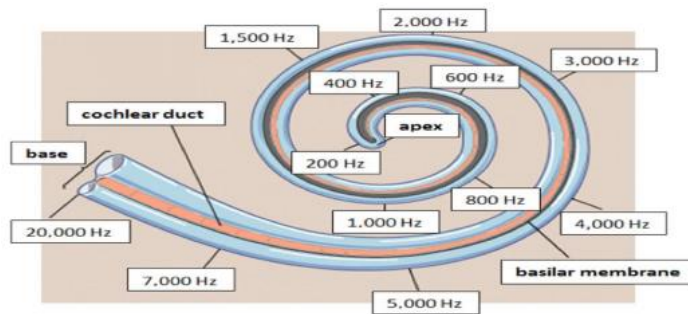


Şekil 9. Chirp oktav band (sol) ve tone burst uyarının (sağ) karşılaştırılması

Kaynak: Hood (2009)

2.9.1.2. Uyarın frekansı

Yüksek frekans uyarınlar, alçak frekans uyarınlara kıyasla daha kısa ABR dalga latansları oluşturur. Bunun nedeni Şekil 10'da gösterildiği gibi kokleanın tonotopik organizasyonundan kaynaklanmaktadır. Kokleanın tonotopik organizasyonda, bazal kısımda dalga boyu kısa olan yüksek frekans sesler ve apikal kısımda dalga boyu uzun olan alçak frekans sesler bulunmaktadır (Belgin ve Şahlı, 2017). Yüksek frekans bölgesi alçak frekans bölgesine göre daha erken uyarılmakta ve alçak frekans uyarınlar kokleanın apikaline doğru ilerlemek zorunda olduklarından dolayı ortaya çıkış süreleri daha uzun olmaktadır (Hood, 2009).

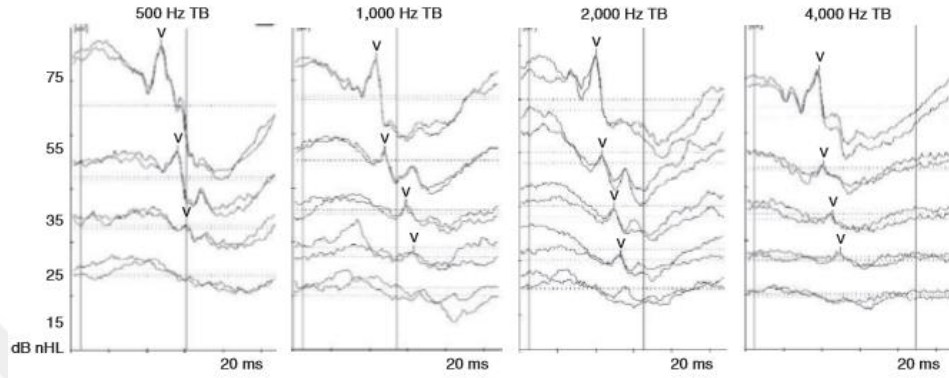


Şekil 10. Kokleanın tonotopik organizasyonu

Kaynak: Belgin ve Şahlı (2017)

Şekil 11'de işitme fonksiyonu normal olan bireyde 500, 1.000, 2.000 ve 4.000 Hz frekanslarında tone burst uyarın kullanılarak elde edilen ABR V. dalga latansları

görülmektedir. 75 dBnHL’de V. dalga latansları, 500 Hz tone burst uyaran için 8,53 ms, 1.000 Hz tone burst uyaran için 7,70 ms, 2.000 Hz tone burst uyaran için 7,03 ms ve 4.000 Hz tone burst uyaran için 6,53 ms elde edilmiştir. V. dalga latansının alçak frekans tone burst uyaranlarda yüksek frekans tone burst uyaranlara kıyasla daha uzun elde edildiği görülmektedir.

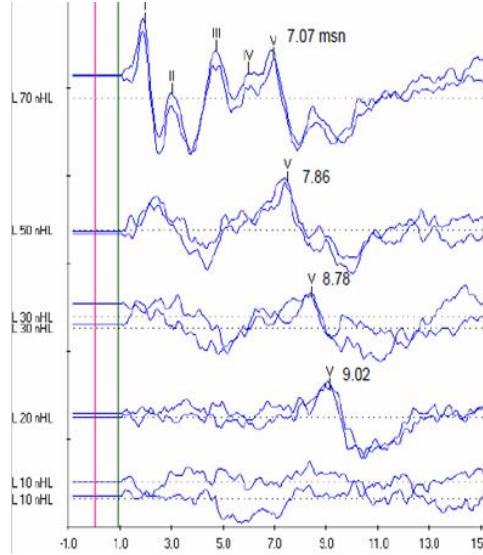


Şekil 11. Farklı şiddet seviyelerinde tone burst ABR V. dalga latansları

Kaynak: Hood (2009)

2.9.1.3. Uyaran şiddeti

ABR’de uyaran şiddet seviyesi azaltıldıkça oluşan tüm dalgaların latanslarında uzama ve amplitüdlerinde düşme görülür ve bu duruma latans şiddet fonksiyonu denir. Uyaran şiddet seviyesi azaltıldıkça ABR’nin daha erken oluşan dalgaları ayırt edilemez hale gelirken, Şekil 12’de görüldüğü üzere V. dalga düşük uyaran şiddet seviyelerinde görülebilen en dirençli ABR dalgasıdır. V. dalga latasındaki değişiklikler orta şiddet seviyelerinde 10 dB başına yaklaşık 0.2-0.3 ms arasında uzama meydana getirirken, düşük şiddetlerde veya eşik seviyelere yaklaşıldıkça latanslarda uzama daha hızlı gerçekleşmektedir (Hood, 2009). Uyaran şiddetinin bir fonksiyonu olarak amplitüd değerlerinin artmasına ilişkin tutarlı bir rapor bildirilmemiştir. ABR amplitüdləri, gürültüden latansa göre daha fazla etkilenir. V. dalganın amplitüdü diğer erken oluşan dalgalara kıyasla uyaran şiddet seviyesinin azalmasından daha az etkilenmektedir (Katz vd., 2015).



Şekil 12. Uyarın şiddeti ve ABR dalga latansları arasındaki ilişki

Kaynak: Ünlü (2016)

2.9.1.4. Uyarın polaritesi

Polarite, uyarının verildiği fazdır ve akustik uyarın verildikten sonra dönüştürücü diyaframının ilk sapma hareketini ifade eder. ABR ölçümünde condensation (pozitif polarite), rarefaction (negatif polarite) ve alternating (negatif/pozitif polarite) olmak üzere üç farklı uyarın polaritesi kullanılır (Lima vd., 2008). Kullanılan uyarın polaritesi, ilk uyarın sunumu için önemlidir. Bunun nedeni, ses basınç dalgasının sunulma şeklini, sesin dış kulak yolu, kulak zarı, baziller membran, tüy hücreleri ve kokleaya geçişini ve bu yapıların fizyolojik reaksiyonlarını belirleyecek olmasıdır. Bu nedenle işitme sinir sisteminin akustik uyarına verdiği cevap kullanılan uyarın polaritesine göre farklılık gösterir (Dzulkarnain vd., 2021).

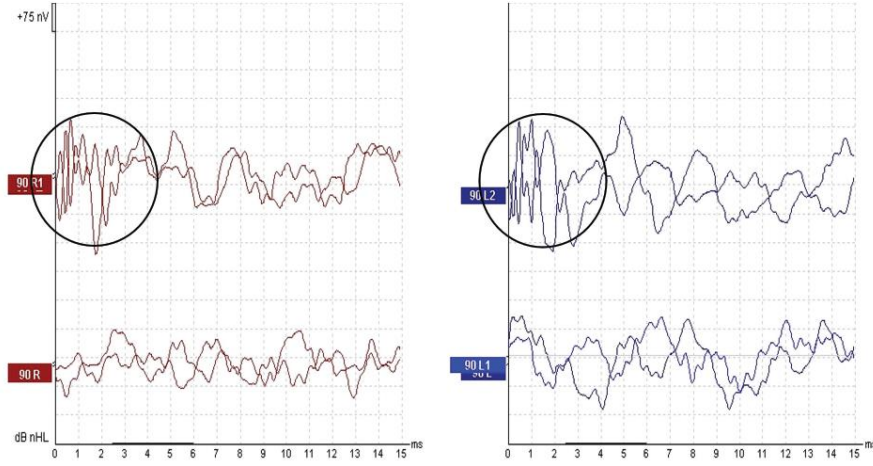
Rarefaction polarite, başlangıçta kulaklık diyaframının dışarı doğru bir hareketine neden olur. Bunun sonucu, fenestra vestibuli dışı, kulak zarı dış kulağa, stapes tabanı orta kulağa, baziller membranda yukarı doğru hareket eder. Baziller membranının yukarı doğru hareketi sonucu, tüy hücreleri stria vascularise doğru hareket eder, kısa silyalar uzun silyalara doğru eğilir ve depolarizasyon meydana gelir ve sinir uyarılır. Rarefaction polarite ile sinir ilk etapta doğrudan uyarılma ile başlar ve elde edilen dalga latansları daha kısa amplitüdler daha büyük olur (Guçao vd., 2015).

Condensation polarite, başlangıçta kulaklık diyaframının içeri doğru bir hareketine neden olur. Bunun sonucu diyafram ileriye doğru hareket eder, fenestra vestibuli içe, kulak zarı ileriye, stapes tabanı cochleaya, baziller membranda aşağıya doğru hareket eder. Baziller membranın aşağı doğru hareketi sonucu, tüy hücreleri modiulus cochleaya hareket eder, uzun silyalar kısa silyalara doğru eğilir ve inhibisyon gerçekleşir ve sinir uyarımı gerçekleşmez (Goutman vd., 2015). Condensation uyarılmada başlangıçta inhibisyon durumu gerçekleşir ve bunu takiben tüy hücrelerinin dışarı doğru hareketi sonucunda depolarizasyon oluşur. Bu nedenle condensation polarite ile elde edilen dalga latansları daha uzun ve amplitüdler daha küçüktür (Legatt, 2018).

Alternating polarite, yüksek uyaran şiddet seviyelerinde uyardan kaynaklı artefaktları azaltmak amacıyla kullanılır. Ayrıca, kemik yolu testi için de alternating polarite kullanımı önerilmektedir. Alternating uyarılma hava yolu iletimi testi için, özellikle daha alçak frekanslarda faz dışında olabileceğinden sorun oluşturabilmektedir. İnsert kulaklıklar kullandığında 0,9 ms'lik doğal bir gecikme ile uyaran kulağa ulaştığında bunun sonucu olarak uyaran artefaktının azalmasına neden olmaktadır. Bu nedenle alternating polarite uyarılarına duyulan ihtiyaç hava yolu iletim testi için daha az gerekliken kemik osilatöründen gelen büyük elektrik artefaktlarının sorun olduğu bir kemik iletimli transducer kullanılırken alternating polarite kullanımı önem arz etmektedir (Baudhuin vd., 2016; Hood, 2009).

Yapılan çalışmalar uyaran polaritelerinin ABR dalgalarının mutlak latans, dalgalar arası latans, morfoloji ve amplitüdlerini etkilediğini bulmuştur. Araştırmalar, condensation ve rarefaction polariteler kullanılarak elde edilen İUP'lerin latans değerleri ile ilgili farklı raporlar bildirilmiştir. Bazı araştırmacılar, condensation polaritenin nörodiagnostik tanılama için daha duyarlı olduğunu, işitme fonksiyonu normal olan bireylerde condensation uyarılmanın V. dalga amplitüdünü arttırdığını ve klinikte daha sık kullanıldığını bildirmişlerdir. Bazı araştırmacılar ise, rarefaction polarite kullanıldığında işitme fonksiyonu normal olan bireylerde daha kısa latanslı cevaplar elde edildiğini bildirmiştir (Lima vd., 2008). Uyaran polaritesi kullanımında oluşan bu farklı görüşler işitsel hassasiyet, orta kulak mekanizmaları, işitsel hastalıklar ve elektod montajı gibi çeşitli faktörler ile açıklanabilmektedir (Katz vd., 2015). Ayrıca, uyaran polariteleri koklear mikrofonic cevapların dolayısıyla işitsel nöropati spektrum bozukluğunun tanısında da büyük önem arz etmektedir. İşitsel nöropati spektrum bozukluğu olan

hastalarda, otoakustik emisyon ve/veya cochlear mikrofonik cevaplar mevcutken ABR dalgaları yok veya anormal elde edilmektedir. Bu nedenle uyaran polaritesi tersine çevrildiğinde ABR dalgalarından önce oluşan dalgalar koklear mikrofonik cevaplar ise tutarlı olarak ters çevrilir (Şekil 13). Bu nedenle hem rarefaction hem de condensation uyaranlarının ayrı ortalamalarının karşılaştırılması işitsel nöropati spektrum bozukluğu olan hastaların tanınmasına yardımcı olmaktadır (Atılğan vd., 2019).



Şekil 13. Cochlear mikrofonik cevaplar

Kaynak: Atılğan vd., (2019)

2.9.1.5. Uyaran rate

Rate, uyaranın verilme hızıdır. ABR dalgalarının latans, amplitüd ve morfolojilerini etkilemektedir. Uyaran rate'i arttıkça dalga latanslarında uzama, amplitüd değerlerinde azalma ve morfolojilerinde bozulma görülür (Pani vd., 2020). Saniyede yaklaşık 30 uyaranın üzerindeki rate'ler tüm ABR dalgalarının latanslarında uzamaya ve daha erken oluşan dalgaların amplitüdlерinde azalmaya neden olur (Hood, 2009). Yüksek uyaran rate'lerinde V. dalga amplitüd değeri ilk amplitüd değerinden yaklaşık %10-30 oranında azalma gösterirken, I. dalga amplitüd değeri ilk amplitüd değerinden yaklaşık %50 oranında bir azalma gösterir (Hall 2015). Yüksek uyaran rate'lerinde V. dalganın amplitüdündeki azalma miktarı daha az olmakta ve bu durum değerlendirmelerde yüksek uyaran rate kullanımını kolaylaştırmaktadır (Hood, 2009). Ayrıca, uyaran rate'i bebek ve küçük çocukların test edilmesinde ve değerlendirilmesinde önemli bir husustur. Bebek ve küçük çocukların test edilmesinde yüksek uyaran rate'leri kullanılarak kısa sürede daha fazla uyaran sunulabileceğinden test süresi önemli ölçüde azalmaktadır. Ancak, yüksek uyaran

rate kullanımı sadece V. dalganın varlığına yokluğuna karar verilen işitme eşik testinde kullanılmalı ve diğer değerlendirmeler için ABR dalgalarına olan etkileri göz önünde bulundurulmalıdır (Katz vd., 2015).

2.9.1.6. Uyarın durasyonu

Uyarın durasyonu, akustik uyarının başlangıcından bitişine kadar geçen toplam süredir ve birimi ms'dir. Uyarın durasyonu; yükselme zamanı, plato zamanı ve düşme zamanı olmak üzere üç bileşenden oluşmaktadır. ABR'de kullanılan uyarın tiplerinin bazıları uyarının toplam süresi hakkında bilgi verirken, bazılarında yükselme ve düşme zamanlarına göre uyarınlar ayrı ayrı belirlenmelidir. Burada önemli nokta, istenen ve uygun uyarının özelliklerini anlamak ve bunların nasıl hesaplanacağını bilmektir. Hesaplamanın bilinmesi, frekansa özgüllüğün düşük olması veya zayıf nöral senkronizasyon gibi hataların önlenmesine yardımcı olur (Hood, 2009). Geniş bant uyarınlar, geniş frekans aralığında kısa durasyona sahiptir. Örneğin click uyarının durasyonu 0.1 ms'dir. Kısa durasyona sahip uyarınlar genellikle birçok frekans bölgesini aktive ederek nöral fibrillerin senkronize bir şekilde ateşlenmesini sağlar. Ancak, frekansa özgü uyarınlar için uyarın frekansı uyarın durasyonu ile doğrudan ilişkilidir (Hall 2015). Frekansa özgü uyarınların durasyonunu belirlemek için sabit devir sayısı kullanılmaktadır. Davis vd. tone burst uyarınların frekansa özgü durasyonlarını belirlemek için "2-1-2" sabit devir sayısının kullanımını önermişlerdir. Ayrıca, literatürde tone pip uyarınların sabit devir sayısı da "2-0-2" olarak önerilmektedir. Tone burst uyarın için "2-1-2" sabit devir sayısı kullanımında 2 uyarının yükselme zamanını, 1 uyarının plato zamanını, 2 uyarının düşme zamanını temsil etmektedir. Çeşitli frekanslarda uygun uyarınlar oluşturmak ve uyarınların durasyonlarını belirleyebilmek için tek bir devrin süresi " $f \cdot T = 1$ " denklemini kullanarak hesaplanır. Denkleminde yer alan f: uyarın frekansını, T: uyarının tek bir devri tamamlama süresini (ms) temsil etmektedir. Örneğin; 500 Hz'lik bir tone burst uyarının bir devir süresi 2 ms, 1000 Hz'lik bir tone burst uyarının bir devir süresi 1 ms'dir. 500 Hz tone burst uyarın "2-1-2" sabit devir sayısına göre oluşturulacak olursa, 4 ms yükselme zamanı, 2 ms plato zamanı ve 4 ms düşme zamanı toplamda 10 ms'lik bir uyarın durasyonu elde edilmiş olur. Benzer şekilde, 1000 Hz tone burst uyarın "2-1-2" sabit devir sayısına göre oluşturulacak olursa, 2 ms yükselme zamanı, 1 ms plato zamanı ve 2 ms düşme zamanı toplamda 5 ms'lik bir uyarın durasyonu elde edilmiş olur (Cobb, 2014).

2.9.1.7. Kullanılan kulaklık tipi

ABR’de insert kulaklıklar, supra-aural kulaklıklar ve kemik vibratörler olmak üzere üç farklı kulaklık tipi kullanılır. Kullanılan her kulaklığın avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır (Hall, 2015). İnsert kulaklıklar, ABR ölçümünde en yaygın kullanılan kulaklık tipidir. Özellikle bebek ve küçük çocukların değerlendirilmesinde tercih edilir. Yapılan çalışmalar, bebek ve küçük çocuklarda insert kulaklık kullanımının da cevapların daha iyi oluştuğunu ortaya koymuştur. Bunun nedenleri; insert kulaklıkların interaural attenuasyon miktarının daha fazla olması ve tıkaç görevi görmesinden dolayı ortam gürültüsünü daha fazla azaltmasıdır. Bu özellikle, yenidoğan bakım üniteleri, ameliyathaneler ve hastane odaları gibi gürültünün yoğun olduğu ortamlarda ABR testinin yapılabilirliğini arttırmaktadır. İnsert kulaklıklar, bebeklerde kulak kanalı kollapsını da azaltmaktadır. Bebeklerin dış kulaktaki yumuşak kıkırdığı özellikle supra-aural kulaklıklar kullanıldığında pinna üzerine uygulanan baskıdan dolayı kollaps riski altındadır ve supra-aural kulaklıkların kulak kepçesi üzerine uyguladıkları bu baskıdan dolayı kapanma riski olmaktadır. Ancak, insert kulaklıklar dış kulak kanalının içerisine yerleştirildiğinden dolayı böyle bir durum söz konusu değildir. Ayrıca, insert kulaklıklar daha hijyeniktir çünkü tek bir kullanımdan sonra prop uçları atılmakta bu durum oluşabilecek enfeksiyon riskinin önlenmesini sağlamaktadır (Hall, 2015).

Supra-aural kulaklıklar, rutin odyolojik saf ses işitme testlerinde en sık kullanılan kulaklık tipidir. 1990’lı yılların başına kadar ABR ölçümlerinde MX41/AR yastığı ile monte edilmiş Telephonics TDH-39 kulaklıklar kullanılmaktaydı. Ancak, bebek ve küçük çocuklar için supra-aural kulaklıklar oldukça büyüktür. Test sırasında supra-aural kulaklıkların klinisyen tarafından bebeğin kulağı üzerinde tutularak test yapılması gerekmektedir. Bebeğin kulak kepçesinden kulaklığın düşmesini engellemek ve kulağa sıkıca oturmasını sağlamak için uygulanan baskı dış kulak kanalı kollapsı oluşturmakta ve bu durum verilen akustik uyarının şiddet seviyesinde azalmaya neden olmaktadır (Hall, 2015).

Kemik vibratörler, kemik ABR ölçümünde kullanılmaktadır. Kemik ABR, genellikle hava yolu ABR ölçümünün yapılamadığı dış kulak kanalının atrezik olduğu vakalarda ve hasta öyküsü ile işitme testi bulgularının çeliştiği fonksiyonel işitme kaybı şüphesi olan hastalarda yapılmaktadır (Hall, 2015).

2.9.1.8. Sweep sayısı

ABR’de sweep sayısı, toplam verilen uyarın sayısıdır. Kullanılan sweep sayısı; kas artefaktına, EEG aktivitesi içeren arka plan gürültülerine, dalga amplitüdlerine ve 60 Hz elektrik gürültü miktarına göre değişmektedir. Ortam sessiz ve birey sakin ise cevapları elde etmek için ortalama 1000-2000 sweep ile testi gerçekleştirmek yeterli olmaktadır. Elde edilen dalga amplitüdlere küçük, ortamda çok fazla gürültü mevcut ya da hasta gereğinden fazla hareketli ise S/G oranının yükseltilmesi amacıyla sweep sayısının artırılması gereklidir (Katz vd., 2015).



3. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışma, KTO Karatay Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Odyoloji Anabilim Dalı Tezli Yüksek Lisans programına bağlı olarak yürütülmüştür. KTO Karatay Üniversitesi Tıp Fakültesi İlaç ve Tıbbi Cihaz Dışı Araştırmaları Etik Kurulu tarafından 21.09.2022 tarih ve 2022/003 sayılı karar ile etik kurul onayı alınmıştır. Çalışma içeriğinde yer alan bütün değerlendirmeler KTO Karatay Üniversitesi Şehit Yunus Mermer Odyoloji Kliğinde gerçekleştirilmiştir. Çalışma, işitmesi normal olan bireylerde chirp uyaran kullanılarak yapılan polarite değişikliklerinin işitsel beyin sapı cevaplarının latans ve dalgalar arası latans değerleri üzerine etkilerini karşılaştırmalı incelemek amacıyla yapılmıştır.

3.1. Bireyler

Çalışmaya 18-35 yaş aralığında işitme fonksiyonu normal 16 kadın (yaş ort $\pm$ ss: 23,75 $\pm$ 1,88) ve 14 erkek (yaş ort $\pm$ ss: 24,21 $\pm$ 3,54) olmak üzere toplam 30 birey dahil edilmiştir. Bireylerin çalışmaya dahil edilme ve edilmeme kriterleri aşağıda verilmiştir.

3.1.1. Bireylerin Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri

1. 18-35 yaş aralığında olan bireyler,
2. Otoskopik muayene sonucu insert kulaklık kullanımına engel dış ve/veya orta kulak problemleri olmayan bireyler,
3. Saf ses hava (125-8000 Hz) ve kemik yolu (500-4000 Hz) işitme eşikleri ≤ 15 dB olan bireyler,
4. 226 Hz prob tone kullanılarak yapılan timpanometrik değerlendirme sonucu bilateral Tip A timpanograma sahip bireyler,
5. Akustik refleks değerlendirme sonucu bilateral ipsilateral akustik refleks eşikleri 500, 1000 ve 2000 Hz'de ≥ 80 dBHL olan bireyler çalışmaya dahil edilmiştir.

3.1.2. Bireylerin Çalışmaya Dahil Edilmeme Kriterleri

1. Unilateral ve/veya bilateral işitme kaybı olan bireyler,
2. İnsert kulaklık kullanımına engel dış ve/veya orta kulak patolojisi bulunan bireyler,
3. Testten en az 72 saat önce ototoksik ve/veya vestibulotoksik ilaç kullanan bireyler,
4. Nörolojik ve nöropsikiyatrik hastalığı olan bireyler,
5. Ek engelli bireyler,

6. Çalışma için gerekli olan, otolojik, odyolojik ve immitansmetrik testleri yapılamayacak durumda olan bireyler çalışmaya dahil edilmemiştir.

3.2. Kullanılan Testler ve Protokolleri

Çalışmaya katılımda gönüllülük esas alınmıştır. Çalışmaya katılmayı kabul eden tüm bireylere çalışmanın içeriği ve uygulanacak testler hakkında sözlü ve yazılı bilgi verilmiş, bilgilendirilmiş gönüllü onam formu imzalatılmıştır. ABR testi öncesi çalışmaya dahil edilebilmeleri için tüm bireylere otoskopik muayene, saf ses odyometri ve immitansmetrik ölçümler yapılmıştır. Yapılan ölçümler ve değerlendirmeler sonucu dahil edilme kriterlerine uygun bireylere ABR testi uygulanmıştır.

3.2.1. Otoskopik Muayene Değerlendirmesi

Çalışmaya ilk olarak otoskopik muayene yapılarak başlanmıştır. Otoskopik muayene, ses iletiminin azalmasına neden olan dış kulak kanalı ve/veya kulak zarında herhangi bir patoloji olmadığının ve ABR testi için kullanılan insert kulaklık kullanımına engel oluşturacak, insert kulaklık prob uçlarının tıkanmasına sebebiyet verecek buşon varlığının belirlenmesi için yapılmıştır.

3.2.2. Saf Ses Odyometri Değerlendirmesi

Çalışmaya dahil edilen bireylerin işitmelerinin normal olduğunun belirlenmesi amacıyla ISO 8253 standartlarına uygun olan sessiz kabinde, Interacoustics marka AC-40 model klinik odyometre ile saf ses hava ve kemik yolu işitme eşik testi yapılmıştır. Saf ses hava yolu işitme eşik değerlendirmesi 125-8000 Hz frekans aralığında Telephonics marka TDH-39 supra-aural kulaklıklar kullanılarak yapılmıştır. Saf ses kemik yolu işitme eşik değerlendirmesi 500-4000 Hz frekans aralığında Radioear marka B-81 kemik vibratör kullanılarak yapılmıştır. Saf ses odyometri değerlendirmesinde Modifiye Hughson-Westlake yöntemi kullanılmıştır. Ölçümlerin yapıldığı frekanslarda saf ses hava ve kemik yolu işitme eşikleri ≤ 15 dB olarak alınmıştır.

3.2.3. İmmittansmetrik Değerlendirme

Çalışmada, immitansmetrik değerlendirme olarak timpanometri ve akustik refleks ölçümleri yapılmıştır. İmmittansmetrik değerlendirmeler Interacoustic marka TITAN geniş bant timpanometre cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Timpanometrik değerlendirme, 226 Hz prob tone 85 dBSPL, +200 ve -400 daPa aralığında yapılmış, orta

kulak basıncı (daPa), orta kulak complians değeri (mmho) ve eş değeri dış kulak kanalı hacmi (ml) değerlendirilmiştir. Jerger sınıflamasına göre sonucu Tip A timpanogram (orta kulak basıncı: -100 ve +50 daPa, orta kulak complians değeri: 0,37-1,66 mmho aralığında) olan bireylere akustik refleks ölçümü yapılmıştır. Akustik refleks ölçümünde 500, 1000 ve 2000 Hz frekans aralığında ipsilateral akustik refleks eşikleri belirlenmiştir. Değerlendirilen frekanslarda ipsilateral akustik refleks eşikleri ≥ 80 dBHL olarak alınmıştır.

3.2.4. ABR Değerlendirmesi

Çalışmaya katılan bireylerin işitmelerinin normal olduğu ve dahil edilme kriterlerine uygunluğu belirlendikten sonra ABR testi Hedera Biomedics marka Socrates cihazı kullanılarak uygulanmıştır. ABR uygulama öncesi bireylerin deri impedansını azaltmak ve geçirgenliği arttırmak amacıyla Weaver markasının Nuprep jeli kullanılarak cildi temizlenmiştir. Elektrod olarak kişiye özel tek kullanımlık elektrotlar kullanılmıştır. Tek kullanımlık elektrotlar plaster yardımı ile birinci kanalın inverting elektrodu sol kulağın mastoid kemiğine, ikinci kanalın inverting elektrodu sağ kulağın mastoid kemiğine, iki tarafın noninverting elektrotları jumper ile birleştirilerek tek bir elektrod şeklinde saç çizgisinin bitimine (Fz bölgesi) ve common elektrod ise iki kaş arasına (Fpz bölgesi) yerleştirilmiştir. Kulaklık olarak insert kulaklık kullanılmıştır ve bireylerin dış kulak kanalına uygun büyüklükteki Etymotic marka Ear Tone ABR kulak içi sünger prob uçları kullanılarak kulağa yerleştirilmiştir. Bireylere ABR testi boyunca sedyede sırt üstü yatarak sessiz ve sakin bir şekilde uzanmaları mümkünse uyumaları önerilmiştir. ABR testi chirp uyaran ile sırasıyla alternating, condensation ve rarefaction polariteler kullanılarak ve kademeli olarak azaltılan 90, 70, 50 ve 30 dBnHL uyaran şiddet seviyelerinde gerçekleştirilmiştir. Ölçüm sırasında her bir şiddet seviyesi ve polaritede sağ ve sol kulağın ayrı ayrı I, III ve V. dalgaların mutlak latansları, I-III, III-V ve I-V dalgalar arası latans değerleri kaydedilmiştir. Elde edilen ABR dalgalarının geçerli ve güvenilir olması için ölçümler iki kez tekrarlanmıştır. Uyaran şiddet seviyesi azaltıldıkça I. ve III. dalgaların görünürlüğü azalmakta ve sonuçlar V. dalga latansı üzerinden gerçekleştirilmektedir. Bu nedenle çalışmada düşük uyaran şiddet seviyelerinde sadece V. dalga latansları değerlendirilmiştir. ABR testinin uygulanabilmesi için çalışmamızda kullanılan uyaran ve kayıt parametreleri Tablo 8 ve Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 8. Tez çalışmasında kullanılan ABR uyaran parametreleri

Uyaran tipi	Chirp uyaran
Uyaran frekansı	Geniş bant
Uyaran polaritesi	Alternating, condensation ve rarefaction
Uyaran rate'i	11,1/sn
Uyaran şiddeti	90, 70, 50 ve 30 dBnHL
Uyaranın verilme şekli	Monaural
Kullanılan transducer	İnsert
Sweep sayısı	1000

Tablo 9. Tez çalışmasında kullanılan ABR kayıt parametreleri

Analiz penceresi	20 ms
Amplifikasyon	x 100.000
Filtreleme	Yüksek frekans cut off: 30 Hz/Alçak frekans cut off: 3000 Hz
Elektrod montajı	Noninverting elektrod: Fz İnverting elektrod: Mastoidler Common elektrod: Fpz

3.3. Değerlendirmelerde Kullanılan Cihazlar

Otoskopik muayene değerlendirmesi için Şekil 14'te gösterilen Orlvision video otoskop cihazı kullanılmıştır.



Şekil 14. Video otoskop cihazı

Kaynak: www.biyomediks.com (Erişim tarihi: 04.10.2022)

Saf ses hava ve kemik yolu işitme eşik değerlendirmesi için Şekil 15'te gösterilen Interacoustics marka AC-40 model klinik odyometre cihazı kullanılmıştır. Saf ses hava yolu işitme eşiklerinin belirlenmesinde Şekil 16'da gösterilen Radio marka TDH-39

supra-aural kulaklıklar, kemik yolu işitme eşiklerinin belirlenmesinde ise Şekil 17’de gösterilen Radioear marka B-81 kemik vibratör kullanılmıştır.



Şekil 15. Klinik odyometre cihazı

Kaynak: www.erisci.com (Erişim tarihi: 04.10.2022)



Şekil 16. Supra-aural kulaklık

Kaynak: www.otamed.com (Erişim tarihi: 04.10.2022)



Şekil 17. Kemik yolu vibratör

Kaynak: www.radioear.us (Erişim tarihi: 04.10.2022)

İmmitansmetrik değerlendirmeler Şekil 18’de gösterilen Interacoustic marka TITAN geniş bant timpanometre cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 18. Titan klinik ve diagnostik geniş bant timpanometre cihazı

Kaynak: www.erisci.com (Erişim tarihi: 04.10.2022)

ABR testi Şekil 19’da gösterilen Hedera Biomedics marka Socrates cihazı kullanılarak yapılmıştır.



Şekil 19. ABR cihazı

Kaynak: www.hederabiomedics.com (Erişim tarihi: 04.10.2022)

3.4. İstatistik Analiz

Verilerin istatistiksel analizi SPSS 25 (IBM Corp. Released 2017. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 25.0. Armonk, NY: IBM Corp.) paket programı kullanılarak yapılmıştır. Verilerin normal dağılım gösterip göstermediği “Kolmogorov Smirnov” testi, varyans homojenliği “Levene” testi ile kontrol edilmiştir. İki den fazla grubun ortalamalarının birbirine eşit olup olmadığını sınamak, ayrı ayrı grupların bağımlı değişkene göre ortalamalarını karşılaştırarak anlamlı bir farklılık olup olmadığını değerlendirmek için parametrik testlerin ön şartlarının sağlandığı durumda “ANOVA Testi”; sağlanmadığı durumlarda ise “Kruskal Wallis-H Testi” kullanılmıştır. ANOVA

testi sonucu anlamlı farklılık elde edilen gruplar arasında farklılığın hangi gruptan kaynaklandığı anlamak için çoklu karşılaştırma testlerinden “TUKEY Testi” yapılmıştır. İstatistiksel analiz sonucu verilerin ortalama, standart sapma ve p değerleri verilmiştir. Anlamlılık düzeyi $p = 0,05$ olarak alınmış ve $p < 0,05$ olması istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.



4. BULGULAR

Çalışmaya, dahil edilme kriterlerine uygun 18-35 yaş aralığında işitme fonksiyonu normal olan 30 birey katılmıştır. Çalışmaya dahil edilen bireylerin yaş ortalamaları ve cinsiyet dağılımları Tablo 10'da verilmiştir. Buna göre çalışmaya katılan kadınların oranı 16 (%53) erkeklerin oranı 14 (%47) elde edilmiştir. Bireylerin yaş ortalamaları incelendiğinde kadınların yaş ortalaması (Ort.= 23,75, SS = 1,88), erkeklerin (Ort.= 24,21, SS = 3,54) yaş ortalamasından düşük bulunmuştur.

Tablo 10. Bireylerin yaş ve cinsiyete göre dağılımı

Cinsiyet	N	Min/Max yaş	Yaş (Ort ± SS)
Kadın	16	18-35	23,75 ± 1,88
Erkek	14	18-35	24,21 ± 3,54

(N: Kişi sayısı, Min: Minimum, Max:Maksimum, Ort: Ortalama, SS: Standart sapma)

4.1. Bireylerin Saf Ses Hava ve Kemik Yolu İşitme Eşik Bulguları

Çalışmada bireylerin sağ ve sol kulak hava yolu işitme eşikleri (125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 6000 ve 8000 Hz) ve kemik yolu (500, 1000, 2000 ve 4000 Hz) işitme eşiklerine ilişkin analizler Tablo 11 ve Tablo 12'de verilmiştir.

Tablo 11 incelendiğinde bütün frekanslarda bilateral hava yolu işitme eşikleri normal sınırlarda (-10 - +15 dB) elde edilmiştir. Saf ses hava yolu (125, 250, 1000, 2000, 4000 ve 8000 Hz) işitme eşik ortalamalarında sağ kulağın ortalamaları sol kulağa göre daha yüksek bulunmuştur. Sağ (Ort.= 14,50, SS = 5,67) ve sol kulak (Ort.= 13,67, SS = 7,52) hava yolu eşiklerinde en yüksek ortalama 8000 Hz'de elde edilmiştir. En düşük hava yolu işitme eşik ortalaması ise sağ kulakta 500 Hz (Ort.= 6,33, SS = 4,06) ve sol kulakta 1000 Hz'de (Ort.= 6,50, SS = 4,50) bulunmuştur.

Tablo 12 incelendiğinde ölçüm yapılan bütün frekanslarda bilateral kemik yolu işitme eşikleri normal sınırlarda (-10 - +15 dB) elde edilmiştir. Saf ses kemik yolu işitme eşik ortalamaları incelendiğinde sağ kulağın ortalamaları (500 Hz: Ort.= 4,00, SS = 3,00; 1000 Hz: Ort.= 3,83, SS = 3,33; 2000 Hz: Ort.= 4,00, SS = 3,51; 4000 Hz: Ort.= 4,50, SS = 3,81) sol kulağa (500 Hz: Ort.= 3,67, SS = 3,39; 1000 Hz: Ort.= 3,17, SS = 3,02; 2000 Hz: Ort.= 3,50, SS = 2,92; 4000 Hz: Ort.= 3,17, SS = 3,02) göre daha yüksek bulunmuştur.

Tablo 11. Bireylerin sağ ve sol kulak saf ses hava yolu işitme eşik ortalamalarının frekanslara göre dağılımı

Frekanslar	Sağ kulak				Sol kulak		
	N	Ort ± SS	Min.	Max.	Ort ± SS	Min.	Max.
125 Hz	30	8,00 ± 4,39	0	15	7,33 ± 4,22	0	20
250 Hz	30	7,83 ± 3,80	0	15	6,83 ± 3,53	0	15
500 Hz	30	6,33 ± 4,06	0	15	6,83 ± 4,17	0	15
1000 Hz	30	7,83 ± 4,21	0	15	6,50 ± 4,50	0	15
2000 Hz	30	7,00 ± 4,56	0	15	6,67 ± 5,21	0	20
4000 Hz	30	9,17 ± 4,66	0	20	8,17 ± 5,98	0	20
6000 Hz	30	12,33 ± 5,28	0	20	12,33 ± 7,38	0	30
8000 Hz	30	14,50 ± 5,67	5	30	13,67 ± 7,52	0	30

(N: Kişi sayısı, Min: Minimum, Max:Maksimum, Ort: Ortalama, SS: Standart sapma)

Tablo 12. Bireylerin sağ ve sol kulak saf ses kemik yolu işitme eşik ortalamalarının frekanslara göre dağılımı

Frekanslar	Sağ kulak				Sol kulak		
	N	Ort ± SS	Min.	Max.	Ort ± SS	Min.	Max.
500 Hz	30	4,00 ± 3,00	0	10	3,67 ± 3,39	0	10
1000 Hz	30	3,83 ± 3,33	0	10	3,17 ± 3,02	0	10
2000 Hz	30	4,00 ± 3,51	0	10	3,50 ± 2,92	0	10
4000 Hz	30	4,50 ± 3,81	0	15	3,17 ± 3,02	0	10

(N: Kişi sayısı, Min: Minimum, Max:Maksimum, Ort: Ortalama, SS: Standart sapma)

4.2. Bireylerin Timpanometrik Değerlendirme Bulguları

Timpanometrik ölçüm bulguları Tablo 13’te verilmiştir. Tablo 13 incelendiğinde bilateral orta kulak basıncı (-100 - +50 daPa), orta kulak complians değeri (0,37-1,66 mmho) ve eş değer dış kulak kanalı hacmi (0,6-2,00 ml) normal sınırlarda ve bireylerin timpanogram şekilleri tip A olarak elde edilmiştir. Sol kulakta orta kulak basıncı (Ort.= 14,3, SS = 20,54) sağ kulağa göre (Ort.= 8,9, SS = 14,10) daha yüksek bulunmuştur. Sağ kulakta orta kulak complians değeri (Ort.= 0,78, SS = 0,25) ve eş değer dış kulak kanalı hacmi (Ort.= 1,36, SS = 0,24) sol kulağın orta kulak complians (Ort.= 0,77, SS = 0,33) ve eş değer dış kulak kanalı hacmine (Ort.= 1,35, SS = 0,24) göre daha yüksek elde edilmiştir.

Tablo 13. Bireylerin sağ ve sol kulak timpanometrik test sonuçlarının dağılımı

Değişken	Sağ kulak				Sol kulak		
	N	Ort ± SS	Min.	Max.	Ort ± SS	Min.	Max.
Orta kulak basıncı (daPa)	30	8,9 ± 14,10	54,0	21	14,3 ± 20,54	79,0	13
Orta kulak komplians değeri (mmho)	30	0,78 ± 0,25	0,4	1,4	0,77 ± 0,33	0,4	1,7
Eş değer dış kulak kanalı hacmi (ml)	30	1,36 ± 0,24	1,06	1,91	1,35 ± 0,24	0,98	1,96

(N: Kişi sayısı, Min: Minimum, Max:Maksimum, Ort: Ortalama, SS: Standart sapma)

4.3. Bireylerin Akustik Refleks Bulguları

İpsilateral 500, 1000 ve 2000 Hz’lerde gerçekleştirilen akustik refleks ölçüm sonucu elde edilen bulgular Tablo 14’te verilmiştir. Tablo 14 incelendiğinde bilateral 500, 1000 ve 2000 Hz’de akustik refleks eşik ortalamaları normal sınırlarda elde edilmiştir. 500 Hz’de akustik refleks eşik ortalamaları sağ ve sol kulakta aynı bulunmuştur (Ort.= 87,33). 1000 ve 2000 Hz’de sağ kulakta akustik refleks eşik ortalamaları (1000 Hz Ort.= 87,67, SS = 5,68; 2000 Hz Ort.= 88,83, SS = 5,42) sol kulağa (1000 Hz Ort.= 87,00, SS = 4,66; 2000 Hz Ort. = 88,17, SS = 5,36) göre daha yüksek elde edilmiştir.

Tablo 14. Bireylerin sağ ve sol kulak akustik refleks sonuçları

Frekanslar	Sağ kulak				Sol kulak		
	N	Ort ± SS	Min.	Max.	Ort ± SS	Min.	Max.
500 Hz	30	87,33 ± 5,68	80	100	87,33 ± 5,20	80	100
1000 Hz	30	87,67 ± 5,68	80	100	87,00 ± 4,66	80	95
2000 Hz	30	88,83 ± 5,42	80	100	88,17 ± 5,36	80	100

(N: Kişi sayısı, Min: Minimum, Max:Maksimum, Ort: Ortalama, SS: Standart sapma)

4.4. ABR Latans Bulguları

Çalışmaya ilk olarak 90 dBnHL şiddet seviyesinde sırasıyla alternating, condensation ve rarefaction polariteler kullanılarak sağ ve sol kulağın I. III. ve V. dalga latansları ve I-III, III-V ve I-V dalgalar arası latans ölçümleri ile başlanmıştır. Uyarın şiddet seviyesi

kademeli azaltılarak 70, 50 ve 30 dBnHL şiddet seviyelerinden üç farklı polaritede, sağ ve sol kulak ABR dalgaları elde edilmiştir. Bulgular, ayrıntılı olarak başlıklar halinde aşağıda verilmiştir.

4.4.1. 90 dBnHL Şiddet Seviyesinde Dalga Latans Bulguları

Chirp uyaran ile 90 dBnHL şiddet seviyesinde alternating, condensation ve rarefaction polariteler kullanılarak sağ ve sol kulaktan elde edilen ABR I. dalga latans bulguları Tablo 15'te verilmiştir. 90 dBnHL'de sağ ve sol kulakta uyaran polariteleri ve I. dalga latans değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0.05$). Sağ kulakta, I. dalga latanslarının alternating polaritede (Ort.= 1,39, SS = 0,12) diğer uyaran polaritelerine kıyasla daha kısa, condensation polaritede (Ort.= 1,44, SS = 0,11) daha uzun olduğu görülmüştür. Sol kulakta ise I. dalga latansları rarefaction polarite ile (Ort.= 1,44, SS = 0,11) diğer uyaran polaritelerine kıyasla daha kısa, condensation polarite ile (Ort.= 1,48, SS = 0,12) daha uzun elde edilmiştir.

Tablo 15. Bireylerin 90 dBnHL'de sağ ve sol kulak ABR I. dalga latans değerleri

Uyaran şiddet seviyesi (dBnHL)	Kaydedilen dalga latansı	Uyaran polariteleri	N	Ort ± SS	p
90	Sağ kulak I. dalga latansı	Alternating	30	1,39 ± 0,12	0,008*
		Condensation	30	1,44 ± 0,11	
		Rarefaction	30	1,40 ± 0,14	
	Sol kulak I. dalga latansı	Alternating	30	1,45 ± 0,13	0,044*
		Condensation	30	1,48 ± 0,12	
		Rarefaction	30	1,44 ± 0,11	

(* $p < 0,05$, N: Kişi sayısı, Ort: Ortalama, SS: Standart sapma)

Chirp uyaran ile 90 dBnHL şiddet seviyesinde alternating, condensation ve rarefaction polariteler kullanılarak sağ ve sol kulaktan elde edilen ABR III. dalga latans bulguları Tablo 16'da verilmiştir. Sağ kulakta 90 dBnHL'de uyaran polariteleri ve ABR III. dalga latans değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0.05$). Sağ kulakta III. dalga latansları rarefaction ve alternating polariteler ile (Rarefaction: Ort.= 3,48, SS = 0,15; Alternating: Ort.= 3,48, SS = 0,16) condensation (Ort.= 3,51, SS = 0,10) polariteye kıyasla daha kısa elde edilmiştir. Sol kulakta III. dalga latanslarının rarefaction polaritede (Ort.= 3,53, SS = 0,15), alternating (Ort.= 3,54, SS = 0,17) ve condensation (Ort.= 3,55, SS = 0,14) polaritelere kıyasla daha kısa olduğu görülmüştür. Bu sonuçlara

göre sol kulakta uyaran polariteleri ve III. dalga latansları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p>0.05$).

Tablo 16. Bireylerin 90 dBnHL’de sağ ve sol kulak ABR III. dalga latans değerleri

Uyaran şiddet seviyesi (dBnHL)	Kaydedilen dalga latansı	Uyaran polariteleri	N	Ort $\pm$ SS	p
90	Sağ kulak III. dalga latansı	Alternating	30	3,48 $\pm$ 0,16	0,010*
		Condensation	30	3,51 $\pm$ 0,10	
		Rarefaction	30	3,48 $\pm$ 0,15	
	Sol kulak III. dalga latansı	Alternating	30	3,54 $\pm$ 0,17	0,058
		Condensation	30	3,55 $\pm$ 0,14	
		Rarefaction	30	3,53 $\pm$ 0,15	

(* $p<0,05$, N: Kişi sayısı, Ort: Ortalama, SS: Standart sapma)

Chirp uyaran ile 90 dBnHL şiddet seviyesinde alternating, condensation ve rarefaction polariteler kullanılarak sağ ve sol kulaktan elde edilen ABR V. dalga latanslarının sonuçları Tablo 17’de verilmiştir. 90 dBnHL’de sağ ve sol kulakta uyaran polariteleri ve V. dalga latans değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0.05$). Her iki kulakta V. dalga latansları rarefaction polaritede (Sağ kulak: Ort.= 5,39, SS = 0,20; sol kulak: Ort.= 5,59, SS = 0,17) alternating (Sağ kulak: Ort.= 5,43, SS = 0,17; sol kulak: Ort.= 5,43, SS = 0,19) ve condensation (Sağ kulak: Ort.= 5,44, SS = 0,18; sol kulak: Ort.= 5,44, SS = 0,16) polaritelerine kıyasla daha kısa elde edilmiştir.

Tablo 17. Bireylerin 90 dBnHL’de sağ ve sol kulak ABR V. dalga latans değerleri

Uyaran şiddet seviyesi (dBnHL)	Kaydedilen dalga latansı	Uyaran polariteleri	N	Ort $\pm$ SS	p
90	Sağ kulak V. dalga latansı	Alternating	30	5,43 $\pm$ 0,17	0,006*
		Condensation	30	5,44 $\pm$ 0,18	
		Rarefaction	30	5,39 $\pm$ 0,20	
	Sol kulak V. dalga latansı	Alternating	30	5,43 $\pm$ 0,19	0,032*
		Condensation	30	5,44 $\pm$ 0,16	
		Rarefaction	30	5,39 $\pm$ 0,17	

(* $p<0,05$, N: Kişi sayısı, Ort: Ortalama, SS: Standart sapma)

4.4.2. 70 dBnHL Şiddet Seviyesinde Dalga Latans Bulguları

Chirp uyaran ile 70 dBnHL şiddet seviyesinde alternating, condensation ve rarefaction polariteler kullanılarak sağ ve sol kulaktan elde edilen ABR I. dalga latans bulguları Tablo

18’de verilmiştir. Sağ kulakta 70 dBnHL’de I. dalga latansları rarefaction ve alternating polariteler ile (Rarefaction: Ort.= 1,78, SS = 0,12; Alternating: Ort.= 1,78, SS = 0,13) daha kısa, condensation polarite (Ort.= 1,81, SS = 0,16) ile daha uzun elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre sağ kulakta uyaran polariteleri ve I. dalga latans değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p>0.05$). Sol kulakta ise polarite değişikliği yapılarak elde edilen I. dalga latans ortalamaları her üç polaritede aynı elde edilmiş (Alternating Ort.= 1,81, SS = 0,15; condensation Ort.= 1,81, SS = 0,17; rarefaction Ort.= 1,81, SS = 0,14) ve istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p>0.05$).

Tablo 18. Bireylerin 70 dBnHL’de sağ ve sol kulak ABR I. dalga latans değerleri

Uyaran şiddet seviyesi (dBnHL)	Kaydedilen dalga latansı	Uyaran polariteleri	N	Ort ± SS	p
70	Sağ kulak I. dalga latansı	Alternating	30	1,78 ± 0,13	0,054
		Condensation	30	1,81 ± 0,16	
		Rarefaction	30	1,78 ± 0,12	
	Sol kulak I. dalga latansı	Alternating	30	1,81 ± 0,15	0,258
		Condensation	30	1,81 ± 0,17	
		Rarefaction	30	1,81 ± 0,14	

(* $p<0,05$, N: Kişi sayısı, Ort: Ortalama, SS: Standart sapma)

Chirp uyaran ile 70 dBnHL şiddet seviyesinde alternating, condensation ve rarefaction uyaran polariteleri kullanılarak sağ ve sol kulaktan elde edilen ABR III. dalga latans bulguları Tablo 19’da verilmiştir. Sağ kulakta 70 dBnHL’de III. dalga latansları rarefaction ve alternating polariteler (Rarefaction: Ort.= 3,88, SS = 0,14; Alternating: Ort.= 3,88, SS = 0,13) kullanılarak daha kısa, condensation polarite (Ort.= 3,89, SS = 0,13) kullanılarak daha uzun elde edilmiştir. Sol kulakta III. dalga latansları rarefaction polaritede (Ort.= 3,89, SS = 0,15) diğer uyaran polaritelerine kıyasla daha kısa bulunmuştur. Bu sonuçlara göre sağ ve sol kulakta uyaran polariteleri ve III. dalga latans değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p>0.05$).

Tablo 19. Bireylerin 70 dBnHL’de sağ ve sol kulak ABR III. dalga latans değerleri

Uyaran şiddet seviyesi (dBnHL)	Kaydedilen dalga latansı	Uyaran polariteleri	N	Ort ± SS	p
70	Sağ kulak III. dalga latansı	Alternating	30	3,88 ± 0,13	0,085
		Condensation	30	3,89 ± 0,13	
		Rarefaction	30	3,88 ± 0,14	
	Sol kulak III. dalga latansı	Alternating	30	3,92 ± 0,14	0,061
		Condensation	30	3,92 ± 0,18	
		Rarefaction	30	3,89 ± 0,15	

(*p<0,05, N: Kişi sayısı, Ort: Ortalama, SS: Standart sapma)

Chirp uyaran ile 70 dBnHL şiddet seviyesinde alternating, condensation ve rarefaction polariteler kullanılarak sağ ve sol kulaktan elde edilen ABR V. dalga latans bulguları Tablo 20’de verilmiştir. Sağ kulakta 70 dBnHL’de V. dalga latansları alternating polaritede (Ort.= 5,90, SS = 0,13) diğer uyaran polaritelerine kıyasla daha kısa elde edilmiştir. Sol kulakta V. dalga latans ortalamaları her üç polaritede aynı (Alternating Ort.= 5,96, SS = 0,12; condensation Ort.= 5,96, SS = 0,11, rarefaction Ort.= 5,96, SS = 0,11) bulunmuştur. Bu sonuçlara göre 70 dBnHL’de sağ ve sol kulakta uyaran polariteleri ve V. dalga latansları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır (p>0.05).

Tablo 20. Bireylerin 70 dBnHL’de sağ ve sol kulak ABR V. dalga latans değerleri

Uyaran şiddet seviyesi (dBnHL)	Kaydedilen dalga latansı	Uyaran polariteleri	N	Ort ± SS	p
70	Sağ kulak V. dalga latansı	Alternating	30	5,90 ± 0,13	0,485
		Condensation	30	5,92 ± 0,14	
		Rarefaction	30	5,92 ± 0,12	
	Sol kulak V. dalga latansı	Alternating	30	5,96 ± 0,12	0,151
		Condensation	30	5,96 ± 0,11	
		Rarefaction	30	5,96 ± 0,11	

(*p<0,05, N: Kişi sayısı, Ort: Ortalama, SS: Standart sapma)

4.4.3. 50 dBnHL Şiddet Seviyesinde Dalga Latans Bulguları

Chirp uyaran ile 50 dBnHL şiddet seviyesinde sırasıyla alternating, condensation ve rarefaction uyaran polariteleri kullanılarak sağ ve sol kulaktan elde edilen ABR V. dalga latans bulguları Tablo 21’de verilmiştir. Sağ kulakta 50 dBnHL’de uyaran polariteleri ve ABR V. dalga latans değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur

($p < 0.05$). Sağ kulakta V. dalga latansları rarefaction polaritede (Ort.= 6,48, SS = 0,24) alternating (Ort.= 6,50, SS = 0,24) ve condensation (Ort.= 6,55, SS = 0,27) polaritelerine kıyasla daha kısa elde edilmiştir. Sol kulakta V. dalga latansları alternating polaritede (Ort.= 6,46, SS = 0,28), rarefaction (Ort.= 6,50, SS = 0,26) ve condensation (Ort.= 6,50, SS = 0,29) polaritelerine kıyasla daha kısa elde edilmiştir. Ancak, sol kulakta uyaran polariteleri ve V. dalga latansları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p > 0.05$).

Tablo 21. Bireylerin 50 dBnHL’de sağ ve sol kulak ABR V. dalga latans değerleri

Uyaran şiddet seviyesi (dBnHL)	Kaydedilen dalga latansı	Uyaran polariteleri	N	Ort $\pm$ SS	p
50	Sağ kulak V. dalga latansı	Alternating	30	6,50 $\pm$ 0,24	0,044*
		Condensation	30	6,55 $\pm$ 0,27	
		Rarefaction	30	6,48 $\pm$ 0,24	
	Sol kulak V. dalga latansı	Alternating	30	6,46 $\pm$ 0,28	0,057
		Condensation	30	6,50 $\pm$ 0,29	
		Rarefaction	30	6,50 $\pm$ 0,26	

(* $p < 0,05$, N: Kişi sayısı, Ort: Ortalama, SS: Standart sapma)

4.4.4. 30 dBnHL Şiddet Seviyesinde Dalga Latans Bulguları

Chirp uyaran ile 30 dBnHL şiddet seviyesinde alternating, condensation ve rarefaction polariteler kullanılarak sağ ve sol kulaktan elde edilen ABR V. dalga latans bulguları Tablo 22’de verilmiştir. Sol kulakta 30 dBnHL’de uyaran polariteleri ve ABR V. dalga latans değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0.05$). Sol kulakta V. dalga latansları rarefaction polarite ile (Ort.= 7,02, SS = 0,39), alternating (Ort.= 7,03, SS = 0,38) ve condensation (Ort.= 7,04, SS = 0,38) uyaran polaritelerine kıyasla daha kısa elde edilmiştir. Sağ kulakta V. dalga latansları alternating ve rarefaction polaritelerde (Alternating Ort.= 7,02, SS = 0,37; rarefaction Ort.= 7,02, SS = 0,37) condensation polariteye (Ort.= 7,03, SS = 0,38) kıyasla daha kısa bulunmuştur. Bu sonuçlara göre sağ kulakta uyaran polariteleri ve V. dalga latansları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p > 0.05$).

Tablo 22. Bireylerin 30 dBnHL’de sağ ve sol kulak ABR V. dalga latans değerleri

Uyaran şiddet seviyesi (dBnHL)	Kaydedilen dalga latansı	Uyaran polariteleri	N	Ort ± SS	p
30	Sağ kulak V. dalga latansı	Alternating	30	7,02 ± 0,37	0,056
		Condensation	30	7,03 ± 0,38	
		Rarefaction	30	7,02 ± 0,37	
	Sol kulak V. dalga latansı	Alternating	30	7,03 ± 0,38	0,041*
		Condensation	30	7,04 ± 0,38	
		Rarefaction	30	7,02 ± 0,39	

(*p<0,05, N: Kişi sayısı, Ort: Ortalama, SS: Standart sapma)

4.5. Sağ ve Sol Kulak Latans Değerleri Karşılaştırma bulguları

Yapılan analizler sonucunda 90 dBnHL’de sağ kulakta uyaran polariteleri ile ABR I. III. V. dalga latansları ve 50 dBnHL’de V. dalga latansı arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur (p<0.05). Elde edilen bulgular Tablo 23’te verilmiştir. Analizlerde, sağ kulakta 90 dBnHL’de I. dalga latansı ve uyaran polariteleri arasındaki istatistiksel olarak anlamlı çıkan farkın; condensation-alternating polariteler arasında olduğu, III. ve V. dalga latansları ve uyaran polariteleri arasındaki istatistiksel olarak anlamlı çıkan farkın ise rarefaction-condensation polariteler arasında olduğu görülmüştür. 50 dBnHL’de V. dalga latansları ve uyaran polariteleri arasındaki istatistiksel olarak anlamlı çıkan fark ise rarefaction-condensation polaritelerden kaynaklanmaktadır.

Tablo 23. Bireylerin sağ kulak çoklu karşılaştırma bulguları

Polariteler	I. dalga (90 dBnHL)	III. dalga (90 dBnHL)	V. dalga (90 dBnHL)	V. dalga (50 dBnHL)
R X C	0,359	0,049*	0,043*	0,049*
R X A	0,844	1,000	0,184	0,858
C X A	0,037*	0,279	0,866	0,259

(*p<0.05, R: Rarefaction, C: Condensation, A: Alternating)

Yapılan analizler sonucu sol kulakta uyaran polariteleri ile 90 dBnHL’de I. V. dalga latansları ve 30 dBnHL’de V. dalga latansı arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur (p<0.05). Buna göre sol kulakta 90 dBnHL’de I. dalga latansı ve uyaran polariteleri arasındaki istatistiksel olarak anlamlı çıkan farklılığın; condensation-alternating ve rarefaction-condensation polariteler arasında olduğu, V. dalga latansı ve uyaran polariteleri arasındaki anlamlı farkın; rarefaction-condensation polariteler

arasında olduğu görülmüştür. 30 dBnHL’de V. dalga latansı ve uyaran polariteleri arasındaki istatistiksel olarak anlamlı çıkan fark rarefaction-condensation polaritelerden kaynaklanmaktadır (Tablo 24).

Tablo 24. Bireylerin sol kulak çoklu karşılaştırma bulguları

Polariteler	I. dalga (90 dBnHL)	V. dalga (90 dBnHL)	V. dalga (30 dBnHL)
R X C	0,003*	0,005*	0,049*
R X A	0,580	0,055	0,983
C X A	0,044*	0,662	0,886

(*p<0.05, R: Rarefaction, C: Condensation, A: Alternating)

4.6. ABR Dalgalar Arası Latans Bulguları

4.6.1. 90 dBnHL Şiddet Seviyesinde ABR Dalgalar Arası Latans Bulguları

Chirp uyaran ile 90 dBnHL şiddet seviyesinde polarite değişiklikleri yapılarak elde edilen sağ ve sol kulağın I-III, III-V ve I-V dalgalar arası latans analizleri Tablo 25’te verilmiştir. Sağ ve sol kulakta 90 dBnHL’de I-III dalgalar arası latans değerleri condensation polaritede (Sağ kulak Ort.= 2,07, SS = 0,09; sol kulak Ort.= 2,07, SS = 0,06) diğer uyaran polaritelerine kıyasla daha düşük bulunmuştur. III-V ve I-V dalgalar arası latans değerleri rarefaction polaritede (Sağ III-V Ort.= 1,91, SS = 0.10; I-V Ort.= 3,99, SS = 0,11; sol kulak III-V Ort.= 1,86, SS = 0,07; I-V Ort.= 3,95, SS = 0,07) diğer uyaran polaritelerine kıyasla daha düşük elde edilmiştir. Analizlerde, sağ ve sol kulakta uyaran polariteleri ve dalgalar arası latans değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır (p>0.05).

Tablo 25. Bireylerin 90 dBnHL’de ABR dalgalar arası latans değerleri

Kaydedilen dalgalar arası latans	Uyaran polariteleri	Ort ± SS	p
Sağ kulak I-III dalgalar arası latans	Alternating	2,09 ± 0,10	0,915
	Condensation	2,07 ± 0,09	
	Rarefaction	2,08 ± 0,06	
Sol kulak I-III dalgalar arası latans	Alternating	2,09 ± 0,07	0,269
	Condensation	2,07 ± 0,06	
	Rarefaction	2,09 ± 0,07	

Sağ kulak III-V dalgalar arası latans	Alternating	1,95 ± 0,13	0,250
	Condensation	1,93 ± 0,13	
	Rarefaction	1,91 ± 0,10	
Sol kulak III-V dalgalar arası latans	Alternating	1,89 ± 0,06	0,268
	Condensation	1,89 ± 0,08	
	Rarefaction	1,86 ± 0,07	
Sağ kulak I-V dalgalar arası latans	Alternating	4,04 ± 0,13	0,077
	Condensation	4,00 ± 0,12	
	Rarefaction	3,99 ± 0,11	
Sol kulak I-V dalgalar arası latans	Alternating	3,98 ± 0,07	0,652
	Condensation	3,96 ± 0,06	
	Rarefaction	3,95 ± 0,07	

(*p<0,05, Ort: Ortalama, SS: Standart sapma)

4.6.2. 70 dBnHL Şiddet Seviyesinde ABR Dalgalar Arası Latans Bulguları

Chirp uyarın ile 70 dBnHL şiddet seviyesinde polarite değişiklikleri yapılarak elde edilen sağ ve sol kulağın I-III, III-V ve I-V dalgalar arası latans bulguları Tablo 26'da verilmiştir. Sağ kulakta 70 dBnHL'de I-III dalgalarının en düşük dalgalar arası latans değerleri condensation polaritede (Ort.= 2,08, SS = 0,11), sol kulakta ise rarefaction polaritede (Ort.= 2,08, SS = 0,08) bulunmuştur. Sağ kulakta III-V dalgalarının en düşük dalgalar arasındaki latans değerleri alternating polarite (Ort.= 2,02, SS = 0,12) kullanılarak, sol kulakta alternating (Ort.= 2,04, SS = 0,12) ve condensation (Ort.= 2,04, SS = 0,10) polariteler kullanılarak elde edilmiştir. Sağ kulakta I-V dalgalarının en düşük dalgalar arası latans değerleri condensation polaritede (Ort.= 4,11, SS = 0,13) bulunmuştur. Sol kulakta I-V dalgalarının dalgalar arası latans değeri üç polaritede de (Ort. 4,15 ms) aynı elde edilmiştir. Bu sonuçlara göre sağ ve sol kulakta uyarın polariteleri ve dalgalar arası latans değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır (p>0.05).

Tablo 26. Bireylerin 70 dBnHL’de ABR dalgalar arası latans değeri

Kaydedilen dalgalar arası latans	Uyaran polariteleri	Ort ± SS	p
Sağ kulak I-III dalgalar arası latans	Alternating	2,10 ± 0,11	0,212
	Condensation	2,08 ± 0,11	
	Rarefaction	2,10 ± 0,08	
Sol kulak I-III dalgalar arası latans	Alternating	2,11 ± 0,08	0,365
	Condensation	2,11 ± 0,08	
	Rarefaction	2,08 ± 0,08	
Sağ kulak III-V dalgalar arası latans	Alternating	2,02 ± 0,12	0,845
	Condensation	2,03 ± 0,14	
	Rarefaction	2,04 ± 0,12	
Sol kulak III-V dalgalar arası latans	Alternating	2,04 ± 0,12	0,575
	Condensation	2,04 ± 0,10	
	Rarefaction	2,07 ± 0,12	
Sağ kulak I-V dalgalar arası latans	Alternating	4,12 ± 0,14	0,631
	Condensation	4,11 ± 0,13	
	Rarefaction	4,14 ± 0,10	
Sol kulak I-V dalgalar arası latans	Alternating	4,15 ± 0,13	0,980
	Condensation	4,15 ± 0,13	
	Rarefaction	4,15 ± 0,11	

(*p<0,05, Ort: Ortalama, SS: Standart sapma)

5. TARTIŞMA

Çalışma, işitme fonksiyonu normal olan bireylerde chirp uyaran kullanılarak yapılan polarite değişikliklerinin, ABR latans ve dalgalar arası latans değerleri üzerindeki etkilerini karşılaştırmak amacıyla yapılmıştır. ABR, işitme sisteminin nöral bütünlüğü hakkında bilgi verir, bu nedenle kliniklerde hem işitmenin değerlendirilmesi hem de nörolojik hastaların teşhisinde kullanılır (Prabhu ve Jamuar, 2017). Ancak, bu cevapları elde etmek için klinik kullanım amacına göre düzenlenmesi gereken bazı uyaran ve kayıt faktörleri bulunmaktadır. Bu faktörler, cevapların oluşumunu doğrudan etkiler. Cevapların oluşumuna sebep olan faktörleri ve bu faktörlerin cevaplar üzerinde nasıl bir değişiklik oluşturduğunun bilinmesi, ABR sonuçlarını yorumlama açısından oldukça önemlidir (Laumen vd., 2016). Cevapların oluşumunu etkileyen uyaran faktörlerinden birisi de uyaran polaritesidir. Literatürde yapılan çalışmalarda, uyaran polaritelerinin ABR cevaplarının latans, dalgalar arası latans, morfoloji ve amplitüd değerlerini etkilediği bildirilmekle birlikte sonuçlar halen tartışmalıdır ve fikir birliği sağlanamamıştır (Schwartz vd., 1990; Kumar vd., 2013).

Çalışmamızda, sağ kulakta 90 dBnHL'de I. dalga latansı alternating polaritede (Ort.= 1,39 ms) rarefaction ve condensation polaritelerine kıyasla daha kısa elde edilmiştir. Beattie (1988); üç uyaran polaritesi, 9,2/sn rate, 90, 75 ve 60 dBnHL şiddet seviyeleri, 1000 sweep ve click uyaran kullanarak yaptığı çalışmada, sonuçlarımızla benzer şekilde, 90 dBnHL'de I. dalga latansını alternating polaritede (Ort.= 1,38 ms) rarefaction ve condensation polaritelerine kıyasla daha kısa elde etmiştir. Bu sonuç literatürde, yüksek uyaran şiddet seviyelerinde alternating polarite kullanımının artefaktları azalttığı, özellikle I. dalga latansının görünürlüğünü arttırdığı, bunun sonucunda daha net ve kısa dalgalar edilmesiyle açıklanmaktadır (Hood, 2009). Beattie (1988), III. dalga latansının en kısa condensation polaritede (Ort.= 3,51 ms), en uzun rarefaction polaritede (Ort.= 3,58 ms), V. dalga latansının en kısa condensation polaritede (Ort.= 5,62 ms), en uzun alternating polaritede (Ort.= 5,64 ms) elde edildiğini belirtmiştir. Çalışmamız sonuçları, Beattie'nin (1988) çalışmasının 90 dBnHL'de I. dalga latans sonuçlarıyla benzer bulunmuştur. Diğer iki şiddet seviyesi (75 ve 60 dBnHL) benzer olmadığı için sonuçlar tartışılmamıştır. Bununla birlikte, Beattie (1988) çalışması sonucunda elde ettiği cevaplardaki farklılıkların küçük olması ve birkaç koşulda istatistiksel olarak anlamlı fark elde etmiş olmasından dolayı işitmesi normal olan bireylerde uyaran polaritesinin önemli

bir değişken olmadığını belirtmiştir. Benzer şekilde Coats (1978), Rosenhamer vd., (1978) ve Beattie & Boyd, (1984) yapmış oldukları çalışmalarda işitmesi normal olan bireylerde kullanılan uyaran polaritelerinin ABR cevaplarında önemli bir faktör olmadığını bildirmişlerdir.

Fowler vd. (2002), 20 tek taraflı vestibüler schwannoma hastasının nörodiagnostik tanılmasında rarefaction ve condensation polarite, 85-90 dBnHL şiddet seviyesi ve 11/sn rate kullanarak, ABR dalga latansları ile dalgalar arası latanslarını değerlendirmişlerdir. Çalışma sonucunda; tümörsüz kulakta click uyaran kullanılarak elde edilen I. dalga latansları condensation polaritede daha kısa (Ort.= 1,69 ms) rarefaction polaritede daha uzun (Ort.= 1,75 ms) elde edilmiştir. Çalışmamızda ise 90 dBnHL'de sol kulakta I. dalga latansı rarefaction polaritede diğer uyaran polaritelerine kıyasla daha kısa elde edilmiştir. Fowler vd.'nin (2002) çalışmasında uyaran polariteleri ve I. dalga latans değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmazken ($p>0.05$), çalışmamızda anlamlı fark bulunmuştur ($p<0.05$). Fowler vd.'nin (2002) çalışmasında III. dalga latansları condensation polaritede daha kısa (Ort.= 3,80 ms) rarefaction polaritede daha uzun (Ort.= 3,90 ms), çalışmamızda ise sağ kulakta III. dalga latansları rarefaction ve alternating polaritelerde daha kısa, sol kulakta ise rarefaction polaritede daha kısa elde edilmiştir. Fowler vd.'nin (2002) çalışmasında V. dalga latansları rarefaction polarite kullanıldığı zaman daha kısa (Ort.= 5,81 ms), condensation polarite kullanıldığı zaman daha uzun (Ort.= 5,87 ms) bulunmuştur. Çalışmamızda Fowler vd.'nin (2002) yapmış olduğu çalışmaya benzer şekilde 90 dBnHL'de her iki kulakta V. dalga latansı en kısa rarefaction polarite, en uzun condensation polarite kullanılarak elde edilmiştir. Çalışmamızın sonuçları Fowler vd.'nin (2002) yapmış oldukları çalışmada elde edilen V. dalga latans ortalamalarıyla benzer bulunmuştur.

Literatürde, nörodiagnostik tanılamada öncelikle birkaç teorik nedenden dolayı genellikle rarefaction polaritenin condensation polariteye kıyasla tercih edildiği öne sürölmektedir. Bu iki polaritenin, ABR dalga latansları, dalgalar arası latansları ve dalga morfolojisinde değişikliklere yol açtığını bilinmektedir. Bu değişiklikler, işitme hassasiyeti, orta kulak mekanizmaları, iç kulak özellikleri, uyaran frekans içeriği, kullanılan transducer ve jeneratör alanlarından gelen yanıtların geçici toplamı dahil olmak üzere çok sayıda faktöre bağlanmıştır. Çalışmamızda, 90 dBnHL'de I. ve III. dalga latansları literatürle uyumlu bulunmuştur. Fowler vd. (2002), I. ve III. dalga latanslarını

diğer uyaran polaritelerine kıyasla condensation polaritede daha kısa, rarefaction polaritede daha uzun elde etmişlerdir. Condensation polaritede daha kısa latanslar elde etmiş olmalarını ise uyaran ve kayıt parametrelerinin çok sayıda olasılıkla kullanılması, olguların henüz tam olarak anlaşılamaması ve muhtemelen birden fazla faktörden kaynaklandığı savunularıyla açıklamışlardır.

Çalışmamızda 90 dBnHL’de sağ ve sol kulakta I-III dalgalar arası latans değerleri condensation polaritede diğer uyaran polaritelerine kıyasla daha kısa elde edilmiştir. Fowler vd. (2002) yapmış oldukları çalışmada da I-III dalgalar arası latans değerlerini condensation polarite ile daha kısa (Ort.= 2,11 ms), rarefaction polarite ile daha uzun (Ort.= 2,15 ms) bulmuştur. Çalışmamızda III-V ve I-V dalgalar arası latans değerleri rarefaction polaritede diğer uyaran polaritelerine kıyasla daha kısa elde edilmiştir. Fowler vd.’nin (2002) çalışmalarında da III-V ve I-V dalgalar arası latans değerleri rarefaction polarite kullanıldığı zaman daha kısa elde edilirken (Ort.= 1,97 ms, Ort.= 4,10 ms) condensation polarite kullanıldığı zaman daha uzun (Ort.= 2,11 ms, Ort.= 4,18 ms) elde edilmiştir. Sonuç olarak Fowler vd.’nin (2002) yapmış oldukları çalışmadan ve çalışmamızdan elde edilen dalgalar arası latans bulguları birbirine benzer bulunmuştur.

Çalışmamızda, 70 dBnHL’de sağ kulakta I. ve III. dalga latansları, rarefaction ve alternating polariteler kullanılarak daha kısa, condensation polarite kullanılarak daha uzun elde edilmiştir. Sol kulakta III. dalga latansı rarefaction polaritede diğer uyaran polaritelerine kıyasla daha kısa elde edilmiştir. Cengiz vd.’nin (2019), işitmesi normal olan bireylerde click uyaran ile 70, 50 ve 20 dBnHL şiddet seviyelerinde polarite değişiklikleri yaparak gerçekleştirdikleri çalışma sonuçları çalışmamız bulgularına benzer, 70 dBnHL’de I. ve III. dalga latanslarını en kısa rarefaction polaritede (Ort.=1,55 ms, Ort.=3,68 ms), en uzun condensation polaritede (Ort.=1,62 ms, Ort.=3,73 ms) elde edilmiştir. İşitme sistemi uyaranlara farklı tepkiler gösterir, rarefaction polaritede stapes dışı doğru ve corti organındaki yapılar yukarı doğru hareket eder, condensation polaritede bu durumun tam tersi söz konusudur. Baziller membranının yukarı hareketi tüy hücrelerinde depolarizasyona neden olduğu için condensation polariteye kıyasla rarefaction polaritede ABR’nin erken bileşenleri için latanslar biraz daha kısa elde edilmektedir (Musiek vd., 2009). Bu nedenlerle Cengiz vd. (2019), çalışma sonuçlarının, işitme sisteminin uyaranlara tepki verme şeklindeki farklılıklardan kaynaklı olduğunu düşünmüşlerdir.

Çalışmamızda, 70 dBnHL’de sağ kulakta V. dalga latansı en kısa alternating polaritede, en uzun condensation polarite kullanılarak bulunmuştur. Cengiz vd.’nin yaptığı çalışmanın sonuçları (2019) çalışmamızdan elde ettiğimiz bulgulara benzer şekilde 70 dBnHL’de V. dalga latanslarını en kısa alternating polaritede (Ort.= 5,55 ms), en uzun condensation polaritede (Ort.= 5,59 ms) elde edilmiştir.

Çalışmamızda 50 dBnHL’de sol kulakta V. dalga latansı alternating polaritede diğer uyaran polaritelerine kıyasla daha kısa elde edilmiştir, ancak sağ kulakta V. dalga latansı rarefaction polarite kullanılarak diğer uyaran polaritelerinde kıyasla daha kısa elde edilmiştir. Cengiz vd. (2019) çalışmamızda sol kulaktan elde ettiğimiz bulguya benzer şekilde 50 dBnHL’de V. dalga latansını en kısa alternating polaritede (Ort.= 6,18 ms) elde etmişlerdir. Sonuç olarak Cengiz vd. (2019) uyaran polaritelerinin dalga latanslarında değişikliğe yol açtığını gözlemlemişlerdir. I. ve III. dalga latanslarını rarefaction polaritede, V. dalga latanslarını ise alternating polaritede daha kısa elde etmişlerdir. Çalışma sonucunda, V. dalga tespitinde alternating polarite, koklear patolojilerin tanısında rarefaction polaritenin kullanılmasını önermişlerdir.

Cengiz vd. (2019) yapmış oldukları çalışmanın dalgalar arası latans sonuçlarında; 70 dBnHL’de I-III dalgalar arası latans değerleri alternating ve condensation polaritelerde daha kısa, III-V ve I-V dalgalar arası latans değerleri ise condensation polaritede daha kısa elde edilmiştir, ancak yapılan analizlerde uyaran polariteleri ve dalgalar arası latans değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p>0.05$). Çalışmamızda da benzer bulgular elde edilmiştir. Buna göre 70 dBnHL’de sağ kulakta I-III dalgalar arası latans değeri condensation polaritede daha kısa, III-V dalgalar arası latans değeri en düşük alternating polaritede, sol kulakta ise alternating ve condensation polaritede elde edilmiştir. I-V dalgalar arası latans değeri en düşük condensation polaritede bulunmuştur. Çalışmamızda da uyaran polariteleri ile dalgalar arası latans değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p>0.05$). Sonuçlarımız Cengiz vd.’nin (2019) yapmış oldukları çalışma sonuçlarıyla benzer elde edilmiş ve birbirini destekler özelliktedir.

Rawool (1998), yaşlı popülasyonda 70 ve 80 dBnHL şiddet seviyeleri, condensation ve rarefaction polariteler ve click uyaran kullanarak ABR dalgalarının I, II, III ve V latans ve I-II, I-III, III-V ve I-V dalgalar arası latans değerlerini incelemiştir. Çalışma

sonucunda; 80 dBnHL'de I. dalga latansı rarefaction polaritede (Ort.= 1,63 ms) condensation polariteye (Ort.= 1,65 ms) kıyasla daha kısa, 70 dBnHL'de I. dalga latansını condensation polaritede (Ort.= 1,79 ms), rarefaction polariteye (Ort.= 1,73 ms) kıyasla daha kısa bulmuştur. Uyarın polariteleri ve I. dalgaların latans değeri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p>0.05$). Çalışmamızda sağ kulakta 70 dBnHL'de I. dalga latansları rarefaction ve alternating polaritelerde daha kısa, condensation polaritede daha uzun elde edilmiştir. Çalışmamızda, Rawool (1998) yapmış olduğu çalışmaya benzer şekilde uyarın polariteleri ve I. dalgaların latans değeri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p>0.05$).

Çalışmamızda 70 dBnHL'de sağ kulakta III. dalga latansı rarefaction ve alternating polaritelerde daha kısa, condensation polaritede daha uzun, sol kulakta ise III. latansları rarefaction polaritede diğer uyarın polaritelerine kıyasla daha kısa elde edilmiştir. Rawool'un (1998) çalışmasında çalışmamız sonuçlarına benzer şekilde 80 ve 70 dBnHL'de II. III. ve V. dalga latansları rarefaction polarite kullanıldığı zaman condensation polariteye kıyasla daha kısa bulmuştur.

Hughes vd. (1981), 80 dB SPL, 10/sn rate, click uyarın, condensation ve rarefaction polariteler kullanarak uyarın polaritelerinin ABR cevapları üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda; I, II , III, IV ve V. dalga latansları condensation polaritede (Ort.= 1,68 ms, Ort.= 2,84 ms, Ort.= 3,88 ms, Ort.= 5,07 ms, Ort.= 5,80), rarefaction polariteye (Ort.= 1,71 ms, Ort.= 2,95 ms, Ort.= 3,94 ms, Ort.= 5,23 ms, Ort.= 5,82) kıyasla daha kısa elde edilmiştir. Kevanishvili ve Aphonchenko (1981), click uyarın kullanarak condensation ve rarefaction polaritelerinin ABR üzerindeki etkisi araştırmışlardır. Çalışma sonucunda; I. ve VI. dalgalar rarefaction polaritede, II, III ve V. dalga latansları ise condensation polarite kullanıldığı zaman daha kısa elde edilmiştir.

Fowler (1992) 100 peSPL, 25/sn rate ve click uyarın kullanarak işitmesi normal olan bireylerde condensation ve rarefaction polaritelerinin ABR dalga latansları üzerindeki etkilerini incelemiştir. Çalışma sonuçlarında; I. ve III. dalga latansları en kısa rarefaction polaritede (Ort.= 1,74 ms, Ort.= 3,82 ms), en uzun condensation polaritede (Ort.= 1,76 ms, Ort.= 3,83 ms), V. dalga latans değeri ise condensation polaritede rarefaction polariteye kıyasla daha kısa bulmuştur.

Lima vd. (2008), 80, 60, 40 ve 20 dBnHL şiddet seviyelerinde click uyaran kullanarak polarite değişikliklerinin ABR latans ve dalgalar arası latans değerleri üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda; 80 dBnHL’de I. ve V. dalga latansı en kısa rarefaction polaritede (Ort.= 1,68 ms, Ort.= 5,56 ms), en uzun condensation polaritede (Ort.= 1,71 ms, Ort.= 5,70 ms) elde edilmiştir. III. dalga latansı en kısa rarefaction polarite (Ort.= 3,75 ms), en uzun alternating polarite (Ort.= 3,81 ms) kullanılarak bulunmuştur. 60 dBnHL’de V. dalga latansı en kısa rarefaction ve condensation polariteler (Ort.= 6,08 ms) kullanılarak, en uzun alternating polarite (Ort.= 6,09 ms) kullanılarak elde edilmiştir. 40 dBnHL’de V. dalga latansı en kısa condensation polarite (Ort.= 6,86 ms), en uzun alternating polarite (Ort.= 6,89 ms) kullanılarak bulunmuştur. 20 dBnHL’de V. dalga latansı en kısa rarefaction polarite (Ort.= 7,76 ms) en uzun alternating polarite (Ort.= 7,92 ms) kullanılarak elde edilmiştir. Çalışmanın dalgalar arası latans sonuçlarında; I-III dalgalar arası latans değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamazken ($p>0.05$). III-V ve I-V dalgalar arası latans değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0.05$). 80 dBnHL III-V dalgalar arası latans değerleri en düşük rarefaction polarite, en yüksek condensation polarite kullanılarak elde edilmiştir. I-V dalgalar arası latans değerleri en düşük rarefaction polarite, en yüksek condensation ve alternating polariteler kullanılarak elde edilmiştir. Sonuç olarak Lima vd. (2008) III-V, I-V dalgalar arası latans değerlerini ve V. dalga latasını çalışmamızdan elde edilen bulgulara benzer şekilde rarefaction polaritede diğer uyaran polaritelerine kıyasla daha kısa elde edildiğini göstermişlerdir. Bu nedenle, klinik uygulamalarda nörodiagnostik tanılamada yanlış tanıyı önlemek için ABR dalga analizi yapılırken normal rarefaction ve condensation referans değerlerinin kullanılmamasını her kliniğin kendi normatif verilerini oluşturmasını önermişlerdir.

İşitmesi normal olan bireylerde uyaran polaritelerinin önemli değişikliklere neden olduğunu özellikle rarefaction polaritenin dalgaların latanslarını kısalttığı sonucunun elde edildiği diğer çalışmalarda bulunmaktadır. Örneğin; Borg ve Lofqvist (1982), Ornitz & Walter (1975) Maurer vd., (1980) ve Picton vd., (1981) çalışmalarında rarefaction polaritede elde edilen dalga latanslarının diğer uyaran polaritelerine kıyasla daha kısa elde edildiği sonucuna ulaşmışlardır.

Gução vd. (2015), 80 dBnHL’de, 21.7/sn rate kullanarak işitmesi normal olan yetişkinlerde farklı condensation ve rarefaction polariteler kullanılarak ABR dalgalarının

latans ve dalgalar arası latans değerlerini karşılaştırmışlardır. Çalışmamıza benzer şekilde sağ ve sol kulak değerlerini ayrı ayrı belirtmişlerdir. Çalışma sonuçlarında; 80 dBnHL’de sağ kulakta I. dalga latansı rarefaction polaritede daha kısa (Ort.= 1,53 ms), condensation polaritede daha uzun (Ort.= 1,57 ms) elde edilmiştir. Sol kulakta ise, her iki polaritede de I. dalga latans değerleri aynı elde edilmiştir (Ort.= 1,60 ms). III. dalga latansları sağ kulakta her iki polaritede de aynı elde edilmiş (Ort.= 3,53 ms), sol kulakta ise condensation polaritede daha kısa (Ort.= 3,56 ms), rarefaction polaritede daha uzun (Ort.= 3,58 ms) bulunmuştur. Sağ kulakta V. dalga latansı rarefaction polaritede daha kısa (Ort.= 5,28 ms), condensation polaritede daha uzun (Ort.= 5,33 ms) elde edilmiştir. Sol kulakta ise V. dalga latansı, condensation polaritede daha kısa (Ort.= 5,36 ms), rarefaction polaritede daha uzun (Ort.= 5,37 ms) bulunmuştur. Çalışmanın dalgalar arası latans bulgularında; I-III dalgalar arası latans değeri sağ kulakta condensation polaritede daha kısa (Ort.=1,95 ms), rarefaction polaritede daha uzun (Ort.= 2,00 ms) elde edilmiştir. Sol kulakta ise, her iki polaritede de I-III. dalgalar arası latans değerleri (Ort.= 1,95 ms) aynı elde edilmiştir. III-V ve I-V dalgalar arası latans değerleri sağ kulakta rarefaction polaritede daha kısa (Ort.= 1,74 ms, Ort.= 3,75 ms), condensation polaritede daha uzun (Ort.= 1,80 ms, Ort.=3,76 ms) bulunmuştur. Sol kulakta III- V ve I-V dalgalar arası latans değerleri condensation polaritede daha kısa (Ort.= 1,80 ms, Ort.=. 3,76 ms), rarefaction polarite daha uzun (Ort.=1,87 ms, Ort.=3,84 ms) elde edilmiştir.

Köroğlu (2018), 80, 60, 40 ve 20 dBnHL şiddet seviyelerinde click uyaran kullanarak ABR dalgalarının latans ve dalgalar arası latans değerlerini incelemiştir. Çalışma sonuçlarına göre; 80 dBnHL’de I.dalga latansı en kısa rarefaction polarite (Ort.= 1,68 ms), en uzun condensation polarite (Ort.= 1,71 ms) kullanılarak elde edilmiştir. III. dalga latansı en kısa rarefaction polarite (Ort.= 3,75 ms) en uzun alternating polaritede (Ort.= 3,81 ms) bulunmuştur. V. dalga latansı en kısa rarefaction (Ort.= 5,56 ms), en condensation polarite uzun (Ort.= 5,70 ms) kullanılarak elde edilmiştir. 60 dBnHL’de V. dalga latansları en kısa rarefaction ve condensation polariteler (Ort.= 6,08 ms), en uzun alternating polaritede (Ort.= 6,09 ms) bulunmuştur. 40 dBnHL’de V. dalga latansı en kısa condensation polarite (Ort.= 6,86 ms), en uzun alternating polarite (Ort.= 6,89 ms) kullanılarak elde edilmiştir. 20 dBnHL’de V. dalga latansı en kısa rarefaction polarite (Ort.= 7,76 ms) en uzun alternating polaritede (Ort.= 7,92 ms) elde edilmiştir.

Çalışmamızda en düşük uyaran şiddet seviyesi olarak 30 dBnHL kullanılmıştır ve Köroğlu'nun (2018) yaptığı çalışmaya benzer şekilde sol kulakta uyaran polariteleri ve V. dalga latansları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0.05$). Sol kulakta rarefaction polarite kullanılarak elde edilen V. dalga latansı diğer uyaran polaritelerine kıyasla daha kısa elde edilmiştir. Çalışmamızda sağ kulakta V. dalga latansı rarefaction ve alternating polariteler kullanılarak condensation polariteye kıyasla daha kısa bulunmuştur. Çalışmanın dalgalar arası latans sonuçlarına göre; 80 dBnHL'de I-III dalgalar arası latans değeri en kısa rarefaction polarite (Ort.= 2,06 ms), en uzun alternating polarite (Ort.= 2,12 ms) kullanılarak elde edilmiştir. III-V dalgalar arası latans değeri en kısa rarefaction polarite (Ort.= 1,81 ms), en uzun condensation polaritede (Ort.= 1,91 ms) bulunmuştur. I-V dalgalarının dalgalar arası latans değeri en düşük rarefaction polarite (Ort.= 3,87 ms) kullanılarak elde edilirken, en yüksek değerleri condensation ve alternating polarite (Ort.= 3,98 ms) kullanılarak elde edilmiştir. Dzulkarnain vd. (2021), 80 dBnHL'de işitmesi normal olan yetişkinlerde click ve LS chirp uyaran kullanılarak elde edilen ABR cevaplarında uyaran polaritelerinin etkilerini incelemiştir. Çalışma sonucunda; 80 dBnHL'de LS chirp uyaranlarda I. ve V. dalga latansları her üç polaritede de aynı elde edilmiştir (Ort.= 1,40 ms, Ort.= 5,27 ms). LS chirp uyaranda III. dalga en kısa latans rarefaction polaritede (Ort.= 3,47 ms), en uzun alternating ve condensation polariteler (Ort.= 3,53 ms) kullanılarak elde edilmiştir. I-III dalgalar arası latans değerleri LS Chirp uyaranda en düşük rarefaction ve alternating polariteler (Ort.= 2,07 ms), en yüksek condensation polaritede (Ort.= 2,20 ms) bulunmuştur. III-V dalgalar arası latans değerleri LS Chirp uyaranda en düşük condensation polarite (Ort.= 1,73 ms), en yüksek rarefaction ve alternating polariteler (Ort.= 1,80 ms) kullanılarak elde edilmiştir. I-V dalgalar arası latans değeri LS chirp uyaranda en düşük rarefaction ve alternating polariteler (Ort.= 3,87 ms), en yüksek condensation polarite (Ort.= 4,00 ms) kullanılarak bulunmuştur. Sonuç olarak Dzulkarnain vd. (2021) uyaran polaritelerinin dalgaların latans ve dalgalar arası latans değerlerini etkilediğini ve literatürdeki çoğu çalışmaya ve çalışmamıza da benzer olarak özellikle rarefaction polaritenin dalga latanslarında kısaltmaya neden olduğunu göstermiştir.

Literatür incelendiğinde uyaran polaritelerinin ABR cevapları üzerindeki etkileri tartışmalı bir konudur. Çalışmamızda ve diğer çalışmalarda rarefaction polarite kullanılarak elde edilen dalga latansları daha kısa, condensation polarite kullanılarak elde edilen dalga latansları daha uzun bulunmuştur. Bununla birlikte tam tersini belirten çalışmalar da bildirilmiştir. Ayrıca, kliniklerde diğer polaritelere göre artefakt azaltma özelliği olan alternating polaritenin kullanımını öneren çalışmalarda bulunmaktadır. Uyaran polaritelerinin cevaplar üzerinde minimal bir etkisi olduğu veya hiç olmadığını gösteren çalışmalarda mevcuttur. Çalışmamızda ise literatürde yer alan birçok çalışmaya benzer genel olarak rarefaction polarite kullanılarak elde edilen dalga latansları daha kısa condensation polaritede elde edilen dalga latansları daha uzun bulunmuştur. Çalışmamızda, yüksek uyaran şiddet seviyelerinde ABR'nin erken bileşenlerinde alternating polarite kullanımının dalga latanslarını kısalttığı sonucuna da ulaşılmıştır. Bu sonuç, literatürdeki alternating polarite kullanılarak yapılan çalışmalarla da benzerlik göstermektedir. Literatür incelendiğinde, yapılan çalışmalar arasında tutarsızlıklar gözlenmiş ve farklı sonuçlar elde edilmiş ve geçmişten günümüze kadar yapılmış çalışmalarda ABR ölçümünde kullanılan polaritelerin cevaplar üzerinde nasıl bir etki oluşturduğuna dair ortak bir fikre ulaşılmamıştır.

6. SONUÇ

İşitmesi normal olan bireylerde chirp uyaran kullanılarak yapılan polarite değişikliklerinin işitsel beyin sapı cevaplarının latans ve dalgalar arası latans değerleri üzerindeki etkilerinin incelendiği çalışmamız işitmesi normal 30 birey ile gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonuçları aşağıda özetlenmiştir.

- (1) Chirp ABR'de sağ ve sol kulakta 90 dBnHL'de uyaran polariteleri ve I. dalga latans değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0.05$). Sağ kulakta anlamlı farkın; alternating-condensation polariteler arasında olduğu ve I. dalga latanslarının alternating polarite ile daha kısa, condensation polarite ile daha uzun elde edildiği görülmüştür. Sol kulakta anlamlı farkın; condensation-alternating ve rarefaction-condensation polariteler arasında olduğu, I. dalga latansları rarefaction polariteyle daha kısa, condensation polariteyle daha uzun elde edilmiştir.
- (2) Chirp ABR'de sağ kulakta 90 dBnHL'de uyaran polariteleri ve III. dalga latans değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0.05$). Sağ kulakta bu farkın; rarefaction-condensation polariteler arasında olduğu ve rarefaction ve alternating polarite kullanılarak elde edilen III. dalga latanslarının condensation polariteye kıyasla daha kısa, condensation polariteyle elde edilen III. dalga latanslarının ise daha uzun olduğu görülmüştür.
- (3) Chirp ABR'de sol kulakta 90 dBnHL'de III. dalga latansları rarefaction polaritede daha kısa ve condensation polaritede daha uzun elde edilmiştir. Yapılan istatistiksel analiz sonucu III. dalga latansı ile polariteler arasında anlamlı fark bulunmamıştır ($p>0.05$).
- (4) Chirp ABR'de sağ ve sol kulakta 90 dBnHL'de uyaran polariteleri ve V. dalga latans değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0.05$). Her iki kulakta anlamlı farkın; rarefaction-condensation polariteler arasında olduğu ve rarefaction polaritede V. dalga latanslarının daha kısa, condensation polarite ile daha uzun elde edildiği görülmüştür.
- (5) Chirp ABR'de sağ kulakta 70 dBnHL'de I. ve III. dalga latansları rarefaction ve alternating polaritelerde daha kısa, condensation polaritede daha uzun elde

edilmiştir. Yapılan analiz sonucu istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p>0.05$).

- (6) Chirp ABR'de sol kulakta 70 dBnHL'de I. ve V. dalga latansları her üç polaritede aynı elde edilmiş ve istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p>0.05$).
- (7) Chirp ABR'de sol kulakta 70 dBnHL'de III. dalga latansı rarefaction polaritede diğer uyaran polaritelerine kıyasla daha kısa elde edilmiştir. Yapılan analiz sonucu istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p>0.05$).
- (8) Chirp ABR'de sağ kulakta 70 dBnHL'de V. dalga latansının alternating polaritede diğer uyaran polaritelerine kıyasla daha kısa elde edildiği görülmüştür. Yapılan analiz sonucu istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p>0.05$).
- (9) Chirp ABR'de sağ kulakta 50 dBnHL'de uyaran polariteleri ve V. dalga latans değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0.05$). Sağ kulakta bu anlamlı farkın; rarefaction-condensation polariteler arasında olduğu ve rarefaction polaritede V. dalga latanslarının diğer uyaran polaritelerine kıyasla daha kısa, condensation polariteyle daha uzun olduğu görülmüştür. Sol kulakta ise V. dalga latansı alternating polaritede diğer uyaran polaritelerine kıyasla daha kısa edilmiştir. Yapılan analiz sonucu istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p>0.05$).
- (10) Chirp ABR'de sağ kulakta 30 dBnHL'de V. dalga latansları rarefaction ve alternating polariteler kullanılarak daha kısa, condensation polariteyle daha uzun elde edilmiştir. Yapılan analiz sonucu istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p>0.05$). Sol kulakta ise uyaran polariteleri ve V. dalga latansları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<0.05$). Sol kulakta bu anlamlı farkın; rarefaction-condensation polariteler arasında olduğu ve V. dalga latansının rarefaction polaritede diğer uyaran polaritelerinde kıyasla daha kısa elde edildiği görülmüştür.
- (11) Sağ ve sol kulakta 90 dBnHL'de I-III dalgalar arası latans değerleri condensation polaritede diğer uyaran polaritelerine kıyasla daha kısa elde edilmiştir. III-V ve I-V dalgalar arası latans değerleri ise rarefaction polaritede daha kısa elde edilmiştir. Yapılan analiz sonucunda, uyaran polariteleri ile dalgalar arası latans değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamış ve H2 hipotezi doğrulanmamıştır ($p>0.05$).

(12) Sağ kulakta 70 dBnHL'de I-III dalgalar arası latans değerleri condensation polaritede, sol kulakta ise rarefaction polaritede diğer uyaran polaritelerine kıyasla daha kısa elde edilmiştir. Sağ kulakta III-V dalgalar arası latans değerleri alternating polaritede, sol kulakta ise alternating ve condensation polaritelerde daha kısa elde edildiği görülmüştür. Sağ kulakta I-V dalgalar arası latans değerleri condensation polaritede, sol kulakta ise üç polaritede de ortalama dalgalar arası latans değerleri aynı elde edilmiştir. Yapılan analiz sonucunda, uyaran polariteleri ile dalgalar arası latans değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamış ve H2 hipotezi doğrulanmamıştır ($p>0.05$).

Çalışmamızda chirp uyaran kullanılarak yapılan polarite değişikliklerinin I, III ve V dalga latansları ve I-III, III-V ve I-V dalgalar arası latans değerlerinde değişiklikler oluşturduğu sonucuna ulaşılmıştır. İstatistiksel olarak rarefaction polaritede elde edilen dalga latansları diğer uyaran polaritelerine kıyasla daha kısa ve condensation polarite kullanılarak elde edilen dalga latansları daha uzun elde edilmiştir. Ayrıca, yüksek uyaran şiddet seviyelerinde elektriksel artefakt azaltma özelliği sayesinde I. dalga latansının istatistiksel olarak alternating polarite kullanıldığı zaman daha kısa elde edildiği görülmüş ve H1 hipotezi doğrulanmıştır. Dalga latanslarındaki gecikme kullanılan polarite kaynaklıysa ve bu durum dikkate alınmıyorsa koklear patolojiler retrokoklear patoloji olarak kabul edilebilir. Klinik uygulamalarda her kliniğin ABR değerlendirmelerinde, koklear ve retrokoklear patolojilerin ayırıcı tanısını yaparken polariteye bağlı değişikliklerini belirlenmesi, klinik pratikler açısından gerekli görülmektedir. Bu çalışmanın, uyaran polariteleri konusundaki bulguları doğrulamaya ve klinik uygulamalarda kullanılacak normatif değerlerin oluşturulmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Literatürde incelenen çalışmaların çoğu click ve tonal uyaranlar kullanılarak yapılmıştır. Chirp, LS-Chirp, konuşma uyaranları vb. farklı uyaran çeşitleri kullanılarak uyaran polaritelerinin ABR cevapları üzerindeki etkilerini araştıran çalışmalar oldukça azdır. Çalışmamız chirp ABR'de uyaran polarite seçiminin daha iyi anlaşılmasını sağlaması ve farklı çalışmaların sonuçlarının birleşimi açısından oldukça önemlidir. Elde edilen bulguların doğrulanması ve klinik kullanımda standardizasyonunun oluşturulması için iştiraki normal olan bireylerde her iki cinsiyette, farklı uyaran tipleri ve şiddet seviyeleri kullanılarak daha fazla çalışma yapılması önerilmektedir.

7. KAYNAKLAR

- Abadi, S., Khanbabaee, G., & Sheibani, K. (2016). Auditory brainstem response wave amplitude characteristics as a diagnostic tool in children with speech delay with unknown causes. *Iranian Journal of Medical Sciences*, 41(5), 415-21.
- Aleman, M., Holliday, T. A., Nieto, J. E., & Williams, D. C. (2014). Brainstem auditory evoked responses in an equine patient population: part 1 – adult horses. *J Vet Intern Med*, 28(4), 1310-1317.
- Arnold, S. A. (2000). *Auditory diagnosis* (Roeser. R. J, Valente. M ve Hosford-Dunn. H, Eds.). Thieme Medical Publishers.
- Atılgan, A., Yüksel, M., & Ciprut, A. (2019). Cochlear implantation in a case of auditory neuropathy spectrum disorder with capos syndrome. *Medeniyet Med J*, 34, 318-323.
- Baldwin, M., & Watkin, P. (2013). Predicting the degree of hearing loss using click auditory brainstem response in babies referred from newborn hearing screening. *Ear Hear*, 34(3), 361-369.
- Baudhuin, J. L., Hughes, M. L., & Goehring, J. L. (2016). A comparison of alternating polarity and forward masking artifact-reduction methods to resolve the electrically evoked compound action potential. *Ear & Hearing*, 37, 247-255.
- Beattie, R. C. (1988). Interaction of click polarity, stimulus level, and repetition rate on the auditory brainstem response. *Scand Audiol*, 17(2), 99-109.
- Beattie, R. C., & Boyd, R. (1984). Effects of click duration on the latency of the early evoked response. *J Speech Hear Res*. 27(1), 70-76.
- Belgin, E., & Şahlı, A. S. (2017). *Temel odyoloji*. Güneş Tıp Kitabevleri.
- Bellia, C. G. L., Junior, H. A., Marques, J. M., Lüder, D., & Gonçalves, C. G. O. (2020). Brainstem auditory evoked potentials in infants aged 1 to 24 months during a hearing health care service. *Clinics*, 75(1), 1-7.
- Beltrame, A. K., Dahms, N. M., & Runge, C. L. (2021). Auditory brainstem responses in aging dark agouti rats. *Biosci Rep*, 41(2), 1-13.
- Berger, J. R., & Blum, A. S. (2007). *Brainstem auditory evoked potentials*, (Blum, A. S., & Rutkove, S. B, Eds.). Springer.
- Bess, F. H., & Humes, L. E. (2008). *Audiology: The fundamentals*. Lippincott, Williams and Wilkins.
- Beynon, A. J. (2005). Electrically evoked auditory cortical event-related potentials in cochlear implants: the P300 potential. 43(1), 7-44. Erişim adresi: https://www.researchgate.net/publication/8002068_Use_of_the_event-related_P300_potential_in_cochlear_implant_subjects_for_the_study_of_strategy-dependent_speech_processing.
- Bhattacharya, H., Das, S. M., Das, G. C., & Singhamahapatra, A. (2018). Brainstem auditory evoked potential in preterm infants and its relation with gestational age. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 12(5), 5-9.

- Bocskai, T., Németh, A., Bogár, L., & Pyte, J. (2013). Sedation of children for auditory brainstem response using ketamine-midazolam-atropine combination - a retrospective analysis. *Springerplus*, 2(1), 178.
- Boettcher, F. A. (2002). Presbiacusis and auditory brainstem response. *J Speech Lang Hear Res*, 45(6), 1249-1261.
- Borg, E., & Löfqvist, L. (1982). Auditory brainstem response (ABR) to rarefaction and condensation clicks in normal and abnormal ears. *Scand Audiol*, 11(4), 227-235.
- Casteil, L., Viquesnel, A., Favier, V., Guignard, N., Blanchet, C., & Mondain, M. (2017). Study of the efficacy of melatonin for auditory brainstem response (ABR) testing in children. *Elsevier*, 134(1), 373–375.
- Caton, R.(1875). Electrical Currents of the Brain. *The Journal of Nervous and Mental Disease*. 2(4): 610.
- Cengiz, D. U., Ünsal, S., & Gündüz, M. (2019). Assessment of Latency and Amplitude Based on Polarity Change in Auditory-Evoked Brainstem Responses of Normal Hearing Individuals. *Otolaryngol (Sunnyvale)*, 9(4), 1-6.
- Chan, Y., & Goddard, J. C. (2004). *Essential otolaryngology* (Önerci. M ve Korkmaz. H, Çev.). Güneş Tıp Kitabevi.
- Ching, T. Y. C., Day, J., Buynder, P. V., Hou, S., Zhang, V., Seeto, M., Burns, L., & Flynn, C. (2014). Language and speech perception of young children with bimodal fitting or bilateral cochlear implants. *Cochlear Implants Int*, 15(1), 43-46.
- Coats, A. C. (1978). Human auditory nerve action potentials and brain stem evoked responses: latency-intensity functions in detection of cochlear and retrocochlear abnormality. *Arch Otolaryngol*. 104(12), 709-717.
- Cobb, K. M. (2014). *Auditory brainstem responses to air- and bone-conducted chirp stimuli in newborns and young adults*. Doktora Tezi, East Carolina University, ABD.
- Dau, T., Wagner, O., Mellert, V., & Kollmeier, B. (2000) Auditory brainstem responses with optimized chirp signals compensating basilar membrane dispersion. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 107, 1530-1540.
- Davis, H., & Hirsh, S. A. (1979). Slow brain stem response for low-frequency audiometry. *Audiology*, 18(6), 445-61.
- Dun, B. V., Carter, L., & Dillon, H. (2012). Sensitivity of cortical auditory evoked potential detection for hearing-impaired infants in response to short speech sounds. *Audiol Res*, 2(1), 65-76.
- Dzulkarnain, A. A. A., Salamat, S., Shahrudin, F. A., Jamal, F. N., & Zakaria, M. N. (2021). Influence of stimulus polarity on the auditory brainstem response from level-specific chirp. *J Audiol Otol*, 25(4), 199-208.
- Eggermont, J. J. (2019). Auditory brainstem response. *Handbook of Clinical Neurology*, 160(3), 451-464.
- Elberling, C., & Don, M. (2008). Auditory brainstem responses to a chirp stimulus designed from derived-band latencies in normal-hearing subjects. *J Acoust Soc Am*, 124(5), 3022-3037.

- Elsayed, A. M., Hunter, L. L., Keefe, D. H., Feeney, M. P., Brown, D. K., Meinzen-Derr, J. K., Baroch, K., Sullivan-Mahoney, M., Francis, K., & Schaid, L. G. (2015). Air and bone conduction click and tone-burst auditory brainstem thresholds using kalman adaptive processing in nonsedated normal-hearing infants. *Ear Hear*, 36(4), 471-481.
- Esteves, M. C. B. N., Aringa, A. H. B. D., Arruda, G. V., Aringa, A. R. D., & Nardi, J. C. (2009). Brainstem evoked response audiometry in normal hearing subjects. *Braz J Otorhinolaryngol*, 75(3), 420-425.
- Esteves, M. C. B. N., Aringa, A. H. B. D., Arruda, G. V., Aringa, A. R. D., & Nardi, J. C. (2009). Brainstem evoked response audiometry in normal hearing subjects. *Braz J Otorhinolaryngol*, 75(3), 420-425.
- Farouk, M. (2019). Clinical tricks in auditory brainstem response parameters. *Conference: Otology-Minia*. 11 Eylül 2019.
- Fobel, O., & Dau, T. (2004) Searching for the optimal stimulus eliciting auditory brainstem response in humans. *J Acoust Soc Am*, 116, 2213-2222.
- Fowler, C. G. (1992). Effects of stimulus phase on the normal auditory brainstem response. *J Speech Hear Res*. 35(1), 167-174.
- Fowler, C. G., Bauch, C. D., & Olsen, W. O. (2002). Diagnostic implications of stimulus polarity effects on the auditory brainstem response. *J Am Acad Audiol*. 13(2), 72-82.
- Gaetz, M., & Bernstein, D. M. (2001). The current status of electrophysiologic procedures for the assessment of mild traumatic brain injury. *Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 16(4), 386-405.
- Gelfand, S. A. (2016). *Essentials of Audiology*. Thieme Medical Publishers.
- Gorga, M. P., Johnson, T. A., Kaminski, J. K., Beauchaine, K. L., Garner, C. A., & Neely, S. T. (2006). Using a combination of click- and toneburst-evoked auditory brainstem response measurements to estimate pure-tone thresholds. *Ear Hear*, 27(1), 60-74.
- Goutman, J. D., Elgoyhen, A. B., & Gómez-Casati, M. E. (2015). Cochlear hair cells: the sound-sensing machines. *FEBS Letters*, 589, 3354-3361.
- Gução, A. C. B., , Romero, A. C. L., Lemes, F. L., Regaçone, S. F., Valenti, V. E., & Frizzo, A. C. F. (2015). Auditory brainstem responses: stimulus variations. *Journal of Human Growth and Development*, 25(3), 292-296.
- Habib, S. H., & Habib, S. S. (2021). Auditory brainstem response: An overview of neurophysiological implications and clinical applications-A Narrative Review. *J Pak Med Assoc*, 71(9), 2230-2236.
- Hall, J. W. (2007). *New Handbook for Auditory Evoked Responses*. Pearson.
- Hall, J. W. (Ed.). (1992). *Handbook of Auditory Evoked Responses*. Pearson.
- Hall, J.W. (2015). *eHandbook of Auditory Evoked Responses*. Allyn and Bacon.
- Hasani, S., & Jafari, Z. (2013). Effect of infant prematurity on auditory brainstem response at preschool age. *Iranian Journal of Otorhinolaryngology*, 25(2), 107-114.
- Hood, L. J. (2009). *Clinical applications of the auditory brainstem response*. Singular Publishing Group.

- Hughes, J. R., Fino, J., & Gagnon, L. (1981). The importance of phase of stimulus and the reference recording electrode in brain stem auditory evoked potentials. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*, 51(6), 611-623.
- Husain, AM. (2010). Illustrated manual of clinical evoked potentials. Springer Publishing.
- Jager, LB. (2018). Auditory brainstem response (ABR) in clinical practice. Open Access Guide To Audiology And Hearing Aids For Otolaryngologists, 1-9.
- Jalaei, B., Azmi, M. H. A. M., & Zakaria, M. N. (2019). Gender differences in binaural speech-evoked auditory brainstem response: are they clinically significant?. *Braz J Otorhinolaryngol*, 85(4), 486-493.
- James, M. L., & Husain, A M. (2005). Brainstem auditory evoked potential monitoring: When is change in wave V significant? *Neurology*, 65(10), 1551-1555.
- Jasper, R. (1993). Early identification of hearing impairment in infants and young children. NIH Consens Statement, 11(1), 1-24.
- Jiang, Y., Samuel, OW., Asogbon, MG., Chen, S., & Li, G. (2021). Towards optimal selection of stimuli polarity method for effective evoking auditory brainstem responses. *Journal of Integrative Neuroscience*, 20(2), 297-305.
- Kamerer, A. M., Neely, S. T., & Rasetshwane, D. M. (2020). A model of auditory brainstem response wave I morphology. *J Acoust Soc Am*, 147(1), 25-31.
- Katz, J., Chasin, M., English, K., Hood, LJ., & Tillery KL. (2015). Handbook of Clinical Audiology. A Wolters Kluwer Company.
- Kevanishvili, Z., & Aphonchenko, V. (1981). Click polarity inversion effects upon the human brainstem auditory evoked potential. *Scand Audiol*, 10(3), 141-147.
- Köroğlu, A. A. (2018). ABR'de polarite uyaranlarının etkisi. Erişim adresi: <https://metokondri.com/abrde-polarite-uyaranlarinin-etkisi/>. Erişim tarihi: 25 Ekim 2022.
- Kumar, K., Bhat, JS., D'Costa, PE., Srivastava, M., & Kalaiah, MK. (2013). Effect of stimulus polarity on speech evoked auditory brainstem response. *Audiology Research*, 3(1), 52-56.
- Laumen, G., Ferber, A. T., Klump, G. M., & Tollin, D. J. (2016). The physiological basis and clinical use of the binaural interaction component of the auditory brainstem response. *Ear Hear*, 37(5), 276-290.
- Lecoq, L., Gains, M., Blond, L., & Parent, J. (2015). Brainstem auditory evoked responses in foals: reference values, effect of age, rate of acoustic stimulation, and neurologic deficits. *J Vet Intern Med*, 29(1), 362-367.
- Lee, EM., Seok, HY., Park, KD., & Seo, DW. (2018). Evoked potential: basic requirements and guidelines for writing reports. *The Korean Society Of Clinical Neurophysiology*, 20(1), 18-25.
- Lee, J. H., Park, H. S., Wei, Q., Kim, M. N., & Cho, J. H. (2017). Difference of auditory brainstem responses by stimulating to round and oval window in animal experiments. *Bioengineered*, 8(1), 8-13.
- Legatt, A. D. (2018). Electrophysiology of cranial nerve testing: auditory nerve. *Journal of Clinical Neurophysiology*, 35, 25-38.

- Lima, J. P., de Freitas Alvarenga, K., Foelkel, T. P., Monteiro, C. Z., & Agostinho, R. S. (2008). Polarity stimulation effects on brainstem auditory evoked potentials. *Braz J Otorhinolaryngol*, 74(5), 725-730.
- Lohr, B. (2012). Auditory brainstem responses and auditory thresholds in woodpeckers. *J Acoust Soc Am*, 33(1), 337-342.
- Lourenço, E. A., de Oliveira, M. H., Umemura, A., Vargas, A. L., Lopes, K. C., & Júnior, A. V. P., (2008). Evoked response audiometry according to gender and age: findings and usefulness. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, 74(4), 545-551.
- Lu, T. M., Wu, F. W., Chang, H., & Lin, H. C. (2017). Using click-evoked auditory brainstem response thresholds in infants to estimate the corresponding pure-tone audiometry thresholds in children referred from UNHS. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 95(1), 57-62.
- Maddox, R. K., & Lee, A. K. C. (2018). Auditory brainstem responses to continuous natural speech in human listeners. *eNeuro*, 5(1), 1-13.
- Maloff, E., & Hood, L. J. (2014) Auditory brainstem responses elicited by chirp stimuli in adults with normal hearing and sensorineural hearing loss. *Ear Hear*, 35, 271-282.
- Martin, D. K., Dille, M. F., McMillan, G., Griest, S., McDermott, D., Fausti, S. A., & Austin, D. F. (2012). Age-related changes in the auditory brainstem response. *J Am Acad Audiol*, 23(1), 18-35.
- Maurer, K., Schafer, E., & Leitner, H. (1980). The effect of varying stimulus polarity (rarefaction vs. condensation) on early auditory evoked potentials (EAEPs). *Electroenceph Clin Neurophysiol*, 50, 332-334.
- McFadden, D., Champlin, C. A., Pho, M. H., Pasanen, E. G., Maloney, M. M., & Leshikar, E. M. (2021). Auditory evoked potentials: Differences by sex, race, and menstrual cycle and correlations with common psychoacoustical tasks. *PLoS One*, 16(5), 2-30.
- Miron, O., Roth, D. A. E., Gabis, L. V., Henkin, Y., Shefer, S., Dinstein, I., & Geva, R. (2016). Prolonged auditory brainstem responses in infants with autism. *Autism Res*, 9(6), 689-695.
- Møller, A.R. (2006). Hearing anatomy, physiology and disorders of auditory systems. Plural Publishing.
- Musiek, F. E., Gonzalez, J. E., & Baran, J. A. (2015). Auditory brainstem response: differential diagnosis (Katz, J., Chasin, M., English, K., Hood, L. J., & Tillery, K. L, Eds.). A Wolters Kluwer Company.
- Mühler, R., Rahne, T., & Verhey, J. L. (2013). Auditory brainstem responses to broad-band chirps: Amplitude growth functions in sedated and anaesthetised infants. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 77(1), 49-53.
- Oliveira, L. S., Didoné, D. D., & Durante, A. S. (2018). Automated cortical auditory evoked potentials threshold estimation in neonates. *Braz J Otorhinolaryngol*, 85(2), 206-212.
- Ornitz, E. M., & Walter, D. O. (1975). The effect of sound pressure waveform on human brain stem auditory evoked responses. *Brain Res*, 92(3), 490-498.
- Pani, S., Sahoo, A., Chatterjee, I., & Dutta, P. (2021). The effect of stimulus rates in chirp and click evoked auditory brainstem response in adults with normal hearing sensitivity. *Bengal Journal of Otolaryngology and Head Neck Surgery*, 28(3), 248-254.

- Parker, A., Slack, C., & Skoe, E. (2020). Comparisons of auditory brainstem responses between a laboratory and simulated home environment. *J Speech Lang Hear Res*, 63(11), 3877-3892.
- Parkkonen, L., Fujiki, N., & Makela, J. P. (2009). Sources of auditory brainstem responses revisited: contribution by magnetoencephalography. *Human Brain Mapping*, 30(6), 1772-1782.
- Paulraj, M. P., Subramaniam, K., Yacob, S. B., Adom, A. H., & Hema, C. R. (2015). Auditory evoked potential response and hearing loss: a review. *Open Biomed Eng J*, 9(1), 17.24.
- Picton, T. W., John, M. S., Purcell, D. W., & Plourde, G. (2003). Human auditory steady-state responses: the effects of recording technique and state of arousal. *Anesth Analg*, 97(5), 1396-1402.
- Picton, T. W., Stapells, D. R., & Campbell, K. B. (1981). Auditory evoked potentials from the human cochlea and brainstem. *J Otolaryngol Suppl*, 9, 1-41.
- Polonenko, M. J., & Maddox, R. K. (2019). The parallel auditory brainstem response. *Trends in Hearing*, 23(1), 1-17.
- Ponton, C. W., Moore, J. K., & Eggermont, J. J. (1996). Auditory brain stem response generation by parallel pathways: differential maturation of axonal conduction time and synaptic transmission. *Ear Hear*, 17(5), 402-410.
- Prabhu, P., & Jamuar, P. (2017). Prevalence of vestibular symptoms in individuals with auditory neuropathy spectrum disorder A retrospective study. *Intractable Rare Dis Res*, 6(1), 46-49.
- Rawool, V. W. (1998). Effects of click polarity on the auditory brainstem responses of older men. *Audiology*, 37(2), 100-108.
- Roeser, R. J., & Valente, M. (2007). Auditory diagnosis (Roeser. R. J, Valente. M ve Hosford-Dunn. H, Eds.). Thieme Medical Publishers.
- Rosa, L. A., Suzuki, M. R., Angrisani, R. G., & Azevedo, M. F. (2014). Auditory Brainstem Response: reference-values for age. 26(2), 117-121. Erişim adresi: <https://www.scielo.br/pdf/codas/v26n2/2317-1782-codas-26-02-00117.pdf>
- Rosenhamer, H. J., Lindström, B., & Lundborg, T. (1978). On the use of click-evoked electric brainstem responses in audiological diagnosis. I. The variability of the normal response. *Scand Audiol*, 7(4), 193-205.
- Schwartz, D. M., Morris, M. D., Spydell, J. D., Ten Brink, C., Grimi M. A., & Schwartz, J. A. (1990). Influence of click polarity on the brain-stem auditory evoked response (BAER) revisited. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*, 77(6), 445-457.
- Sharma, M., Bist, S. S., & Kumar, S. (2016). Age-related maturation of wave v latency of auditory brainstem response in children. *J Audiol Otol*, 20(2), 97-101.
- Skoe, E., Krizman, J., Anderson, S., & Kraus, N. (2015). Stability and plasticity of auditory brainstem function across the lifespan. *Cereb Cortex*, 25(6), 1415-1426.
- Soares, I. A., Menezes, P. L., Carnauba, A. T. L. & Pereira, L. D. (2010). Standardisation of brainstem auditory evoked potential using a new device. *Pro-Fono Revista de Atualização Científica*, 22(4), 421-426.

- Spitzer, E., White-Schwoch, T., Carr, K. W., Skoe, E., & Kraus, N. (2015). Continued maturation of the click-evoked auditory brainstem response in preschoolers. *J Am Acad Audiol*, 26(1), 30-35.
- Stipdonk, L. W., Weisglas-Kuperus, N., J P Franken, M. C., Nasserinejad, K., Dudink, J., & Goedegebure, A. E. (2016). Auditory brainstem maturation in normal-hearing infants born preterm: a meta-analysis. *Dev Med Child Neurol*, 58(10), 1009-1015.
- Stone, M. A., Visram, A., Harte, J. M., & Munro, K. J. (2019). A Set of Time-and-Frequency-Localized Short-Duration Speech-Like Stimuli for Assessing Hearing-Aid Performance via Cortical Auditory-Evoked Potentials. *Trends Hear*, 23(1), 1-17.
- Talaat, H. S., Hammad, A., El Abedein, A. M. Z. (2020). Hearing threshold evaluation in children using narrow band chirp auditory brainstem response and tone burst auditory brainstem response. *International Journal of Otolaryngology and Head & Neck Surgery*, 9(1), 30-37.
- Ünlü, S. (2016). ABR (Auditory brainstem response) işitsel beyin sapı cevabı pratik bilgiler. Erişim adresi: <http://odysercanunlu.blogspot.com/2016/05/abr-auditory-brainstem-response-isitsel.html>. Erişim tarihi: 25 Ekim 2022.
- Valderrama, J. T., Alvarez, I., Torre, A., Segura, J. C., Sainz, M., & Vargas, J. L. (2012). Recording of auditory brainstem response at high stimulation rates using randomized stimulation and averaging. *J. Acoust Soc Am*, 132 (6), 3856-3865.
- Walsh, P., Kane, N., & Butler, S. (2005). The clinical role of evoked potentials. *Journal Neurol Neurosurg Psychiatry*, 76(2), 16-22.
- Wang, C., & Jiang, Z. D. (2018). Brainstem auditory abnormality in extremely premature babies and the impact of neonatal bronchopulmonary dysplasia. *Acta Obstet Gynecol Scand*, 97(5), 545-551.
- Wang, X., Zhu, M., Samuel, O. W., Wang, X., Zhang, H., Yao, J., Lu, Y., Wang, M., Mukhopadhyay, S. C., Wu, W., Chen, & S., Li, G. (2020). The effects of random stimulation rate on measurements of auditory brainstem response. *Front Hum Neurosci*, 14(78), 1-11.
- Washnik, N. J., Anjum, J., Lundgren, K., & Phillips, S. (2019). A review of the role of auditory evoked potentials in mild traumatic brain injury assessment. *Trends Hear*, 23(1), 1-13.
- Wever, E.G., & Bray, C.W. (1930). Action currents in the auditory nerve in response to acoustical stimulation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 16(5): 344-350.
- Wilkinson, A.R., & Jiang, Ze. D. (2006). Brainstem auditory evoked response in neonatal neurology. *Seminars in Fetal & Neonatal Medicine*, 11(6), 444-51.
- Williamson, T. T., Zhu, X., Walton, J. P., & Frisina, R. D. (2015). Auditory brainstem gap responses start to decline in middle age mice: a novel physiological biomarker for age-related hearing loss. *Cell Tissue Res*, 361(1), 359-369.
- Wilson, W. J., & Mills, P. C. (2005). Brainstem auditory-evoked response in dogs. *Am J Vet Res*, 66(12), 2177-2187.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Dilek SÖYLER

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : 2020, KTO Karatay Üniversitesi, Sağlık Bilimleri
Yüksekokulu, Odyoloji Bölümü, Bölüm Birincisi

Yüksek Lisans Öğrenimi : 2022, KTO Karatay Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim
Enstitüsü, Odyoloji Tezli Yüksek Lisans Programı

Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

Bilimsel Faaliyetleri : Söyler, D., Topçuoğlu, EA., Şirin Keskin, ŞK., & Sunar,
F. (2022). Gürültünün Patofizyolojisi ve İşitme Sistemi Üzerindeki Etkileri. *III. Otoloji
& Odyoloji Kongresi (Sanal)* (ss. 33-34). İstanbul.

Söyler, D., & Topçuoğlu, EA. (2022). *İşitsel
Rehabilitasyonda Uygulama Örnekleri* (Şan, İ., & Önder, S, Eds.). Akademisyen
Kitabevi.

Şan, İ., Aykul, A., & Söyler, D. (2022). Assessment Of
School Refusal In Children With Hearing Loss. *Union Of Thrace Universities V.
International Health Sciences Congress (UTUC)*. Bandırma.

İŞ DENEYİMİ

Çalıştığı Kurumlar : 2020-2021, Odyolog, Önem Özel Eğitim ve
Rehabilitasyon Merkezi.

Tarih: 29 Aralık 2022

EK 1. BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ ONAM FORMU

T.C.

KTO KARATAY ÜNİVERSİTESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ ARAŞTIRMASI

GÖNÜLLÜ ONAM FORMU

KTO Karatay Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Odyoloji Bölümü Tezli Yüksek Lisans Programı öğrencisi Dilek Söyler tarafından “İşitmesi normal olan bireylerde chirp uyaran kullanılarak yapılan polarite değişikliklerinin işitsel beyin sapı cevaplarının (ABR) latans ve dalgalar arası latans değerleri üzerindeki etkilerinin karşılaştırılması” adlı yüksek lisans tez çalışması yürütülecektir. Sizden, araştırma çalışmasına katılım için bu belgeyi imzalayarak onayınız istenmektedir. Bu çalışmanın hiçbir aşamasında kimlik bilgileriniz açıkça kullanılmayacaktır. Uygulanan testlerden elde edilen her bilgi yalnızca bilimsel amaçlar için kullanılacaktır. Bilgileriniz hiçbir kimse ile ya da ticari bir amaç için paylaşılmayacaktır. Çalışmaya katılıp katılmama kararı tamamen size aittir. Çalışmadan herhangi bir zamanda ayrılma özgürlüğüne sahip bulunmaktasınız. Lütfen aşağıda araştırma çalışmasına ilişkin verilen bilgileri dikkatli bir şekilde okuyunuz.

Araştırma Hakkında Bilgiler

Dışarıdan verilen akustik uyaran sonrası 2-10 ms içerisinde elde edilen cevaplar işitsel beyin sapı cevaplarıdır (ABR). ABR objektif bir test olmasına rağmen cevapların ortaya çıkışını etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Bu faktörler, uyaran faktörleri, kayıt faktörleri, patolojik olan bireysel faktörler ve patolojik olmayan bireysel faktörler şeklinde dört ana başlık altında incelenir. ABR testinin analiz edilmesinin ve yorumlanmasının standardı bulunmamaktadır. Bu nedenle bu cevapları etkileyen faktörlerin cevaplar üzerinde nasıl bir etki oluşturduğunun bilinmesi ve klinikte kullanılacak standartların buna göre oluşturulması oldukça önemlidir. Bu bilgilerden hareketle çalışmanın amacı, işitmesi normal olan bireylerde chirp uyaran kullanılarak yapılan polarite değişikliklerinin işitsel beyin sapı cevaplarının latans ve dalgalar arası latans değerleri üzerindeki etkilerini karşılaştırmaktır. Çalışmaya gönüllü olarak katılmayı kabul ettiğinizde, otoskopik muayene, saf ses odyometri, akustik immitansmetri ve ABR testleri yapılacaktır. Testler aynı gün içerisinde ve yukarıda belirtilen sırada uygulanacaktır. Araştırma ile ilgili herhangi bir bilgiye ulaşmak ya da soru sorma ihtiyacınız olduğunda aşağıda verilen araştırmacıya ait telefon ve e-posta adresinden iletişime geçebilirsiniz.

Cep Telefonu: (KVKK gereği silinmiştir)

e-mail: (KVKK gereği silinmiştir)

Katılımcı Onayı

Yukarıda yer alan ve araştırma hakkında gerekli bilgileri okudum ve istenen araştırmanın kapsamını ve amacını ve bana ait sorumlulukları anladım. Çalışma hakkında gerekli yazılı ve sözlü açıklama aşağıda adı-soyadı belirtilen araştırmacı tarafından yapıldı. Tarafıma, çalışmanın muhtemel riskleri ve yararları sözlü olarak anlatıldı. Araştırmacı tarafından kişisel bilgilerimin özenle korunacağı konusunda yeterli güven sağlanmıştır. Bu koşullarda, söz konusu araştırmaya katılmaya hiçbir baskı ve telkin olmaksızın kendi isteğimle onay veriyorum.

Katılımcının;

Kişisel Bilgileri:

Adı-Soyadı:

E-posta:

Cep Tel:

İmza:

Araştırmacının;

Adı-Soyadı: Dilek SÖYLER

E-posta: (KVKK gereği silinmiştir)

Cep Tel: (KVKK gereği silinmiştir)

İmza:

EK 2. HASTA BİLGİ FORMU

1) Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı:

Cinsiyeti:

Yaşı:

2) Hasta Özgeçmişi

1- Kulaklarınızda veya işitmenizde herhangi bir şikâyetiniz var mı? (✓×)

Evet

☐

Hayır

☐

Evet ise; hangi kulağınızdan şikâyetiniz var?

2- İşitme kaybınız için tıbbi veya cerrahi tedavi aldınız mı?

Evet

☐

Hayır

☐

Evet ise; ilacın/tedavinin adı ve hangi kulağa uygulandığı;

3- Daha önce işitme testi yaptırdınız mı?

Evet

☐

Hayır

☐

4- Kulaklarınızda çınlama var mı?

Evet

☐

Hayır

☐

Evet ise; hangi kulakta belirtelim,

5- Kulak zarınızda herhangi delik var mı?

Evet

☐

Hayır

☐

Evet ise; hangi kulakta belirtelim,

6- Daha önceden kulaklarınız ile ilgili teşhis edilmiş başka hastalığınız var mı?

Evet

☐

Hayır

☐

Evet ise; hastalığın adı, kaç yıl önce teşhis edilmiş olması ve şu an ki durumu;

7- Kulaklarınızda son 3 ay içinde herhangi bir akıntı oldu mu?

Evet

☐

Hayır

☐

8- Aşağıdaki sistemik hastalıklardan hangileri sizde varsa ise işaretleyiniz (✓×)

Yüksek tansiyon	
Astım	
Kafa yaralanması	
Migren	
Şeker hastalığı	

Kalp sorunları	
Böbrek rahatsızlığı	

Ek olarak belirtmek istediğiniz herhangi bir hastalığınız varsa yazınız;

9- Aşağıdaki ilaçlardan son bir ay içerisinde kullanmış olduklarınızı işaretleyiniz (✓×)

Antibiyotikler	
Kanser ilaçları	
Tansiyon ilaçları	
Kan sulandırıcı	
Ağrı kesici	
Antidepresanlar	

Ek olarak belirtmek istediğiniz herhangi bir ilaç varsa yazınız;

Kullanmış olduğunuz ilacın aşağıdaki istenilen özelliklerini yazınız;

İlacın adı?	
Kullanılma süresi?	
Kaç gün önce bırakıldı?	
Kaç mg kullanıldı?	
Oluşan yan etkileri?	

ETİK KURUL İZİNİ

T.C.
KTO KARATAY ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
İLAÇ VE TIBBİ CİHAZ DIŞI ARAŞTIRMALAR ETİK KURUL KARARI

Toplantı Sayısı: 09

Toplantı Tarihi: 21.09.2022

Karar Sayısı: 2022/003: Dr. Öğr. Üyesi İclal ŞAN' ın "İşitmesi Normal Olan Bireylerde Chirp Uyara Kullanılarak Yapılan Polarite Değişikliklerinin İşitsel Beyin Sapı Cevaplarının (ABR) Latans ve Dalgala Arası Latans Değerleri Üzerindeki Etkilerinin Karşılaştırılması" başlıklı araştırma projesi çalışması ile ilgi 02.08.2022 tarihli dilekçesi ve ekleri görüşüldü.

Görüşme sonucunda araştırma projesi çalışmasının Dr. Öğr. Üyesi İclal ŞAN sorumluluğund yürütülmesinin uygun olduğuna oy birliği ile karar verildi.

Not: Çalışma ile ilgili gerekli izin ve yasal sorumluluk araştırmacılara aittir.

Sorumlu Araştırmacı: Dr. Öğr. Üyesi İclal ŞAN
Yardımcı Araştırmacı: Dilek SÖYLER

ASLI GİBİDİR

21.09.2022

Prof. Dr. Taner ZİYYLAN

İlaç ve Tıbbi Cihaz Dışı Araştırmalar

Etik Kurul Başkanı