



ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
KULAK BURUN BOĞAZ (ODYOLOJİ) ANABİLİM DALI

**0-6 YAŞ ARASI NORMAL İŞİTEN ÇOCUKLARDA ABR  
(AUDİTORY BRAİNSTEM RESPONSE) TESTİ'NİN  
NORMALİZASYONU**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Kağan DEMİR**

**Samsun  
Şubat - 2018**





ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
KULAK BURUN BOĞAZ (ODYOLOJİ) ANABİLİM DALI

**0-6 YAŞ ARASI NORMAL İŞİTEN ÇOCUKLARDA ABR  
(AUDİTORY BRAİNSTEM RESPONSE) TESTİ'NİN  
NORMALİZASYONU**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Kağan DEMİR**

**DANIŞMAN  
Doç. Dr. Özgür KEMAL**

**Samsun  
Şubat - 2018**

T.C.  
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Kağan DEMİR tarafından Doç. Dr. Özgür KEMAL Danışmanlığında hazırlanan 0-6 YAŞ ARASI NORMAL İŞİTEN ÇOCUKLARDA ABR (AUDITORY BRAINSTEM RESPONSE) TESTİNİN NORMALİZASYONU başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından 09/02/2018 tarihinde yapılan sınav ile Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Doç. Dr. Özgür KEMAL  
Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi  
Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı

Üye : Prof. Dr. Figen BAŞAR  
Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi  
Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı

Üye : Doç. Dr. Ufuk DERİNSU  
Sağlık Bakanlığı Marmara Üniversitesi  
Pendik Eğitim ve Araştırma Hastanesi  
Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı Odyoloji Bilim Dalı

ONAY

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen ve yukarıda adları yazılı jüri üyeleri tarafından uygun görülmüştür.

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

**Prof. Dr. Ahmet UZUN**  
**Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü**

## TEŞEKKÜR

Tez çalışmam boyunca her sıkıntıda yanımda olan, sabır, bilgi ve deneyimleri ile bana yol gösteren, çok değerli hocam ve tez danışmanım Doç. Dr. Özgür KEMAL'e,

Tezimin öneri aşamasından son aşamasına kadar yardımları ve desteği ile yol gösteren; emek, sabır ve güler yüzünü esirgemeyen çok değerli hocam Prof. Dr. Figen BAŞAR'a

Yüksek lisans eğitimime başlamama olanak sağlayan, bilgi ve desteklerini benden esirgemeyen, tanımaktan onur duyduğum değerli hocalarım Ondokuz Mayıs Üniversitesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı Hocalarına,

Destek ve katkılarından dolayı OMÜ KBB kliniği çalışanlarına,

Lisans ve yüksek lisans eğitimini birlikte aldığım sevgili arkadaşlarım Mehmet EKİM, Buse EKİM ve Damla DEVECİ HARMANKAYA ile yüksek lisans eğitimini birlikte tamamladığım sevgili Fatma YÜCEL'e,

Samsun Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nde birlikte çalıştığım Odyoloji Ünitesi çalışanları Odyom. Turgut ÇIRAK, Odyom. Fuat ŞEN, Odyom. Muhammet KİRAZ, Odyom. Nuray METİNER, Odyom. Aslı KOCA, Ody. Ömer KÜÇÜKÖNER, Ody. Nermin BEK KOÇ'a,

Hayatta her koşulda yanımda olan, tüm hatalarımı sabırla karşılayan, bu günlere gelebilmem için hiç bir fedakarlıktan kaçınmayan sevgili aileme

TEŞEKKÜR EDERİM.

## ÖZET

### 0-6 YAŞ ARASI NORMAL İŞİTEN ÇOCUKLARDA ABR (AUDİTORY BRAİNSTEM RESPONSE) TESTİ'NİN NORMALİZASYONU

**Amaç:** Çalışmamızda, normal işiten 0-6 yaş çocuklarda *chirp* uyararı ile elde edilen ABR dalga latanslarının belirlenmesi ve kliniğe ait normatif değerlerin oluşturulması amaçlanmıştır.

**Materyal ve Metod:** Çalışmaya, kliniğimize işitme kaybı dışı sebeplerle başvuran, otoskopik muayenesi ve işitmesi normal olan, otolojik ve sistemik hastalığı olmayan 6 ay ve 6 yaş arası 70 çocuk dahil edildi. Çocuklar yaşlarına göre 7 gruba ayrıldı ve her gruba 5 kız ve 5 erkekte oluşturuldu. Çalışmaya dahil edilen çocuklara KBB muayenesi ile immitansmetrik, odyometrik inceleme yapılarak ABR testi uygulandı. ABR testinde 70, 50 ve 30 dB nHL şiddet düzeyinde 21,1/sn uyararı tekrar oranında *chirp* uyararı ile I, III ve V dalgaları tespit edilerek dalga latansları cinsiyet, yaş ve kulak farkına göre değerlendirildi.

**Bulgular:** Dalga latansları kız ve erkek çocuklarda 70, 50 ve 30 dB nHL şiddet düzeylerinde elde edildi. Ortalama I. Dalga latansı sırasıyla 1,77, 2,31, 2,63 msn olarak, ortalama III. Dalga latansı 3,81, 4,54, 5,01 msn, ortalama V. Dalga latansı 5,57, 6,20, 6,99 msn olarak saptandı. Kız ve erkek çocuklarda latans farkının istatistiksel olarak anlamlı olmadığı bulundu. Yaş arttıkça latans değerlerinin kısaldığı gözlemlendi. Kulaklar arası latans farkının istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermediği saptandı.

**Sonuç:** ABR testinde kullanılan cihaza spesifik normatif değerler oluşturulmalı ve kliniğe ait değerler tespit edilmelidir. Çalışmamızda normal işiten 0-6 yaş grubundan elde edilen *chirp* ABR latans değerleri kliniğimizde değerlendirilen çocuk hastaların tanı/ayırıcı tanısında referans olarak kullanılacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** ABR; *Chirp*; İşitsel beyinsapı cevabı; Normalizasyon

Kağan DEMİR, Yüksek Lisans Tezi

Ondokuz Mayıs Üniversitesi - Samsun, Şubat - 2018

## ABSTRACT

### NORMALIZATION OF THE ABR (AUDITORY BRAINSTEM RESPONSE) TEST IN NORMAL HEARING CHILDREN BETWEEN 0-6 YEARS OLD

**Aim:** The purpose of our study is to determine the latencies of ABR waves obtained with chirp stimulus in 0 to 6 years old normal hearing children and to form normative values for use of clinic.

**Material and Method:** Seventynormal hearing children between 6 months and 6 yearswere included in the study. All patients included in the study had normal otoscopicfindings and they did not have any systemic disease. Children were divided in 7 groups according to their ages. There were 5 boys and 5 girls in each group. All children in the study were underwent physical examination and audiologic evaluation including acoustic immitansmetric, audiometric examination and ABR test. In the ABR test, I, III, and V waves were detected with a chirp stimulus at a rate of 21.1/s stimulus repeat at 70, 50 and 30 dB nHL intensity. Wave latencies were evaluated according to gender, age and ear difference.

**Results:** Wave latencies were obtained and examined at 70, 50 and 30 dB nHL intensity levels from both male and female children. The mean I wave latency was found respectively 1.77, 2.31, 2.63 msn whereas mean III wave latency was 3.81, 4.54, 5.01 msn and mean V latency was 5.57, 6.20, 6.99 msn. The wave latency differences between male and female children was not statistically significant. We found an inverse relationship between latency values and age. Finally, the latency differences between two ears is not statically significant.

**Conclusion:** Each ABR device has specific normative values and they should be determined device, also standard values related for each clinic should be determined, too. Chirp ABR latency data collected from normal hearing children at the age of 0 to 6 will be used as a reference in the diagnosis / differential diagnosis of child patients admitted to our clinic.

**Keywords:** ABR; *Chirp*; Auditory evoked brainstem response; Normalization

**Kağan DEMİR, Master Thesis**

**Ondokuz Mayıs University - Samsun, February - 2018**

## SİMGELER VE KISALTMALAR

<b>ABR</b>	: Auditory Brainstem Response (İşitsel Uyarılmış Beyinsapı Cevabı)
<b>AP</b>	: Aksiyon Potansiyeli
<b>CE-Chirp</b>	: Claus Elberling Chirp
<b>CN</b>	: Cochlear Nucleus
<b>ECochG</b>	: Elektrokokleografi
<b>EEG</b>	: Elektroensefalografi
<b>IC</b>	: Inferior Colliculus
<b>KM</b>	: Koklear Mikrofoni
<b>LL</b>	: Lateral Lemniscus
<b>LLR</b>	: Late Latency Response (Geç Latans Cevapları)
<b>MGB</b>	: Medial Geniculate Body
<b>MLR</b>	: Middle Latency Response (Orta Latans Cevapları)
<b>SOC</b>	: Superior Olivary Complex
<b>SP</b>	: Sumasyon Potansiyeli



## İÇİNDEKİLER

<b>TEŞEKKÜR</b> .....	iii
<b>ÖZET</b> .....	iv
<b>ABSTRACT</b> .....	v
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR</b> .....	vi
<b>1. GİRİŞ</b> .....	1
<b>2.GENEL BİLGİLER</b> .....	3
2.1.ABR Nedir? .....	3
2.2.ABR'nin Tarihçesi .....	3
2.3. ABR Cevaplarının Sınıflandırılması .....	4
2.3.1.Yakın Saha Potansiyelleri .....	5
2.3.2. Uzak Saha Potansiyelleri .....	6
2.4. ABR'nin Nörofizyolojik Temeli .....	8
2.5. ABR'yi Etkileyen Faktörler .....	10
2.5.1. Kişisel Faktörler .....	11
2.5.2. Uyarın ile İlgili Faktörler .....	13
2.5.3. Kayıt ile İlgili Faktörler .....	17
2.6. ABR Değerlendirmesinde Kullanılan Parametreler .....	20
2.7. ABR Normalizasyonu .....	20
<b>3. MATERYAL ve METOT</b> .....	21
3.1. Bireyler .....	21
3.2. Gruplar .....	21
3.3. Seçim Kriterleri .....	22
3.4. Çalışma dışı bırakılma kriterleri .....	22
3.5. KBB muayenesi .....	22
3.6. Ön Görüşme .....	22

3.7. Saf Ses ve Konuşma Odyometrisi .....	23
3.8. İmmitansmetrik Değerlendirme.....	24
3.9. İşitsel Uyarılmış Beyinsapı Potansiyelleri.....	25
3.10. İstatistiksel Değerlendirme .....	28
<b>4.BULGULAR.....</b>	<b>30</b>
<b>5. TARTIŞMA.....</b>	<b>47</b>
<b>6. SONUÇLAR.....</b>	<b>55</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>56</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>63</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>70</b>

## 1. GİRİŞ

Uyarılmış potansiyeller, santral sinir sisteminde duyuşal uyarılara verilen elektriksel cevaplardır. Cerrahi işlem gerektirmeksizin, verilen uyarana cevap olarak oluşur. Sinir sisteminin fonksiyonel bütünlüğünü değerlendirmek için kullanılır. Klinik kullanımda, değerlendirilmek istenen bölgelerde oluşan uyarılar, özel elektrot yerleşimleri ile kayıt edilir (Halliday, 1982; Yvonne, 2009).

İşitsel uyarılmış beyin sapı cevapları (Auditory Brainstem Response, ABR), odyolojik ve nörolojik tanıda kullanılan, hastanın katılımını gerektirmeyen kokleadan başlayarak subkortikal yapılara kadar elektrofizyolojik fonksiyonları değerlendiren noninvaziv ve güvenilir bir testtir. Yeni doğan işitme taramasında, infantların işitmesinin değerlendirilmesinde, test edilmesinde güçlük çekilen yetişkinlerin ve çocukların işitmelerinin değerlendirilmesinde, koklear ve retrokoklear patolojilerin ayırıcı tanısında kullanılmaktadır (Özdamar, 1996).

Dış kulak yoluna ses enerjisi olarak verilen bir uyarının, koklea tarafından elektriksel uyarana çevrilip, işitsel kortekse ulaşması yaklaşık saniyenin üçte biri zamanda gerçekleşir. Nörolojik işitsel yol kokleadan başlayıp, temporal lobdaki işitsel kortekse kadar uzanır. Kokleada başlayan bu süreç başın belirli yerlerine yerleştirilen yüzeysel elektrotlarla elektriksel cevaplar şeklinde kaydedilir. Bu cevapların İlk 2 msn'de Elektrokokleografi (EcocG) cevapları, 10-12 msn'ye kadar İşitsel Beyinsapı Cevapları (Auditory Brainstem Response - ABR), 10-50 msn arasında Orta Latans Cevapları (Middle Latancy Response - MLR) ve 50-300 msn arasında Geç Latans Cevapları (Late Latancy Response - LLR) ölçülür (Hall, 1992; Şafak, 2000).

ABR ölçümlerinde, üç farklı uyarın kullanılmaktadır. Bunlar *click*, *tone-burst* ve *chirp* uyarınlarıdır, en yaygın kullanılan uyarın tipi ise *click* uyarındır. Ancak *click* uyarın kullanılarak elde edilen cevapların kokleanın tümünü değil, 2-4 kHz bölgesini uyardığı ve bu bölgenin cevapları olduğu bilinmektedir (Gorga, 2006). Bu sebeple kokleanın tamamını eş zamanlı uyaracağı ve etkin bir nöral senkronizasyon sağlayacağı düşünülen *chirp* uyarın tasarlanmıştır. *Chirp* uyarın, kokleanın tonotopik organizasyonuna uygun olacak şekilde, alçak frekanslardan başlayarak yüksek frekanslara doğru özel bir frekans dizilime sahiptir. Bu özel dizilimin, *click* uyarana göre daha büyük amplitüdü ABR dalgaları oluşturabileceğini ve kokleayı eş zamanlı olarak uyarabileceğini gösteren çalışmalar bulunmaktadır (Bell, 2002; Gorga, 2006).

Objektif bir yöntem olan ABR testinin sonuçlarını doğru yorumlayıp, yararlanabilmek için belirli teknik kurallara uyulması ve klinik standartların saptanması gereklidir. ABR cevapları, ölçüm sırasında kullanılan parametreler ve ortam şartlarına göre farklılıklar gösterir. Fiziksel ortam uygun olarak düzenlense de, bireye ait faktörler ABR dalgalarının latansını ve morfolojisini etkileyebilmektedir. Bu nedenle, her klinik, kendi kayıt koşullarına ve cihazına göre standartlarını oluşturmalıdır.

Çalışmamızda, normal işiten 0-6 yaş çocuklarda *chirp* uyararı ile elde edilen ABR dalga latanslarının saptanması ve kliniğe ait normatif verilerin oluşturulması amaçlanmıştır.



## 2.GENEL BİLGİLER

### 2.1.ABR Nedir?

Konvansiyonel odyometrik testler büyük ölçüde hasta odyolog işbirliğini gerektiren subjektif testlerdir. İşitmeyi hasta odyolog işbirliği gerektirmeden objektif olarak değerlendirmek uzun zaman boyunca üzerinde çalışılmış bir konudur ve ABR bu çalışmaların temelinde yer alan bir ölçüm yöntemidir. ABR, hasta uyumu gerektirmediği için küçük çocuklarda, yaşlı ve bilinci kapalı hastalarda kolaylıkla kullanılır (Yılmaz, 2003).

ABR, sekizinci sinirinin başından ponsun en üst bölümüne kadar uzanan anatomik bölgede, işitme yollarındaki elektriksel akımın senkronize aktivitesini kaydeden objektif elektrofizyolojik bir testtir (Muş, 2005).

### 2.2.ABR'nin Tarihçesi

ABR ile ilgili çalışmalar 1800'lü yılların sonunda hayvanlarda beyindeki elektriksel aktivitenin ortaya koyulması ile başlamış ve akustik uyarıların beyindeki elektriksel aktivitede farklılıklar çıkardığının farkedilmesi ile sürdürülmüştür. Uzun yıllar boyunca ABR üzerindeki çalışmalar devam etmiştir. Çalışmalar kronolojik olarak sıralanırsa;

Caton (1875), tavşanlar üzerinde yaptığı deneylerde beyinde elektriksel aktivitenin varlığını ortaya koymuştur. “Elektroensefalografi” (Electroencephalography-EEG) adı verilen bu beyin dalgalarını, Pravdich-Neminsky (1913) bir hayvanın kafatasına yerleştirdikleri elektrotlar ve galvanometre cihazı ile fotoğraflamayı başarmışlardır.

O'Connor ve ark. (1927) hızlı tekrarlanan *click* benzeri bir uyarıyı kedi kulağına vererek, oluşan sinir impulslarını kaydetmeyi başarmıştır.

Berger (1929) ilk defa insan beynindeki elektriksel aktivitenin varlığını ortaya koymuştur. Berger (1930) yüksek şiddetli akustik uyarılarla ve gözlerin açılıp kapanmasıyla, beyin dalgalarında değişiklik meydana geldiğini keşfetmiştir.

Mathews ve Adrian (1934) EEG dalgalarının varlığını kesin olarak ortaya koymuştur.

Davis (1939) akustik uyarıların, EEG dalgalarında değişikliklere sebep olduğunu ortaya koymuştur. Aynı yıl içinde uyuyan insanlarda da buna benzeyen EEG kayıtları almıştır.

Dawson (1935) uyarılmış potansiyellerin matematik formülasyonunu yapmıştır (Dawson, 1950).

Clark ve ark. tarafından (1958) ilk defa bilgisayarla averajlama yöntemi uygulaması yapılmıştır. Uyarılmış potansiyel dalgasının, EEG dalgasına oranının yükseltilmesi sağlanarak, yükseltelen EEG dalgası önce sinyal haline getirilmekte, sonra uyarının orijini esas alınarak daha önce kaydedilen yanıtlar averajlanmaktadır. Bu yöntem geliştirilerek günümüz tekniği oluşturulmuştur.

ABR ilk kez Sohmer ve Feinmesser (1967) tarafından kaydedilmiş olmasına rağmen, kullanılan dalgalar ilk Jewett ve Williston tarafından JI, JII, JIII, JIV, JV, JVI ve JVII şeklinde tanımlanmıştır. Araştırmalar ve klinik uygulama ölçümleri araştırıldığında frekansa spesifik ABR ölçüm verileri 1970'lerde başlamıştır. Jewett ve Williston'un (1971) yaptıkları çalışma ile, tonal uyarılarla işitsel uyarılmış beyinsapı potansiyellerinin klinik uygulanabilirliği göstermiştir.

### **2.3. ABR Cevaplarının Sınıflandırılması**

Ses uyarısından sonra işitsel yolda elektriksel aktiviteler meydana gelir. Bu elektriksel aktivite, kendisine ulaşan artırıcı ya da azaltıcı etkilerle dinlenme durumundan uzaklaşan nöronlarda oluşan membranlar arası iyon akımlarının ekstrasellüler bölgede oluşturduğu voltaj değişikliğidir. Ekstrasellüler bölgedeki voltaj değişikliğinin sebebi, sinir lifleri üzerinde hızla ilerleyen aksiyon potansiyelleri, nöron gövdeleri, dendritlerde oluşan yavaş postsinaptik potansiyeller olabilir. Santral sinir sisteminin bir noktasında oluşan potansiyel değişikliğii, cilt yüzeyine iletilir. İşitsel potansiyeller, uyarının başlangıcından sonra ortaya çıkan dalgaların latanslarına, sinirsel kaynaklarına ve kayıt şekillerine göre sınıflandırılırlar (Hall, 1992).

Kayıt şekline göre işitsel uyarılmış potansiyeller iki gruba ayrılarak incelenir:

- a. Koklea içinde meydana gelen elektriksel aktiviteler (reseptör aktivite),
- b. İşitme siniri, beyinsapı ve kortikal merkezlerde meydana gelen elektriksel aktiviteler (nörojenik aktivite).

Reseptör aktiviteler, koklear tüy hücrelerinin elektriksel aktivitelerini yansıtmaktadır. Bunlar koklear mikrofonik (KM), sumasyon potansiyeli (SP) ve aksiyon

potansiyeli (AP)'dir. Nörojenik aktiviteler ise işitme siniri, beyinsapı ve kortikal işitme merkezlerinde oluşan elektriksel aktivitelerdir. Bu aktiviteler, oluşum sürelerine göre erken, orta ve geç potansiyeller olarak adlandırılır (Akyıldız, 2007).

Reseptör aktiviteyi kayıt etmek için yakın saha elektrot yerleşim tekniğinin kullanılması gerekir. Elektrotların potansiyel alanın içine veya yakınına yerleştirilerek, uyarılmış cevapların kaydedilmesine yakın saha tekniği adı verilir (Hall, 2007).

Nörojenik aktiviteyi kayıt etmek için ise uzak saha elektrot yerleşim tekniği kullanılmaktadır. Özel elektrot yerleşimleri kullanılarak ABR dalga kaydı alınabilir (Hall, 2007).

### **2.3.1. Yakın Saha Potansiyelleri**

Koklea ve primer koklear sinir fibrillerinden kaynaklanan potansiyellerdir. Koklear potansiyeller olarak da adlandırılırlar. Elektrokokleografi (EcochG) akustik uyarıyı takiben 2 msn içinde oluşan koklear potansiyellerin kaydedilmesidir. EcochG kliniklerde yüksek frekans eşik tespitinde, Meniere hastalığı ve akustik nörinom tanısında kullanılmaktadır. EcochG transtimpanik ve ekstratimpanik metodlarla kaydedilebilir. İnvaziv transtimpanik metotta iğne şeklindeki elektrot timpanik membranın içinden geçirilerek kokleanın promontoryumuna yerleştirilir. Promontoryuma yerleşim ile yapılan ölçümler, kokleya daha yakın olduğu için daha büyük amplitüdümlü dalgalar elde edilmektedir. Ancak bu yöntem invaziv olması ve lokal anestezi ihtiyacı sebebiyle pratik değildir. Noninvaziv EcochG daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Noninvaziv ölçümler ekstratimpanik yerleşim veya kulak kanalı yerleşimi olarak iki şekilde yapılabilir. EcochG'yi ekstratimpanik elektrot kullanarak anestezi gerektirmeden yapmak mümkündür. Ancak bu şekilde gerçekleştirilen ölçümlerin amplitüdümleri, transtimpanik yerleşimli kayıtlarla yapılan ölçümlere göre oldukça küçüktür (Probst, 1983; Akyol, 1993).

- **Koklear Mikrofonik (KM):**

Koklear mikrofonik, dış tüy hücreleri ve bunların meydana getirdiği potasyum iyonu akımına bağlıdır. Yuvarlak pencereye birkaç milimetre mesafedeki dış tüy hücrelerinden transtimpanik elektrotla kaydedilebilir. Elektrodun yuvarlak pencere nişine göre pozisyonunun değişmesiyle amplitüd ve faz farkı meydana geldiği için kişinin gerçek eşliğini yansıtmaz bu sebeple EcochG'de elde edilen koklear

mikrofoniklerin işitme eşik tayini için klinik öneminin olmadığı varsayılır (Muş, 2005; Hall, 2007).

- **Aksiyon Potansiyeli (AP):**

Aksiyon potansiyeli, alternatif akım voltajıdır. Kokleanın bazalındaki sinir fibrillerindeki elektrik aktivite sonucu oluşur. EcochG'nin majör komponentidir. Koklear sinir fibrillerindeki elektrik aktiviteyi değerlendirdiği için, işitme eşikleri ile yakından ilgilidir. ABR'nin I. Dalgası ile eşdeğerdir. Uyarın şiddeti azaldıkça I. dalğanın latansı uzarken, amplitüdü azalmakta ve morfolojisinde değişiklikler gözlenmektedir (Ferraro, 2002).

- **Sumasyon Potansiyeli (SP):**

Sumasyon potansiyeli, kokleadaki elektriksel aktiviteyi gösteren multikomponent bir potansiyeldir. Normal işitenlerde ancak yüksek uyarın şiddeti ve transtimpanik elektrot kayıt tekniği ile elde edilir. Negatif polaritede oluşan bir potansiyeldir (Glasscock, 1998). SP, KM ile beraber ortaya çıkar ve baziller membranın titreşimi ile varlığını sürdürür. Normalde amplitüdü KM'den düşük olmasına rağmen, yüksek uyarın şiddetlerinde amplitüdü KM'den daha fazla olabilir. SP ve KM, akustik uyarın varlığında skala timpani ile skala media arasındaki basınç değişimleri sonucu oluşur ve baziller membranın hareketlerini yansıtır. Endolenfatik basınç değişimlerini yansıttıkları için klinik uygulamada sıklıkla Meniere hastalığının tanısında kullanılır. Endolenfatik hidrops sonucu oluşan işitme kayıplarında, SP/AP oranı yükselir. Transtimpanik yerleşim kullanıldığında SP/AP oranı 0.3'ten ve ekstratimpanik yerleşim kullanıldığında SP/AP oranı 0.5'ten yüksek elde edilmesi durumunda Meniere hastalığı ile uyumlu kabul edilmektedir (Antonia, 2005).

### **2.3.2. Uzak Saha Potansiyelleri**

Nörolojik aktiviteyi kayıt etmek için özel elektrot yerleşim metodları kullanılır. İşitsel uyarılmış potansiyellerin kaydedilmesinde kullanılan uzak saha tekniğinde aktif elektrot vertekse, referans elektrotlar kulak memesi veya mastoide yerleştirilir (Sung-Woo, 2015). Bu yöntemle kaydedilen yanıtlar ortaya çıktığı latans sürelerine göre 3 gruba ayrılır (Muş, 2005; Hall, 2007):



1. Erken latans yanıtları
- 2.Orta latans yanıtları
3. Geç latans yanıtları

- **Erken Latans Yanıtları**

Uzak saha potansiyeller içinde en geniş kullanım alanına sahip olan test ABR'dir. Picton ve ark. (1974) yaptıkları sınıflamaya göre, akustik uyarıyı takiben 1-10 msn içinde oluşan potansiyeller erken cevaplardır. ABR cevapları çok küçük amplitüde sahip dalgalardır. ABR dalgaları, 8. kranial sinir ve beyin sapı aktivitesini yansıtan yaklaşık 1 msn'lik aralıklarla ayrılmış yedi dalgadan oluşmaktadır. Jewett sınıflamasına (Jewett, 1971) göre dalgalar, roma rakamlarıyla isimlendirilirler. ABR dalgaları tüm insanlarda belirgin olarak elde edildiği için ABR testi kliniklerde yaygın olarak kullanılmaktadır. İşitme eşik tayininde ABR'nin en yüksek amplitüdü bileşeni olan dalga V'in latans ve latans-şiddet grafiği kullanılmaktadır (Muş, 2005).

- **Orta Latans Yanıtları (Middle Latency Response - MLR)**

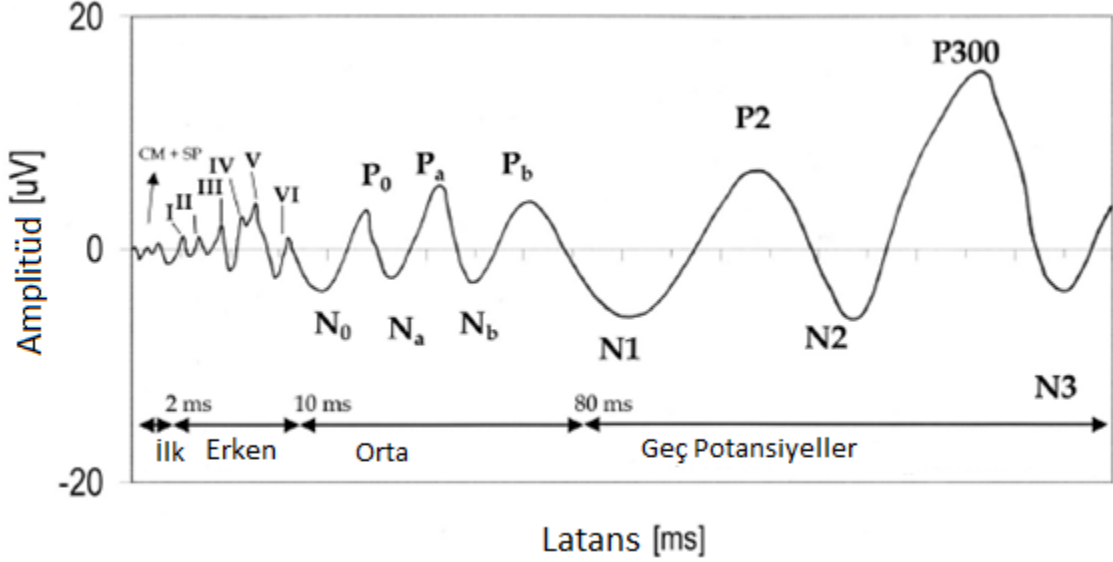
Akustik uyarıyı takiben 10 ile 50 msn içinde meydana gelir. *Click* veya *tone-burst* uyaranlar kullanılarak alınan kayıta ilk dalga Na adı verilen negatif dalgadır. Bu dalgayı Pa pozitif dalgası, Nb negatif dalgası ve Pb pozitif dalgası izler. Bazı bireylerde Nc ve Pc dalgaları da oluşabilmektedir. Elde edilen dalga kayıtlarının işitsel korteksten köken alan, somatomotor ve nörojenik tepkiler olduğu düşünülmektedir (Onitsuka, 2013).

Pa Dalgası yaklaşık 32 msn (30-35 msn) civarında oluşmaktadır. MLR'nin klinik kullanımda en önemli ve en belirgin bileşenidir. Talamus ve primer işitsel korteksten kaynaklandığı düşünülmektedir. İşitme eşiklerine yakın şiddet düzeyinde bile kaydedilebilir. İşitme cihazı ve işitsel implant kullananlarda, kullanılan işitme cihazları veya işitsel implantların fonksiyonunu değerlendirmede kullanılmaktadır. Ancak köken aldığı santral merkezlerden dolayı uyku ve sedasyondan etkilenmektedir. Bu sebeple bebek ve küçük çocuklarda güvenilir sonuçlar elde edilemez (Neves, 2007).

- **Geç Latans Yanıtları (Late Latency Response - LLR)**

Yaklaşık olarak 50-500 msn aralığında meydana gelen bir dizi pozitif ve negatif tepeden oluşur. Sırasıyla P1 (50-80 msn), N1 (100-150 msn) ve P2 (150-200 msn) olarak isimlendirilirler. N1 ve P2 bileşenleri primer işitsel korteks ve primer işitsel

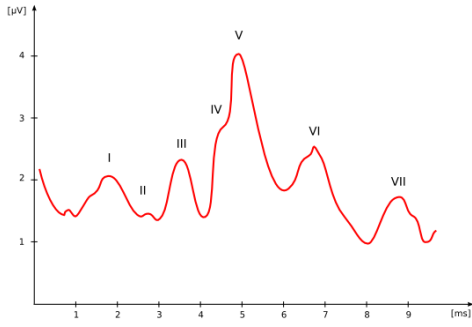
korteksin projeksiyonlarından oluşur. Geç latans cevapları, hastanın dikkatini akustik uyarana vermesini gerektirir. Bu sebeple uyuyanlarda ve anestezi altındaki hastalarda uygulanamaz (Glasscock, 1998; Muş, 2005; Soares, 2010). İşitsel uyarılmış potansiyeller Şekil 2.1'da gösterilmiştir.



Şekil 2.1. İşitsel uyarılmış potansiyeller (Beynon, 2005)

#### 2.4. ABR'nin Nörofizyolojik Temeli

ABR akustik uyarandan verildikten sonra ilk 10 ms içinde görülen toplam yedi dalga tepesinden oluşur. Fakat VI. ve VII. dalgalar herkeste gözlenmez. ABR dalgaları, akustik uyarının, nörolojik işitsel yoldaki sinapslarda yaptığı deşarjdan oluşmaktadır (Hall, 2007). ABR dalgaları sadece bir nukleus tarafından değil, köken aldığı nukleus ve bu nukleusun projeksiyonları sonucu oluşur (Musiek, 1986). ABR dalgaları I-II-III-IV-V- VI ve VII. dalga olarak isimlendirilmiştir. Şekil 2.2'de ABR dalga formu gösterilmiştir.



Şekil 2.2 ABR dalga formu (Wikimedia, 2017)

ABR’de Dalga I, koklear sinirin, internal akustik kanala girdiği noktaya kadar olan kısmın distaline ait bilgileri taşır. Dalga I, sinir fibrillerinin oluşturduğu aksiyon potansiyellerinin bileşimidir. İnsanlar üzerinde yapılan çalışmalarla bu bulgu desteklenmiştir (Hall, 1992). Dalga I’in tepe noktasından sonraki inen kısmı ile ilgili olarak yapılan çalışmalar, koklear sinirin, internal akustik kanaldan çıktığı kısımdaki aktivitesine ait olduğu öne sürmüştür (Moller, 1991; Chevallier, 2001).

Dalga II'nin kökeninin koklear sinirin proksimali olduğu düşünülmektedir. Yapılan intrakraniyal ölçümler ile koklear sinirin uzunluğu ve çapı bulunarak koklear sinirin iletim hızı hesaplanmıştır. Koklear sinirin iletim hızı göz önünde bulundurularak yapılan çalışmalar, Dalga II'nin kökeninin koklear sinirin proksimali olduğu doğrulamıştır (Moller, 1991; Chevallier, 2001).

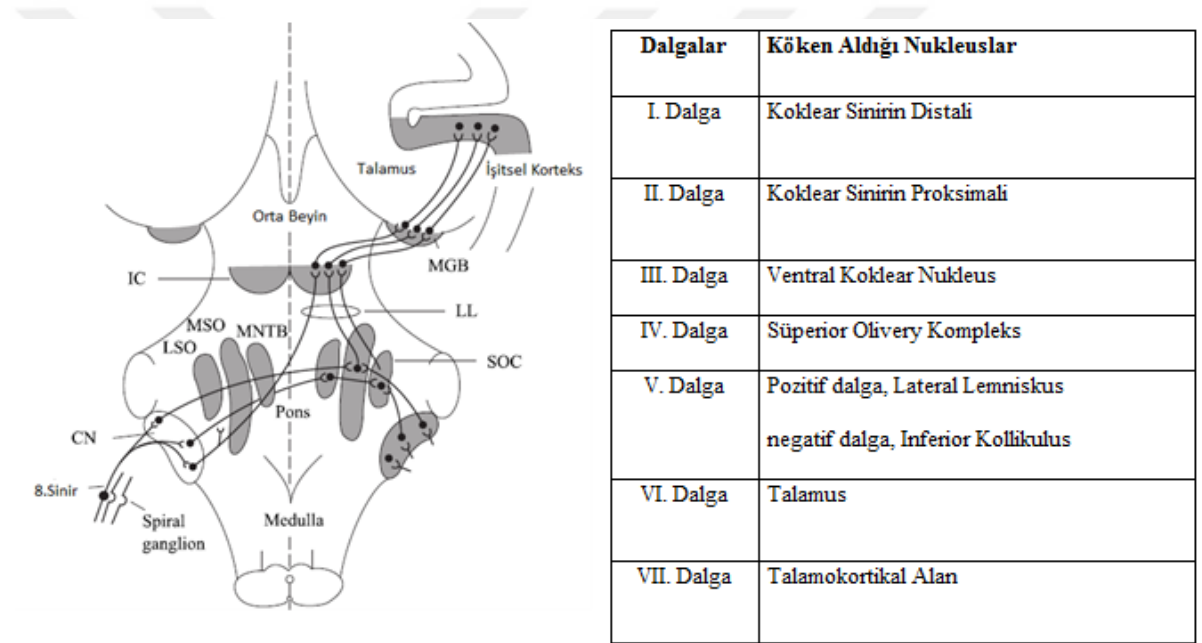
Dalga III’ün kökeninin ventral koklear nukleus olduğu düşünülmektedir. Koklear nukleus, 8. sinir lifleri tarafından innerve edilen yaklaşık 100.000 nöronu içermektedir. Sinir dentritlerinin yerleşimi ve nöronların innervasyonu, ventral koklear nukleusun III. dalga için kaynak olabileceğini düşündürmektedir (Chevallier, 2001).

Dalga IV, genellikle tek başına gözlenmez. Dalga IV-V kompleksi olarak ortaya çıkar. Koklear nükleustan sonra, nörolojik işitsel yollar üst merkezlere projeksiyon vererek dağılmakta ve çaprazlaşmaktadır. Bu durum IV. dalga ve sonraki dalgaların kökenlerini bulmayı zorlaştırır. İntrakraniyal araştırmalar, IV. dalganın tek bir anatomik bölgeden kaynaklanmadığı, superior oliver kompleks ağırlıklı olmak üzere koklear nukleus ve lateral lemniscusta oluşan aktiviteyi de yansıttığını göstermiştir (Moller, 1991; Chevallier, 2001).

Dalga V, klinik uygulamalarda en çok üzerinde durulan komponenttir. Derin elektrot ölçümleri ve spatiotemporal dipol modellemeleriyle, V. dalganın pozitif

voltajının lateral lemniskus projeksiyonlarının inferior kollikulusta sonlanmasıyla; pozitif dalgayı takip eden büyük ve yavaş negatif inişin inferior kollikulustaki dendritik aktivite sonucu oluştuğuna dair bulgular elde edilmiştir (Moller, 1991; Chevallier, 2001).

Dalga VI ve VII.'in nörojenik kaynağı tartışmalıdır. Talamus olduğu ile ilgili çalışmalar bulunmaktadır (Soares, 2010; Hall, 2007). Bunun dışında inferior kollikulustaki nöronların projeksiyonları sonucu oluştuğu da düşünülmektedir (Hall, 1992). **Şekil 2.3'**de ABR dalgalarının kaynakları ve bu nükleusların santral işitsel sistemdeki konumları görülmektedir.



**Şekil 2.3.** Santral işitsel Sistem (Middlebrooks, 2009)

## 2.5. ABR'yi Etkileyen Faktörler

İşitsel uyarılmış beyinsapı potansiyellerinde testin uygulanması esnasında ölçümleri etkileyen etkenler; kişisel faktörler, uyarın ile ilgili faktörler, kayıt ile ilgili faktörlerdir.

### 2.5.1. Kişisel Faktörler

- **Cinsiyet**

Yeni doğanlarda latans ve amplitüd olarak her iki cinsiyet arasında fark yoktur. Ancak periferik ve santral matürasyonların tamamlanıp, dalga latanslarının stabilite kazanmasından sonra, hem latans hem de amplitüd değerleri cinsiyete göre farklılık göstermektedir (Sato, 1991; Hall, 2007).

Yetişkin kadınlarda, yetişkin erkeklere göre latans değerleri daha kısa ve dalga amplitüdüleri daha yüksek gözlenmektedir. Bu farklılığın kadınlarda baş boyutu, sinir uzunluğu ve hormonal yapı ile ilişkili olduğu öne sürülmüştür (Sato, 1991; Hall, 2007).

- **Yaş**

Yaş, ABR ölçümüne etki eden önemli faktörlerdendir. Yenidoğanlarda ve çocuklarda ABR dalga formları, latansları ve amplitüdüleri yetişkinlere göre farklılık gösterir. İnfantlarda dalga latansları ve dalgalar arası latans farkları erişkinlere göre uzundur. Bunun nedeni işitsel yolların maturasyonunun anne karnında başlayıp doğumdan sonra devam etmesidir. Doğum sonrasında dendrit dallanmasında artma ve sinir fibrillerinin çaplarında genişlemeler meydana geldiği gösterilmiştir. Hecox ve Galambos tarafından (1982) V. dalga belirli latans ve genlikte oluşan bir potansiyele sahip olduğu için maturasyonun göstergesi kabul edilmiştir. Yaşın ilerlemesiyle birlikte V. dalga latansı azalmaktadır. Yetişkin formuna 1 yaş ile 14 yaş arasında ulaştığına dair çalışmalar mevcuttur. (Stockard, 1979; Hecox, 1982; Fria, 1984; Costa, 1990; Hood, 1998; Rosa, 2014).

- **Vücut Isısı**

Bireyin vücut ısısının değişkenliği (normal değerden yüksek veya düşük olması) ABR kayıtlarının latans ve amplitüdüleri üzerinde belirgin etkilere sahiptir. Hipotermide, aksonal iletim hızının düşmesi ve sinaptik iletimdeki gecikmeye bağlı olarak ABR dalga latanslarında uzama görülmüştür. Vücut sıcaklığının düşmesi, latanslarda uzamaya ve amplitüdülerde azalmaya neden olur. Picton ve ark. (1983) yüksek vücut ısısının ABR dalga latanslarında kısalmaya neden olduğunu göstermiştir (Hexos, 1982; Rosenblum, 1985).

Rosenblum ve ark. vücut sıcaklığı 14 C° nin altında olduğunda V. dalganın elde edilemediğini belirtmiştir (Rosenblum, 1985).

- **İşitme Kaybının Tipi ve Derecesi**

ABR dalgaları iletim, koklear ve retrokoklear patolojilerden etkilenmektedir. Patolojiye ve patolojinin bulunduğu yere göre dalga morfolojisinde, amplitüdünde, latans ve dalgalar arası latanslarda değişiklikler meydana gelmektedir (Halliday, 1982; Musiek, 1984; Özdamar, 1996).

a.İletim Tipi İşitme Kaybı: Bütün dalga latansları gecikmiş olarak gözlenir fakat dalgalar arası latans farkında normal işitenlerde elde edilen dalgalar arası latans farkına oranla bir değişiklik gözlenmez. Tüm dalga tepelerinin gecikmeleri eşittir (Musiek, 1984; Özdamar, 1996).

b.Koklear İşitme Kaybı: Efektif bir koklear sinyal çıkışının olmadığı yaygın koklear disfonksiyonla karakterize ileri/çok ileri derecede koklear işitme kayıplarında, tüm frekansların etkilenmesi nedeniyle maksimum şiddet düzeylerinde ABR dalgası elde edilemez. Buna karşılık hafif dereceden ileri dereceye kadar olan işitme kayıplarında, elde edilen ABR dalgalarında, dalga latanslarında uzamalar meydana gelir. Dalgalar arası latans farkında uzama yoktur (Musiek, 1984; Özdamar, 1996).

c.Retrokoklear İşitme Kayıpları: Patolojinin bulunduğu noktaya göre sonuçlar farklılık göstermektedir. Alt beyin sapı bölgesi tümörlerinde yaklaşık %30 oranında ABR'de dalga kaydı alınamaz. Bunun sebebi tümörün 8. sinire yaptığı basıdır. Stimulus şiddetinin ABR'nin tüm komponentlerini ortaya çıkarabilecek düzeyde olmasına karşın özellikle geç komponentlerin (III ve V) bulunmadığı dalga kayıtları elde edilebilir. Test prosedürünün değiştirilmemesine rağmen ardışık kayıtlarda patolojinin sebep olduğu nöral desenkronizasyon sonucu farklı morfolojilerde dalga kayıtları alınır.

Genel olarak lezyonun bulunduğu noktadan sonraki nukleuslardan köken alan, ABR dalgaları oluşmayabilir veya daha küçük amplitüdü ve latansı uzamış olarak görülebilir. Bu durum lezyonun büyüklüğü ile direkt olarak ilgilidir (Musiek, 1984; Özdamar, 1996).

- **İlaç Kullanımı**

Diaprazam, lidokain, fenitoin gibi farmakolojik ajanların ABR dalgaları üzerinde değişikliklere sebep olduğu saptanmıştır. Bu durumun, ilaçların nörolojik işitsel yolları suprese etmesi sonucu oluştuğu düşünülmektedir. Gerginliği hafifletmek için kas gevşetici ve sedatif kullanılabilir. Santral sinir sistemi depresyonu yapan barbitüratların

ve intoksikasyon düzeyinde alınan alkolün, ABR dalga latanslarında uzamaya sebep olduğu gözlenmiştir (Japaridze, 1993; Çoban, 2007).

Karbamazepinin (CBZ) işitsel yollar üzerinde inhibisyon yaptığını ortaya koyan araştırmalar bulunmaktadır. Karbamazepin ABR dalgalarından I ve III'ün latanslarında anlamlı uzamalara sebep olmaktadır (Mervaala, 1987; Koçak, 2005). Topiramatin, karbamazepin gibi latansları uzatmadığı gözlenmiştir (Çoban, 2007).

Halothane, nitrous oxyde, meperidine gibi farmakolojik ajanların ABR dalgalarını etkilemediği bilinmektedir (Bell 2002).

- **Uyku ve Kas Aktivitesi**

Hastanın uykuda olmadığı veya teste kooperasyonun sağlanamadığı durumlarda kas artefaktı sebebiyle ABR dalgalarının morfolojisi bozuktur. Bu durumda hastanın işitmesi ile ilgili yorum yapmak yanlışlara sebep olacaktır. Bu sorunun önüne geçmek için hastanın uyumasını sağlamak testin güvenilirliğini artıracaktır (Muş, 2005; Rosa, 2014).

### 2.5.2. Uyarın ile İlgili Faktörler

- **ABR'de Kullanılan Uyarınlar**

ABR testinin klinik kullanımında 3 farklı uyarın kullanılmaktadır.

#### **Click Uyarın**

*Click*, ABR ölçümlerinde en çok tercih edilen uyarındır. Geniş bir frekans bandı içeren, çok kısa süreli (1 ms'nin altında) uyarınlardır. Kokleayı geniş bir frekans bandında uyarması beklenir. Fakat uyarının amplitüdü, kulaklığın elektroakustik özellikleri, dış kulak yolu ve orta kulağın ses iletim özelliği gibi sebeplerden dolayı 2-4 kHz bölgesini yoğun olarak uyarılmaktadır (Satar, 2000; Gorga, 2006).

Bu uyarın özellikle yüksek frekans (2-4 kHz) işitmenin değerlendirilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Sadece *click* uyarın kullanılarak yapılan işitme değerlendirmesinde alçak frekans ve/veya orta frekans bölgesini tutan işitme kayıpları tespit edilemez (Stapells, 1997).

#### **Tone-Burst Uyarın**

Frekansa spesifik kayıt yapabilmek için kısa süreli (1 ms'den kısa) tonal uyarınlar kullanılır. Bu uyarınlar *tone-burst* veya *tone-pip* olarak isimlendirilir. Kokleada

hedeflenen bölgenin uyarılmasını sağlamaktadır. İdeal bir *tone-burst* uyarının, dar bir frekans bandından oluşmalı ve her şiddet düzeyinde enerjisini korumalıdır. *Tone-burst* uyarının frekansa spesifik olmasını sağlamak için pencereleme metodları kullanılır (Mescioğlu, 1999). *Tone-burst* uyarın kullanıldığında ABR cevaplarında, alçak frekans *tone-burst* uyarılar kullanıldığında elde edilen ABR dalga latansları uzamış olarak gözlenir. Bu durum kokleanın tonotopik organizasyonunda alçak frekans bölgesinin apekse yerleşmesi sonucu oluşmaktadır (Hood, 1990).

### ***Chirp* Uyarın**

Uyarının içerdiği frekansların özel zamansal dizilimi sayesinde, bütün frekanslar aynı anda koklea içerisindeki hedeflenen spesifik bölgeleri uyarırlar. *Chirp* uyarının geliştirilmesindeki amaç, akustik uyarının koklea içerisinde dolaşım süresini ortadan kaldırarak nöral senkronizasyonu sağlamaktır. Bu durum ABR dalgalarının daha büyük amplitüdde olmasını sağlar. Uyarın, alçak frekans içeren seslerden başlar ve yüksek frekans içeren seslerle biter (Elberling, 2008). Zamansal dağılımı sebebiyle teorik olarak bütün frekanslar spesifik sensör bölgelerine aynı anda ulaşır ve nöral senkronizasyonun sağlanması ile *click* uyarana göre, özellikle düşük şiddet düzeylerinde, 1,5 - 2 kat daha büyük amplitüdü dalgı kayıtlarının alınmasını sağlar (Elberling, 2010).

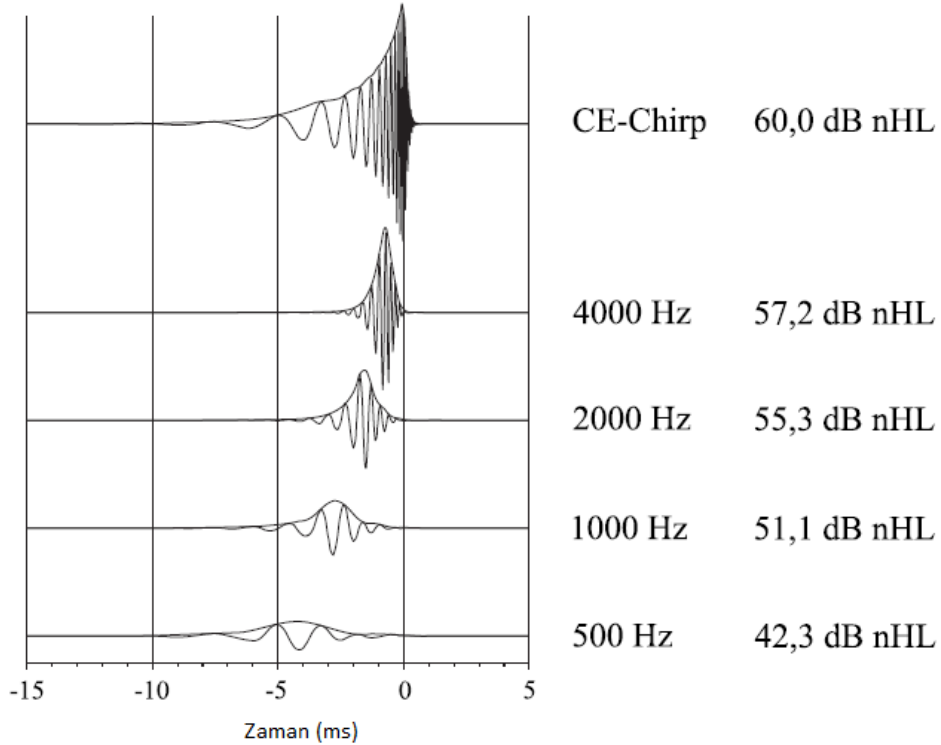
Ses dalgasının koklea içerisinde dolaşım süresini telafi etmek için ilk çalışma Don (1994) tarafından yapılmıştır. Çalışma sırasında özel test yöntemleri denenmiş ve test prosedürleri oluşturularak ABR dalga kayıtları alınmıştır. Alınan bu ABR dalgalarının amplitüdünün, geleneksel *click* uyarana göre daha büyük olduğu tespit edilmiştir. Ancak bulunan metodun pratik olmaması ve test süresini uzatması sebebiyle kullanışlı olmadığına karar verilmiştir.

Dau ve ark. (2000) De Boer'in (1980) oluşturduğu koklear model ve Greenwood'un (1990) tanımladığı uyarın frekansı ile baziller membrandaki en büyük genlik bölgesi arasındaki fonksiyonel ilişkiyi temel alarak *chirp* uyarının ilk defa matematiksel formülasyonunu yapmışlardır.

Claus Elberling (2008) yaptığı çalışmalar sonucunda, *chirp* uyarını insan kokleasına en uygun şekilde geliştirmiş ve *chirp* uyarının bugünkü şekli oluşturulmuştur. Bu nedenle *chirp* uyarınının adı *CE(Claus Elberling)-Chirp* uyarın olarak değiştirilmiştir. Claus Elberling ve ark. (2010) yaptıkları çalışmada birbirinden



farklı sürelerle sahip beş *chirp* uyararı geliştirmişlerdir. Çalışmanın sonucunda tüm *chirp* uyararılar *click* uyararıdan daha büyük amplitüdü ABR dalgaları oluşturmuştur. Ancak kısa süreli *chirp* uyararının yüksek şiddet seviyelerinde, uzun süreli *chirp* uyararının ise düşük şiddet seviyelerinde daha etkili olduğu bulunmuştur. Bu çalışmadan elde edilen bilgilere göre ses dalgasının koklea içerisindeki dolaşım süresinin dikkat edilmesi gereken tek değişken olmadığı sonucuna varılmış ve bu ayrıntıya dikkat edilerek yeni bir *chirp* uyararı geliştirilmiştir. Yeni geliştirilen bu *chirp* uyararı modeli ‘*direct approach*’ olarak isimlendirilmiştir. Bu modelde *chirp* uyararı 4 temel frekansa bölünerek, frekansa spesifik uyararılar oluşturulmuştur. 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz ve 4000 Hz olmak üzere 4 bant üzerinden yeni frekansa spesifik *chirp* uyararı modeli geliştirilmiş ve her bir frekansa spesifik uyararının zamansal gecikmeleri hesaplanarak oluşturulan modelin 20-60 dB arasında en verimli *chirp* uyararı olduğu belirtilmiştir (Elberling, 2010). **Şekil 2.4**'de 60 dB şiddetinde dar bant *chirp* uyararıları ve *CE-chirp* uyararının zamansal spektrumu gösterilmiştir.



**Şekil 2.4:** 60 dB şiddetinde dar bant *chirp* uyararıları ve *CE-chirp* uyararının zamansal spektrumu (Elberling 2010)

- **Uyaran Şiddeti**

Uyaran şiddetinin değişmesi dalga latansını, amplitüdünü ve morfolojisini etkilemektedir. Azalan şiddetle birlikte latanslarda gecikme, amplitüdlere azalma ve dalga morfolojisinde bozulma görülmektedir. Dalga V düşük şiddet düzeylerinde de ortaya çıkar. Dalga II, IV, VI ve VII sadece yüksek şiddet düzeylerinde gözlenebilmektedir. Bu durum I, III ve V. dalgaların klinik uygulamalarda kullanılmasını sağlarken diğer dalgaların kullanılmamasına sebep olmuştur (Hexos, 1982; Hood, 1998)

Uyari şiddeti azaldığında önce I. ve ardından III. dalganın kaybolduğu gözlenir. Picton ve ark. (1983) ABR dalga eşiklerinin saf ses odyometrik eşiklerden; I. dalganın 30-40 dB, III.dalganın 20-30 dB, V. dalganın 5-15 dB fazla olduğunu göstermiştir. Sininger (1992) ise V.dalga eşığının, odyometrik eşiklerden 5-6 dB fazla olduğunu göstermiştir.

- **Uyaranın Sıklığı (Rate)**

Saniyedeki uyaran sayısına rate denir. Rate arttıkça latanslarda uzama ve amplitüdlere azalma gözlenir. Bu durum, bebeklerde maturasyonun tamamlanmaması sebebiyle, yetişkenlere göre daha belirgindir. Bu nedenle infantlarda ABR ölçümü yapıldığında, 11.1 rate kullanılması tavsiye edilmiştir (Özdamar, 1996; Jiang, 2009; Valderrama, 2014).

Rate değişikliği koklear ve retrokoklear patolojilerin ayırımında kullanılmaktadır. Rate arttıkça, retrokoklear patolojilerde, koklear patolojilere oranla latans uzamasının belirgin olduğu gözlenmiştir (Rowe, 1981; Elberling, 1987; Valderrama, 2014).

- **Uyaran Polaritesi**

Uyaran polaritesi uyaranın hoparlör diyaframında oluşturduğu ilk hareket sonucu ortaya çıkar. Üç tip polarite bulunmaktadır.

-*Rarefaction* (Negatif) Polarite

-*Condensation* (Pozitif) Polarite

-*Alternate* Polarite

*Rarefaction* polaritede kulaklığın diyaframı kulak zarından uzaklaşır yönde hareket ederek, dış kulak kanalı ve orta kulakta negatif basınç oluşturur. Bu durum koklea ve baziler membranı etkiler. *Rarefaction* polarite'de amplitüdler daha büyük elde edilir (Özdamar, 1996; Hall, 2007).

*Condensation* polaritede kulaklığın diyaframı kulak zarına yaklaşır yönde hareket ederek dış kulak kanalı ve orta kulakta pozitif basınç dalgaları oluşturur. *Rarefaction* Polarite'den farklı morfolojide bir dalga ortaya çıkar. *Rarefaction* ve *condensation* polarite ile yapılan kayıtların birleştirilmesi sonucu *cochlear microphonic reverse* 'leri oluşur (Özdamar, 1996; Hall, 2007).

*Alternate* polarite, *rarefaction* ve *condensation* polaritenin sıralı dizilimi ile elde edilir. Polaritenin değişmesi latansta anlamlı değişime sebep olmaz ancak dalga morfolojisinin daha iyi elde edilmesini sağlar. Bu durumu koklear mikrofoninin baskılanmasını sağladığı öne sürülmüştür (Borg, 1981; Hexos, 1982).

- **Kullanılan Kulaklık**

ABR ölçümü, havayolu kulaklıklar ve/veya kemik vibratörler kullanılarak yapılmaktadır. Her iki kulaklık çeşidi ile koklea uyarılsa da elektroakustik ve fizyolojik farklılıklar sebebiyle sonuçlar farklılık göstermektedir (Yang, 1991; Valderrama, 2014).

Havayolu uyarımı için insert ve supraaural kulaklıklar kullanılarak ABR testi yapılmaktadır. Insert kulaklıkların kullanılması *interaural attenuasyonu* artırması, kulak kanalı tıkanıklarının önüne geçmesi, hasta konforunu artırması ve yüksek şiddet düzeylerinde elektrik artefaktını engellemesi sebebiyle tavsiye edilmektedir (Hall, 2007).

### **2.5.3. Kayıt ile İlgili Faktörler**

- **Averajlama**

ABR sinyalleri 0.1-1  $\mu$ V seviyesinde çok düşük voltajda sinyaller olduğu için bu sinyallerin beynin, kalbin ve kasların biyoelektriksel sinyallerinin oluşturduğu gürültü içinden, doğrudan ayırt edilmesi gerekmektedir. Tek bir uyarana karşılık elde edilen dalga içerisinde işitsel cevapları ayırt etmek mümkün değildir. İşitsel cevaplar dışındaki elektriksel faaliyetler stabil değil anlık cevaplardır. Buna karşın işitsel cevaplar belli latans aralığında oluşan stabil yanıtlardır. Averajlama işleminde, elde edilen yanıtlar toplanır ve ortalaması alınır. Rastgele oluşan dalgalar averajlama ile yok edilirken, çok

düşük voltajlı işitsel cevaplar belirgin hale getirilir. Kayıt sayısının artırılması ile cevapların artefaktlardan ayrıştırılması sağlanır (Yvonne, 2009).

Genellikle 1000 kaydın alındığı averajlama yeterliyken, çocuklarda ve koopere olamayan hastalarda averajlama sayısının artırılması önerilmektedir (Hall, 2007).

- **Filtreleme**

Filtreleme, elektrod tarafından alınan elektriksel kaydın içinde ABR'nin belirgin olarak seçilmesini amaçlayan bir tekniktir. Her yapıya ait aktivitenin kendine özel bir frekans bölgesi vardır. EEG (elektroenseglografi) 1-30 Hz aralığında, nöromuskuler aktivite 100-500 Hz aralığında oluşur. ABR'de de kayıtların belirli frekans aralıklarında olduğu gözlenmiştir. Bu sebeple üç temel filtreleme metodu kullanılmaktadır (Hood, 1998; Hall, 2007).

a. *Alçak geçirgen (Low Pass) filtre:* Üst frekans sınırına sahiptir ve bu sınırın altındaki frekansları enerjilerini koruyarak geçirir. Üst frekans sınırının üstündeki frekansların enerjisini düşürür. Bu filtrenin sınırı, sinyalin kalitesini bozabilecek yüksek frekans gürültüyü ortadan kaldıracak kadar yüksek olmalıdır. Bu sınır genellikle 3000 Hz olarak kabul edilmektedir (Özdamar, 1996; Hood, 1998).

b. *Yüksek geçirgen (High Pass) filtre:* Alt frekans sınırına sahiptir ve bu sınırın üstündeki frekansları enerjilerini koruyarak geçirir. Alt sınırın altındaki frekansların enerjisini düşürür. Bu filtrenin sınırı uyarılmış potansiyellerin düşük frekanslı bileşenlerini yok etmeyecek kadar olmalı ve alçak frekanslı elektrik gürültüsünü engelleyecek kadar düşük frekans sınırına sahip olmalıdır. Bu sınır genellikle 30 Hz olarak kabul edilmiştir (Özdamar, 1996; Hood, 1998).

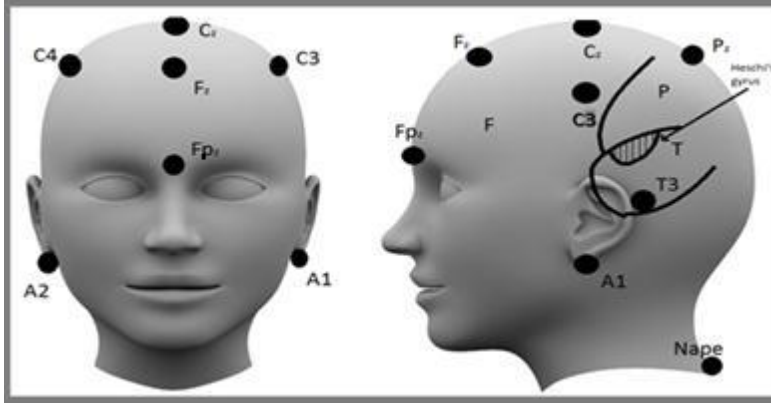
c. *Bant geçirgen (Band Pass) filtre:* Alçak ve yüksek geçirgen filtrelerin birleşimidir. Üst ve alt frekans sınırına sahiptir. Bu sınırlar arasındaki frekanslar geçirilirken, sınırların üstünde ve altında kalan frekansların enerjileri düşürülür (Özdamar, 1996; Hood, 1998).

Singer ve ark. (1993) yaptığı çalışmada ABR Testi için ideal bant geçirgen filtrenin, 30-3000 Hz sınırına sahip filtre olduğunu belirtmiş ve bu sınırın altında ve üstünde kalan elektrik gürültüsünün, ABR dalga kaydının morfolojisini bozduğunu öne sürmüştür.

*Click* uyarılar için 100-3000Hz, *tone-burst* uyarılar için 30-3000Hz ve *chirp* uyarılar için 100-1500 Hz filtreleme bantları tavsiye edilmektedir (Singer, 1993; Özdamar, 1996; Elberling, 2008).

### • Elektrot Yerleşimi

Elektrot yerleşimi ile dalga latanslarında değişiklik olmamasına karşın, amplitüde değişiklikler olmaktadır. Bu nedenle elektrotları işitsel uyarılmış beyinsapı potansiyellerin yüksek voltajda elde edildiği, işitsel potansiyellerin köken aldığı nörojenik kaynaklara yakın yerleştirilmesi gerekmektedir. Elektrot yerleşimi yapılırken, elektrotlar Uluslararası 10/20 Elektrot Yerleşim Düzeni'ne (Şekil 2.5) göre yerleştirilir.



Şekil 2.5: Uluslararası 10/20 Elektrot Yerleşim Düzeni (Yvonne, 2009)

(C=koronal hat , F=frontal bölge, Fp=Frontoparietal bölge, T=temporal bölge ve A=lobül)

Elektrot yerleşimi:

- Aktif Elektrod: Cz veya Fz'ye yerleştirilir. Bebeklerde ve çocuklarda Fz yerleşim için daha uygundur.

-Referans Elektrod: T bölgesi, A noktaları veya kulak kanalı içine yerleştirilir. Bebeklerde ve çocuklarda T bölgesi yerleşim için daha uygundur.

- Toprak Elektrod: Fpz'ye yerleştirilir (Hexos, 1982; Hood, 1998).

Elektrot yerleşimi ABR dalgalarının genliğini değiştirmektedir. ABR ölçümlerinde genellikle verteks ipsilateral mastoid ve verteks ipsilateral kulak lobülü yerleşimi kullanılmaktadır (Terkildsen, 1981). Ancak işitme eşiklerine yakın uyarın şiddetleri kullanıldığında referans elektrodun non-sefalik bir noktaya veya kulak lobülüne yerleştirilmesi V. dalganın daha büyük genlikle ve daha belirgin olarak

ölçülmesine imkan vermektedir (Pethe, 1998). O nedenle, bu çalışmada alında saçlı derinin bitişi ve ipsilateral mastoid yerleşimi uygulandı.

Elektrot yerleşiminin yapılacağı noktalarda impedans (elektrik direnci) düşürülmelidir. Elektrot impedanslarının 5 kohmdan düşük olduğu direnç seviyelerinde ABR testi yapılabilirken, 2 kohm ve altındaki direnç seviyeleri ABR testi için idealdir. Elektrotlar arasındaki impedans farkının 2 kohm'dan yüksek olmaması tavsiye edilmektedir. İmpedansı düşürmek için cilt temizleme pastaları ile elektrodun yerleştirileceği bölgelerin temizlenmesi gerekmektedir (Hall, 2007).

## **2.6. ABR Değerlendirmesinde Kullanılan Parametreler**

- Dalga latansı
- Dalgalar arası latans farkı
- Amplitüd
- Dalga formunun morfolojisi ve tekrarlanabilirliği
- Kulaklar arası latans farkı
- Latans-şiddet ilişkisi

## **2.7. ABR Normalizasyonu**

Uygun çevre şartları oluşturulsa bile elektrotların konumları, test ortamı, uyaran özellikleri ve kullanılan ekipman, ABR cevabını ve bu cevaba ait özellikleri etkilemektedir (Arnold, 2007).

Otolojik ve nörootolojik hastalıkların tanılarında ABR kullanılacaksa normal bireylere ait verilerle hasta cevaplarının karşılaştırılması gerekmektedir (Arnold, 2007).

ABR uygulamalarında standart bir prosedür bulunmamakta ve klinikler kullandıkları cihazların parametrelerine göre ABR protokollerini düzenlemektedir. Bu durumda elde edilen ABR kayıtları farklı kliniklere ait normatif değerlerle kıyaslandığında yorum farklılıkları ortaya çıkmaktadır. Bu sebeple farklı kliniklere ait normatif değerler kullanılacaksa, en yakın test protokolleriyle oluşturulmuş normatif değerlerin kullanılması veya kliniğe ait normatif değerlerin oluşturulması gerekmektedir (Yılmaz, 2003).

### 3. MATERYAL ve METOT

Çalışma, Sağlık Bilimleri Üniversitesi Samsun Eğitim ve Araştırma Hastanesi Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Polikliniği Odyoloji Ünitesi'nde gerçekleştirildi. Bu çalışma Ondokuz Mayıs Üniversitesi Etik Kurul Başkanlığı'nın 10.02.2017 tarihli ve 703 sayılı kararı ile etik açıdan uygun bulundu (**EK 1**).

#### 3.1. Bireyler

Çalışma 01.02.2017 - 01.10.2017 tarihleri arasında yapıldı.

İşitme kaybı dışı sebeplerle KBB polikliniğine başvuran ve KBB uzmanı tarafından yapılan otoskopik muayene sonucu kulak bulguları normal olan çocuklar ve ebeveynleri ön görüşme için Odyoloji Ünitesi'ne yönlendirildi. Çalışmaya katılmayı kabul eden 70 çocuğun ebeveynlerine yapılacak işlemler detaylı olarak anlatıldıktan sonra ABR testi için randevu verildi. Çalışmaya katılacak çocukların ebeveynlerinden "Hasta Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu" (**EK 2**) imzalatılarak onay alındı.

#### 3.2. Gruplar

0-6 yaş arasındaki hastalar yaşlarına göre 7 gruba ayrıldı. Grupların dağılımı ve yaş ortalaması **Tablo 3.1**'de verildi.

**Tablo 3.1.** Grupların dağılımı ve yaş ortalamaları

Gruplar	Yaş Ortalaması	
	Erkek	Kız
Grup 1: 6 Ay (n=10)	5Ay 12 Gün	6 Ay 15 Gün
Grup 2: 12 Ay (n=10)	12 Ay	12 Ay
Grup 3: 24 ay (n=10)	24 Ay 12 Gün	23 Ay 25 Gün
Grup 4: 36 Ay (n=10)	35 Ay 15 Gün	36 Ay 13 Gün
Grup 5: 48 Ay (n=10)	48 Ay 4 Gün	47 Ay 18 Gün
Grup 6: 60 Ay (n=10)	60 Ay	59 Ay 24 Gün
Grup 7: 72Ay (n=10)	71 Ay 24 Gün	71 Ay 24 Gün

### **3.3. Seçim Kriterleri**

- Normal KBB muayene bulgularına sahip olması
- Odyometrik incelemede saf ses ortalamasının (0,5-1-2-4kHz) normal sınırlar içinde olması ve herhangi bir frekansta 20 dB'den daha kötü işitme eşiğinin olmaması
- İmmitansmetrik incelemede Tip A timpanogram elde edilmesi, ipsilateral ve kontralateral akustik reflekslerin normal sınırlarda gözlenmesi (Hunter, 2015).

### **3.4. Çalışma dışı bırakılma kriterleri**

- Sistemik ve/veya nörolojik herhangi bir hastalığının olması
- İşitme kaybı ile ilişkili sendromunun bulunması
- Kulak cerrahisi geçirmiş olması
- Kulak kanalında atrezi olması
- Orta kulak iltihabı ve/veya kulak zarında perforasyon mevcudiyeti
- Orta kulak enfeksiyonu öyküsünün olması
- Ototoksik ilaç kullanımı hikayesi
- Akustik ve/veya fiziksel travma hikayesi

### **3.5. KBB muayenesi**

İşitme kaybı dışı sebeplerle Sağlık Bilimleri Üniversitesi Samsun Eğitim ve Araştırma Hastanesi Kulak Burun Boğaz Polikliniği'ne başvuran ve otoskopik muayenesi normal olan çocukların ailelerine KBB uzmanı tarafından çalışma ile ilgili bilgi verildi. Çalışma ile ilgili detaylı bilgi almak isteyen aileler Odyoloji Ünitesi'ne yönlendirildi.

### **3.6. Ön Görüşme**

KBB muayenesinin ardından Odyoloji Ünitesi'ne yönlendirilen 207 çocuğun ebeveynine test prosedürü ve çalışmanın neden yapıldığı anlatıldı. Bunların arasından 82'si çalışmaya katılmak için gönüllü oldu. Gönüllü olanlara işitme testleri uygulandı. Çalışma kriterlerine uyanlara ABR randevusu verildi. Ebeveynlerden, teste gelmeden önce çocuklarını uykusuz bırakmaları istendi. Testten önce cilt temizliğinin yapılacağı ve cilt temizliği yapılan yerlere test için elektrot takılacağı anlatıldı. Elektrot takıldıktan sonra test odasında çocuklarını uyutmaları gerektiği ve tarafımızca sedasyon



verilmeyeceği anlatıldı. Testin ne kadar süreceği hakkında bilgi verildi. Testin yan etkisinin bulunmadığı belirtildi.

Çalışmaya katılan 82 hastadan 4'ünde çok hafif derecede sensörinöral işitme kaybı bulunduğu için çalışma dışı bırakıldı. Randevusuna gelmeyen 6 hasta çalışma dışı bırakıldı. Ebeveynleri tarafından uykusuz olarak getirilmeyen ve uyuması sağlanamayan 2 hasta da çalışma dışı bırakılarak 70 hasta ile araştırma tamamlandı.

### 3.7. Saf Ses ve Konuşma Odyometrisi

Odyolojik değerlendirmede, havayolu işitme eşikleri, "Interacoustics AC40" klinik odyometre (Danimarka) ve "Telephonics TDH 39" kulaklıklar kullanılarak, kemik yolu işitme eşikleri ise B-71 marka kemik vibratörü kullanılarak ölçüldü (**Şekil 3.1**). 36 ay ve altındaki çocuklarda insert (ER-3A) kulaklıklar kullanılarak işitme testi uygulandı. Çalışmaya dahil edilen çocukların havayolu işitme eşikleri 0,5 - 6 kHz arasında, kemikyolu işitme eşikleri de 0,5 - 4 kHz arasında belirlendi. İşitme eşiklerini belirlemek için 12 aya kadar olan çocuklarda ve görsel pekiştireç odyometrisine koopere olamayan 12 aydan büyük olan çocuklarda davranış gözlem odyometrisi uygulandı. 1 yaşından büyük olan ve kooperasyon sağlanan çocuklarda görsel pekiştireç odyometrisi kullanıldı. İşitme kaybı derecelendirmesi Jerger ve Jerger'e (1980) göre yapıldı (Schlauch, 2009). Test ortamı **Şekil 3.2**'de gösterildi.



**Şekil 3.1.** Çalışmada kullanılan Interacoustics AC40 marka odyometre



**Şekil 3.2.** Sessiz kabin ve test ortamı

### **3.8. İmmitansmetrik Değerlendirme**

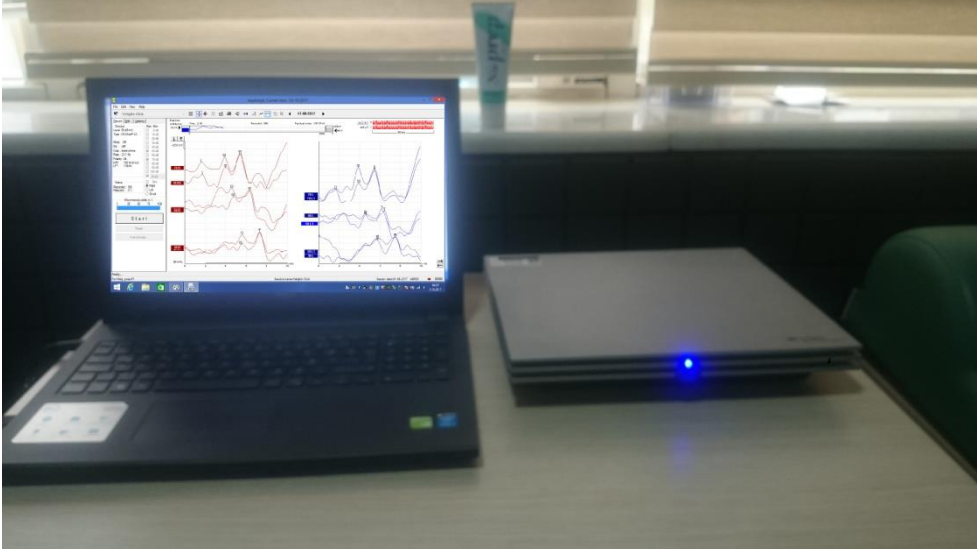
İmmitansmetrik ölçümler "GSI Tymptstar Middle Ear Analyzer" (ABD) model immitansmetre ile 8 aya kadar olan çocuklarda 1000Hz ve 8 aydan büyük çocuklarda 226 Hz probe ton kullanılarak yapıldı (Şekil 3.3). Çalışmaya dahil edilen çocukların orta kulak basınç değerine, statik impedans ve akustik refleks eşiklerine bakıldı. Tip A timpanogram elde edilenler, statik impedans değeri normal aralıkta bulunanlar ve akustik refleksleri normal aralıkta elde edilenler çalışmaya dahil edildi (Hunter, 2015).



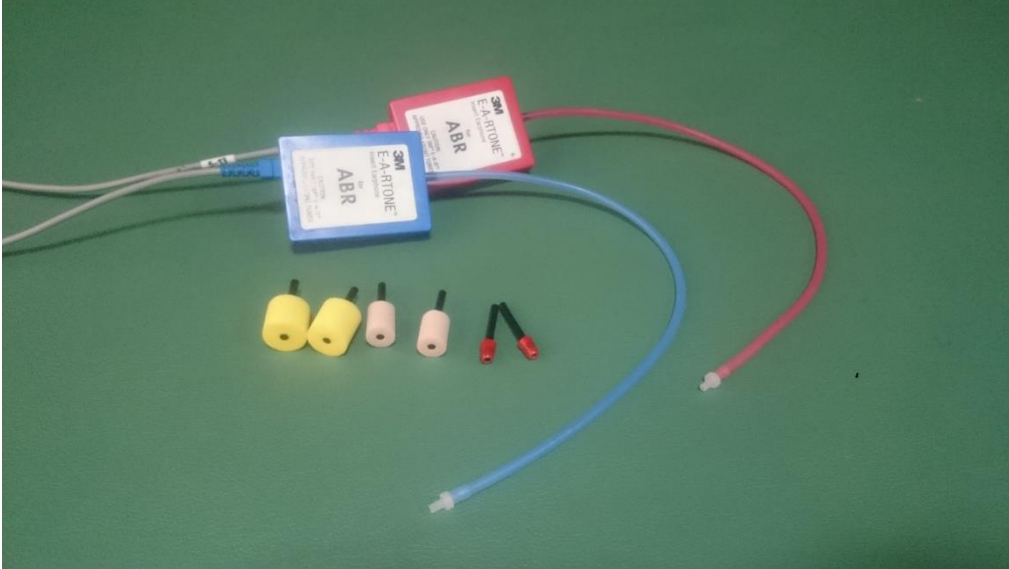
**Şekil 3.3:** Çalışmada kullanılan GSI Marka İmmitansmetre

### 3.9. İşitsel Uyarılmış Beyinsapı Potansiyelleri

ABR ölçümleri, Interacoustics Eclipse EP15 ABR (Danimarka) cihazıyla (Şekil 3.4), ER-3A (Etymotic Research) insert kulaklık (Şekil 3.5) kullanılarak yapıldı.

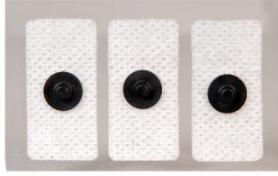


Şekil 3.4. Çalışmada kullanılan Eclipse marka ABR cihazı

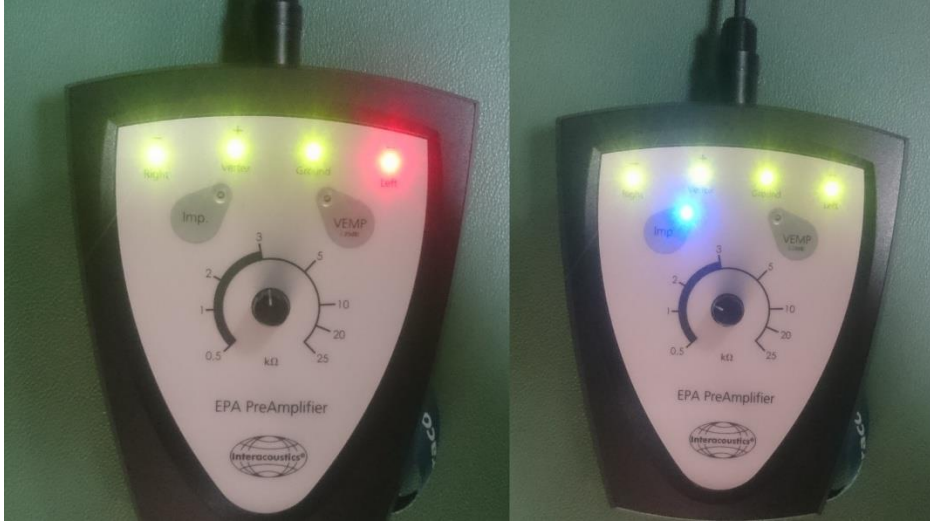


Şekil 3.5. ER-3A Insert Kulaklıklar

İşitme testi ve alınan hikaye sonucu çalışma kriterlerine uyan çocukların aileleriyle randevu tarihi belirlendi. Ailelerden çocuklarını uykusuz olarak getirmeleri istendi. Test için geldiklerinde elektrotların yerleşeceği bölgeler Nuprep Cilt Temizleme Pastası ile silinerek temizlendi. Bu işlem bölgeye yerleştirilecek elektrot ile cilt temasını artırmak için yapıldı. Silinen bölgelere tek kullanımlık Ag/AgCl elektrot (Şekil 3.6) yerleştirildi. Elektrot ile cilt temasının 2 kohm'un altında olması sağlandı (Şekil 3.7). 2kohm'un üstünde impedans değerleri gözleendiğinde elektrot çıkarılarak bölge tekrar temizlendi. Bütün çocuklara uyuduktan sonra insert kulaklıklar takılarak teste başlandı.



Şekil 3.6. Çalışmada kullanılan tek kullanımlık elektrot

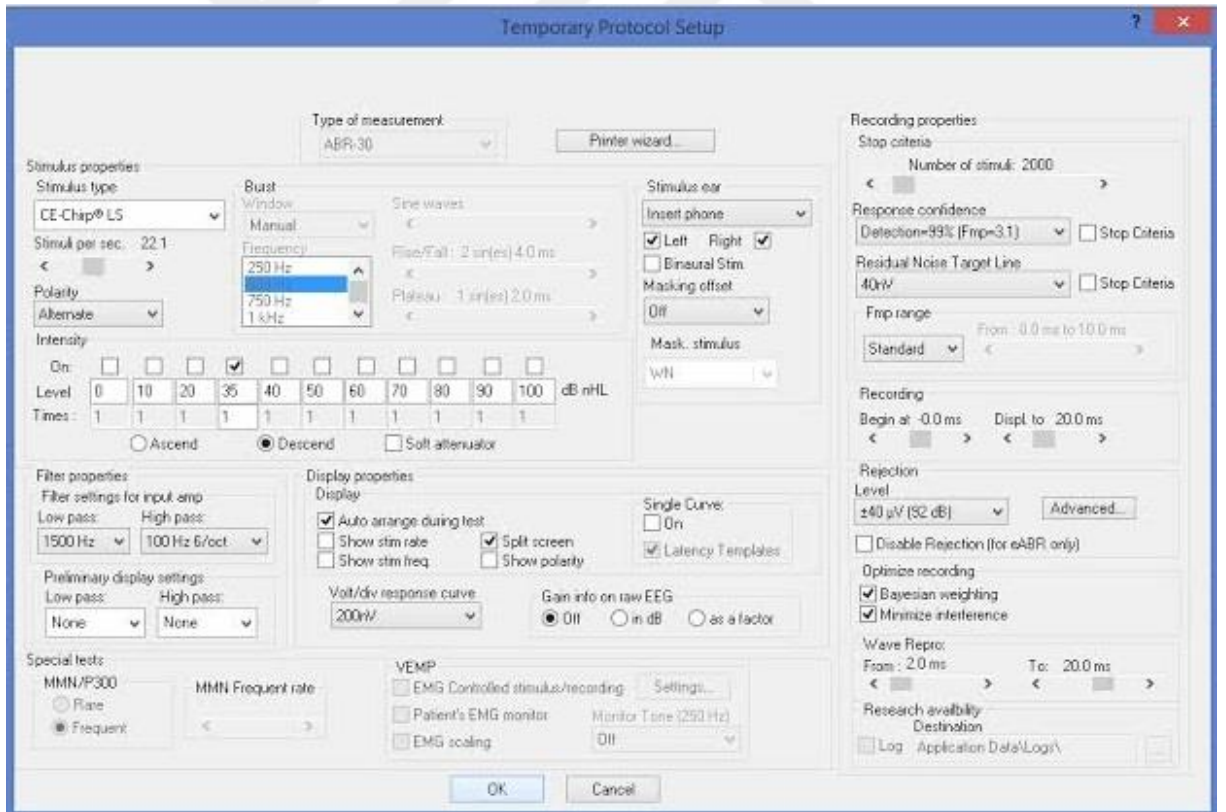


Şekil 3.7. İmpedans kontrolü için kullanılan amplifier

Elektrotlar Uluslararası 10/20 Elektrot Yerleşim Düzeni'ne uygun olarak yerleştirildi. Test sırasında bu elektrot dizilimiyle EEG dalgaları kontrol edilerek bireyin derin uykuda olup olmadığı kontrol edildi..

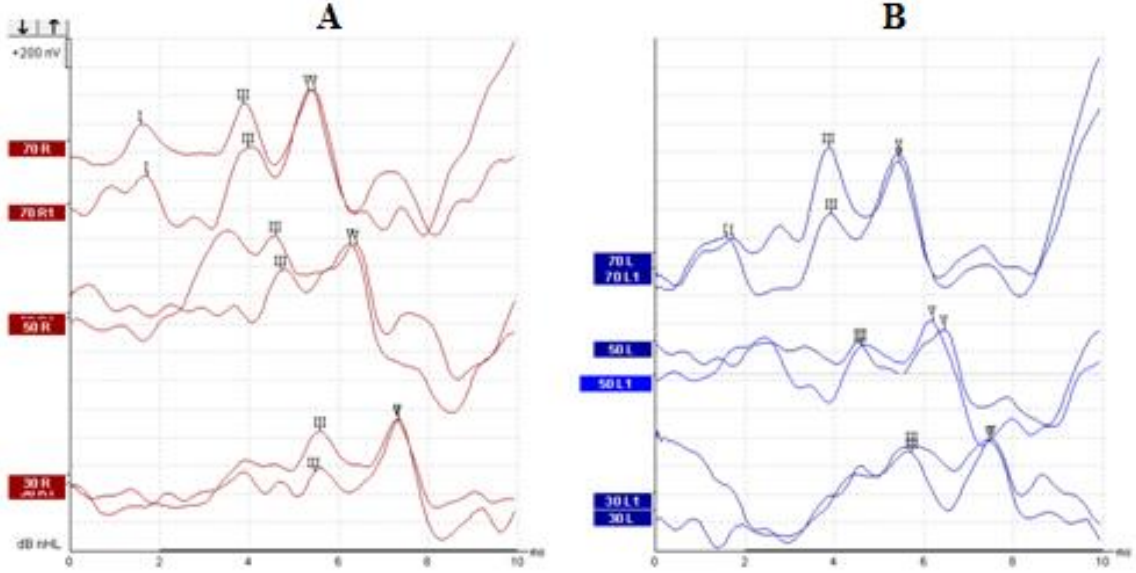
Test sırasında, elektrik artefaktını engellemek amacıyla elektrot kabloların olabildiğince kulaklık kablosundan uzak olmasına ve birbirlerine dolaşmamış olmasına özen gösterildi.

Bütün çocuklarda ABR davranımları 100 µs'lik alternate chirp uyararla ipsilateral olarak elde edildi. Uyarın sıklığı (rate) 21,1 olarak şekilde ayarlandı, 70-50-30 dB nHL uyarı şiddet düzeyi kullanıldı. Cevaplar 100-1500 Hz frekans bandı ile filtrelenip amplifiye edildi. Her şiddet düzeyinde 2000 tekrarlı (sweep) kayıt alındı. **Şekil 3.8**'da kullanılan parametre ekranı gösterildi. Her şiddet düzeyinde elde edilen dalgaların doğrulanması amacıyla 2 dalga kaydı alındı. Tekrarlanan kayıtlardan, ilk olarak elde edilen kayıt istatistiksel analiz için kullanıldı.



**Şekil 3.8.** Araştırmada kullanılan ABR testi parametreleri

Çalışma, 70, 50 ve 30 dB nHL'de yapılan ölçümlerden sonra oluşan dalga I, III ve V tespit edilerek, latans değerleri belirlendi. **Şekil 3.9'**da çalışmada kaydı alınan bir dalga örneği verildi. Her şiddet düzeyinde elde edilen dalgaların latansları cinsiyete ve yaşa göre gruplandırıldı ve karşılaştırıldı.



Şekil 3.9. CE-chirp Dalgası Örneği (A: Sağ Kulak, B: Sol Kulak)

### 3.10. İstatistiksel Değerlendirme

Araştırmadan elde edilen veriler kodlandıktan sonra SPSS v.15 (Version 15 for Windows, SPSS Inc, Chicago, IL, USA) paket programında bilgisayara aktarıldı ve analiz edildi. Veriler değerlendirilirken sürekli değişkenler parametrik ise ortalama ve standart sapma ile, parametrik değilse ortanca (minimum ve maksimum değer) ile ifade edildi. Frekans veriler sayı ve yüzde (%) ile ifade edildi. İstatistiksel analizlerde tüm ölçümsel değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu “Shapiro-Wilk Testi” ile değerlendirildi. Sürekli değişkenlerin gruplar arası karşılaştırmalarında, normal dağılım gösteren değişkenler “Student-T Testi”, “Bağımlı Gruplarda T testi” ve “ANOVA Testi”, normal dağılıma uymayan değişkenler ise “Mann-Whitney U Testi”, “Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi” ve “Kruskal Wallis Testi” kullanılarak değerlendirildi. İki ve üzeri grupta anlamlı fark saptanan değişkenlerde “Bonferroni Düzeltmesi” yapıldı. Gruplar arasındaki korelasyonel ilişki olduğu ve veriler normal dağılıma uymadığı için “Spearman Korelasyon Testi” ile bakıldı. Elde edilen korelasyon katsayısı'nın (r) değerine göre ilişkinin gücü  $r=0,00-0,024$  ise “zayıf”,  $r=0,25-0,49$  ise “orta”,  $r=0,50-$

0,74 ise güçlü ve  $r=0,75-1,00$  ise çok güçlü olarak kabul edildi. İstatistiksel anlamlılık düzeyi tüm testler için  $p<0,05$  olarak kabul edildi.



#### 4.BULGULAR

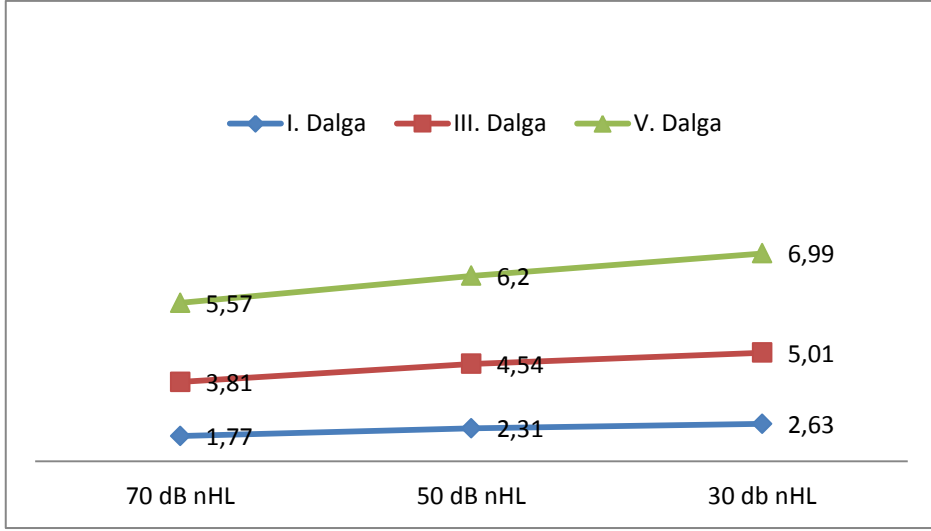
Çalışmamıza dahil edilen normal işitmeye sahip 0-6 yaş arası 70 çocuğun *chirp* ABR sonuçları aşağıda verildi.

Tüm gruplardan elde edilen Chirp ABR dalgalarının şiddet latans ilişkisi değerlendirildi. Bulgular **Tablo 4.1**'de verildi. Şiddet farkına göre latans değişimi **Şekil 4.1**'de gösterildi.

**Tablo 4.1.** Chirp ABR'de I, III ve V. dalgaların ortalama latans değerleri

Şiddet Düzeyi (dB nHL)	I. Dalga (msn)	SS (±)	Min Max (msn)	III. Dalga (msn)	SS (±)	Min Max (msn)	V. Dalga (msn)	SS (±)	Min Max (msn)
70	1,77	0,06	1,52 1,93	3,81	0,07	3,50 4,01	5,57	0,13	5,06 5,91
50	2,31	0,10	1,98 2,69	4,54	0,03	4,44 4,69	6,20	0,06	5,97 6,43
30	2,63	0,19	2,20 3,47	5,01	0,13	4,56 5,44	6,99	0,11	6,67 7,38





**Şekil 4.1.** Latans-şiddet ilişkisi

Kullanılan şiddet düzeyleri azaldığında I, III ve V. dalgaların latanslarının uzadığı gözlemlendi.

Grupların sağ ve sol kulakta 70 dB nHL düzeyinde elde edilen dalga latans ortalamaları **Tablo 4.2'**de verildi.

**Tablo 4.2.** Grupların 70 dB nHL şiddetinde sağ ve sol kulağa ait ortalama latans değerleri

	Gruplar	I. Dalga			III. Dalga			V. Dalga		
		Latans (msn)	SS ±	Min Max (msn)	Latans (msn)	SS ±	Min Max (msn)	Latans (msn)	SS ±	Min Max (msn)
<b>SAĞ KULAK</b>	Grup 1	2,06	0,12	2,60 1,60	4,10	0,05	4,40 3,80	6,07	0,10	6,63 5,73
	Grup 2	1,80	0,03	2,07 1,67	3,88	0,09	4,35 3,60	5,72	0,11	6,47 5,32
	Grup 3	1,80	0,11	2,40 1,40	3,80	0,16	4,57 3,40	5,44	0,08	5,77 5,13
	Grup 4	1,78	0,02	1,90 1,65	3,82	0,04	4,00 3,61	5,69	0,04	5,89 5,51
	Grup 5	1,80	0,02	1,87 1,69	3,87	0,02	4,05 3,80	5,69	0,02	5,81 5,59
	Grup 6	1,68	0,02	1,80 1,57	3,82	0,03	4,01 3,69	5,49	0,03	5,62 5,63
	Grup 7	1,67	0,04	1,93 1,53	3,52	0,03	3,73 3,40	5,09	0,04	5,33 4,91
<b>SOL KULAK</b>	Grup 1	2,05	0,12	2,67 1,57	4,15	0,04	4,33 3,97	6,16	0,10	6,77 5,73
	Grup 2	1,81	0,04	2,10 1,67	3,91	0,10	4,40 3,60	5,89	0,15	6,52 5,27
	Grup 3	1,80	0,11	2,33 1,40	3,81	0,16	4,67 3,40	5,76	0,16	6,60 5,13
	Grup 4	1,78	0,05	2,07 1,67	3,83	0,03	3,93 3,64	5,87	0,21	7,76 5,52
	Grup 5	1,82	0,02	1,87 1,69	3,88	0,02	4,05 3,80	5,74	0,01	5,81 5,65
	Grup 6	1,65	0,01	1,73 1,59	3,90	0,10	4,78 3,69	5,49	0,03	5,63 5,38
	Grup 7	1,65	0,04	1,87 1,50	3,67	0,04	3,90 3,53	5,08	0,04	5,28 4,83

Her grup kendi içerisinde, 70dB nHL şiddet düzeyinde kulak farklılığına göre karşılaştırıldı. Grupların sağ ve sol kulakları arasında ortalama latans değerlerinde sayısal olarak farklılık görülse de, istatistiksel olarak anlamlı farklılık elde edilemedi ( $p=0,76$ ).

Grupların sağ ve sol kulakta 50 dB nHL düzeyinde elde edilen dalga latans ortalamaları **Tablo 4.3**'te verildi.



**Tablo 4.3.** 50 dB nHL şiddetinde sağ ve sol kulağa ait ortalama latans değerleri

	Gruplar	I. Dalga			III. Dalga			V. Dalga		
		Latans (msn)	SS ±	Min Max (msn)	Latans (msn)	SS ±	Min Max (msn)	Latans (msn)	SS ±	Min Max (msn)
<b>SAĞ KULAK</b>	Grup 1	2,56	0,24	3,13 2,00	4,85	0,13	5,12 4,33	6,33	0,09	6,67 6,13
	Grup 2	2,43	0,08	2,60 2,33	4,54	0,13	4,70 4,27	6,17	0,12	6,67 6,13
	Grup 3	2,62	0,05	2,80 2,47	4,58	0,13	4,91 4,00	6,21	0,12	6,60 5,67
	Grup 4	3,03	0,05	3,27 2,80	4,88	0,06	5,14 4,45	6,54	0,02	6,67 6,43
	Grup 5	2,51	0,08	2,69 1,97	4,56	0,04	4,69 4,39	6,38	0,02	6,49 6,27
	Grup 6	2,33	0,02	2,42 2,27	4,07	0,35	4,63 3,31	6,25	0,02	6,34 6,19
	Grup 7	2,50	0,03	2,57 2,44	4,46	0,03	4,53 4,40	5,96	0,01	6,00 5,93
<b>SOL KULAK</b>	Grup 1	2,57	0,26	3,20 1,95	4,49	0,20	5,00 4,13	6,50	0,14	6,99 6,13
	Grup 2	2,35	0,06	2,47 2,23	4,38	0,12	4,63 4,24	6,07	0,11	6,27 5,87
	Grup 3	2,54	0,09	2,80 2,13	4,62	0,15	5,07 4,07	6,21	0,12	6,60 5,67
	Grup 4	2,96	0,06	3,40 2,61	4,82	0,04	5,07 4,70	6,61	0,01	6,73 6,47
	Grup 5	2,62	0,02	2,72 2,50	4,61	0,03	4,70 4,42	6,38	0,02	6,51 6,27
	Grup 6	2,33	0,02	2,41 2,27	4,49	0,08	4,73 4,20	6,24	0,02	6,33 6,19
	Grup 7	2,48	0,01	2,54 2,46	4,45	0,02	4,50 4,40	5,97	0,04	6,07 5,87

Her grup kendi içerisinde, 50dB nHL şiddet düzeyinde kulak farklılığına göre karşılaştırıldı. Grupların sağ ve sol kulakları arasında ortalama latans değerlerinde sayısal olarak farklılık görülse de, istatistiksel olarak anlamlı farklılık el edilemedi ( $p=0,18$ ).

Grupların sağ ve sol kulakta 30 dB nHL düzeyinde elde edilen dalga latans ortalamaları **Tablo 4.4**'te verildi.



**Tablo 4.4.** 30 dB nHL şiddetinde sağ ve sol kulağa ait ortalama latans değerleri

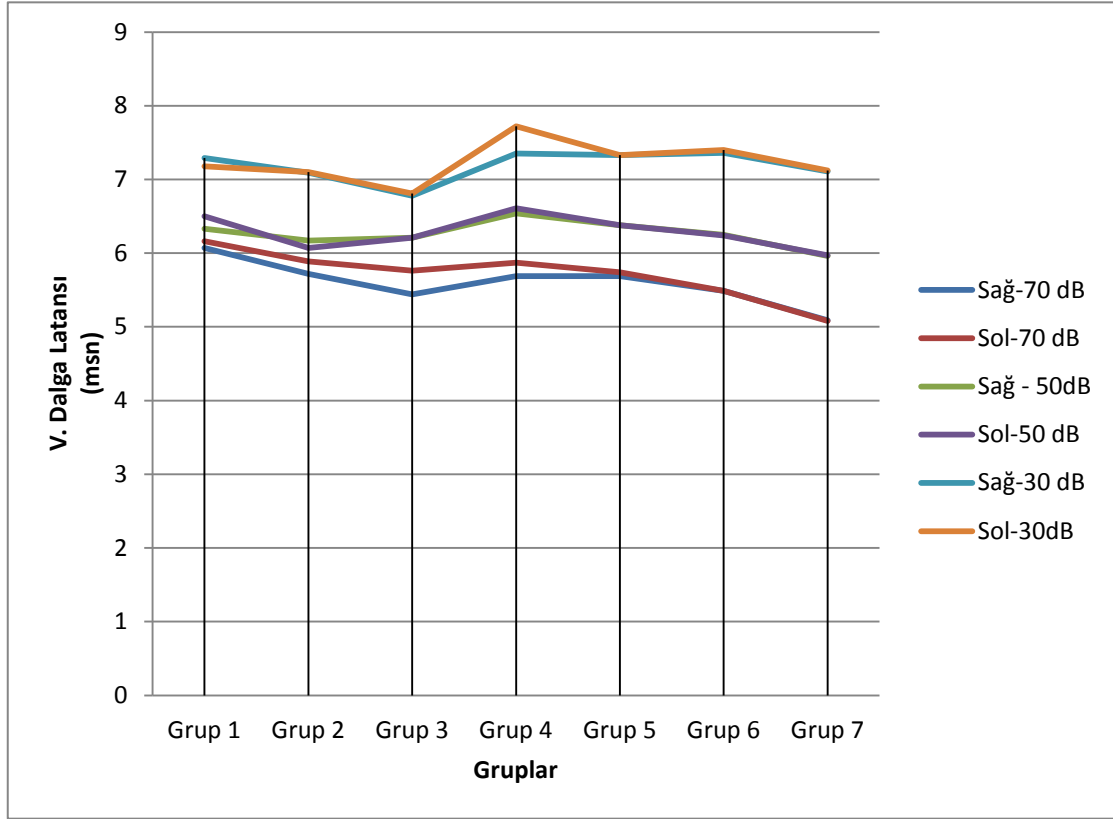
	Gruplar	III. Dalga			V. Dalga		
		Latans (msn)	SS ±	Max Min (msn)	Latans (msn)	SS ±	Max Min (msn)
<b>SAĞ KULAK</b>	Grup 1	5,34	0,21	5,93 4,85	7,29	0,17	8,20 6,53
	Grup 2	5,11	0,13	5,60 4,83	7,09	0,12	7,51 6,40
	Grup 3	5,04	0,10	5,33 4,73	6,78	0,07	7,20 6,40
	Grup 4	4,92	0,01	4,97 4,87	7,35	0,05	7,60 7,10
	Grup 5	4,82	0,05	4,97 4,65	7,33	0,02	7,43 7,19
	Grup 6	4,80	0,11	4,93 4,62	7,36	0,02	7,47 7,27
	Grup 7	4,72	0,03	4,83 4,60	7,11	0,04	7,33 6,87
<b>SOL KULAK</b>	Grup 1	5,44	0,08	5,67 5,18	7,18	0,06	7,47 6,80
	Grup 2	5,03	0,19	5,67 4,41	7,10	0,11	7,53 6,53
	Grup 3	5,05	0,07	5,30 4,80	6,81	0,07	7,20 6,40
	Grup 4	5,17	0,04	5,33 4,77	7,72	0,11	8,13 7,15
	Grup 5	4,96	0,10	5,32 4,42	7,33	0,02	7,39 7,23
	Grup 6	4,82	0,08	4,93 4,62	7,40	0,03	7,53 7,20
	Grup 7	4,75	0,03	4,85 4,67	7,12	0,05	7,33 6,93

30 dB nHL şiddet düzeyinde 7 hastada I. dalga elde edildi. Bu sayının istatistiksel analiz için yeterli olmaması sebebiyle karşılaştırmada kullanılmadı. Sadece III. ve V. dalga için karşılaştırma yapıldı.

Her grup kendi içerisinde, 30dB nHL şiddet düzeyinde kulak farklılığına göre karşılaştırıldı. Grupların sağ ve sol kulakları arasında ortalama latans değerlerinde sayısal olarak farklılık görülse de, istatistiksel olarak anlamlı farklılık elde dilemedi ( $p=0,26$ ).



Şiddet değişimine göre gruplardan elde edilen Chirp ABR V. dalga latans ortalamaları Şekil 4.2'de gösterildi.



Şekil 4.2. Şiddet değişimine göre gruplardan elde edilen chirp ABR V. dalga latans ortalamaları

Yapılan istatistiksel karşılaştırmalarda aynı şiddet düzeyinde, aynı grup içerisinde sağ ve sol kulak latans sürelerinde farklılık gözlenmedi. (30 dB nHL için  $p=0,26$ , 50dB nHL için  $p=0,18$  ve 70 dB nHL için  $p=0,76$ )



Çalışmada kullanılan 30, 50 ve 70 dB nHL şiddetlerinde elde edilen V. dalga latansları gruplar arası karşılaştırıldı. Farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığının değerlendirilmesi için tüm gruplar kendi aralarında ikişerli olarak karşılaştırıldı (**Tablo 4.5-4.7**). Tablolarda belirtilen "0" kodu karşılaştırılan gruplar arasında istatistiksel fark olmadığını ( $p>0,05$ ), "\*" kodu karşılaştırılan gruplar arasında istatistiksel fark olduğunu ( $p<0,05$ ) göstermek için kullanıldı.

**Tablo 4.5.** 70 dB nHL'de V. dalga latanslarının gruplar arası karşılaştırması

GRUPLAR	GRUP 7	GRUP 6	GRUP 5	GRUP 4	GRUP 3	GRUP 2
GRUP 1	0	0	0	0	0	0
GRUP 2	0	0	*	*	0	
			P=0,02	P=0,01		
GRUP 3	0	0	0	*		
				P=0,03		
GRUP 4	0	*	*			
		P=0,01	P=0,01			
GRUP 5	0	*				
		P=0,02				
GRUP 6	0					

Gruplar arası karşılaştırmada 70 dB nHL şiddet düzeyinde Grup 4 (3 yaş±1 ay) ve Grup 5 (4 yaş ± 1 ay)'in anlamlı derecede farklı olduğu gözlemlendi.

**Tablo 4.6.** 50 dB nHL'de V. dalga latanslarının gruplar arası karşılaştırması

<b>GRUPLAR</b>	<b>GRUP 7</b>	<b>GRUP 6</b>	<b>GRUP 5</b>	<b>GRUP 4</b>	<b>GRUP 3</b>	<b>GRUP 2</b>
<b>GRUP 1</b>	*	0	0	0	0	*
	P=0,03					P=0,02
<b>GRUP 2</b>	0	0	0	*	0	
						P=0,01
<b>GRUP 3</b>	0	0	0	*		
						P=0,04
<b>GRUP 4</b>	*	*	*			
	P=0,03	P=0,01	P=0,001			
<b>GRUP 5</b>	*	0				
	P=0,01					
<b>GRUP 6</b>	*					
	P=0,02					

Gruplar arası karşılaştırmada 50 dB nHL şiddet düzeyinde Grup 4 (3 yaş±1 ay) ve Grup 7 (6 yaş ± 1 ay)'in anlamlı derecede farklı olduğu gözlemlendi.

**Tablo 4.7.** 30 dB nHL'de V. dalga latanslarının gruplar arası karşılaştırması

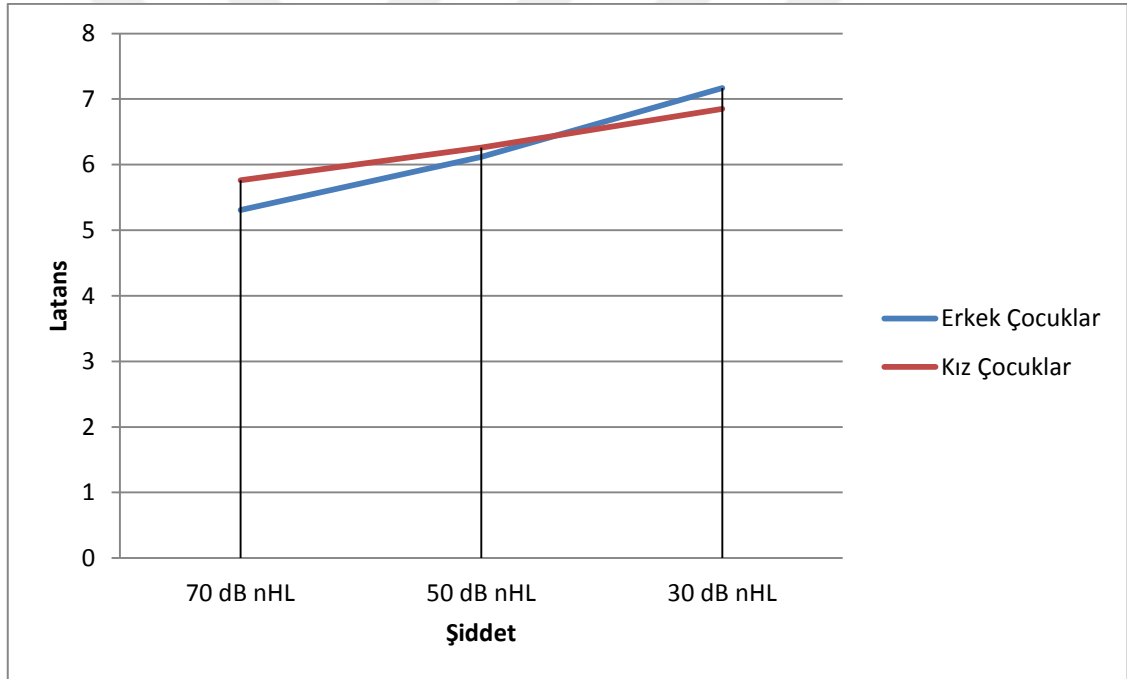
<b>GRUPLAR</b>	<b>GRUP 7</b>	<b>GRUP 6</b>	<b>GRUP 5</b>	<b>GRUP 4</b>	<b>GRUP 3</b>	<b>GRUP 2</b>
<b>GRUP 1</b>	0	0	0	0	0	0
<b>GRUP 2</b>	0	0	0	0	0	
<b>GRUP 3</b>	*	0	0	*		
	P=0,02			P=0,01		
<b>GRUP 4</b>	*	*	*			
	P=0,03	P=0,01	P=0,01			
<b>GRUP 5</b>	*	0				
	P=0,01					
<b>GRUP 6</b>	*					
	P=0,01					

Gruplar arası karşılaştırmada 30 dB nHL şiddet düzeyinde Grup 4 (3 yaş±1 ay) ve Grup 7 (6 yaş ± 1 ay)'in anlamlı derecede farklı olduğu gözlemlendi.

Cinsiyete göre V. dalga latansının şiddet değişimine göre karşılaştırması yapıldı. Cinsiyet ve şiddete göre latans ortalamaları **Tablo 4.8'**de ve latans değişimleri **Şekil 4.3'te** gösterildi.

**Tablo 4.8.** Erkek ve kız çocuklarının V. dalga latanslarının ortalama değerleri

Şiddet (msn)	Erkek Çocuklar			Kız Çocuklar			P
	V. Dalga (msn)	SS (±)	Min - Max (msn)	V. Dalga (msn)	SS (±)	Min - Max (msn)	
70 dB	5,31	0,22	5,06 - 5,75	5,76	0,08	5,60 - 5,91	P=0,096
50 dB	6,12	0,13	5,97 - 6,40	6,26	0,06	6,13 - 6,43	
30 dB	7,17	0,09	7,06 - 7,37	6,85	0,17	6,67 - 7,38	



**Şekil 4.3.** Cinsiyete göre şiddet değişiminin Chirp ABR V. Dalga latans değişimi

Tüm şiddet düzeylerinde V. dalganın latansında cinsiyete bağlı değişiklik gözlenmedi. Yaş grupları kendi aralarında cinsiyete ve şiddet değişimine göre yeniden değerlendirildi. Sonuçlar **Tablo 4.9- 4.11**'de gösterildi.

**Tablo 4.9.** Cinsiyete göre 70 dB nHL'de Chirp ABR V. Dalga latans ortalamaları

Gruplar	ERKEK			KIZ			P
	Latans (msn)	SS ±	Min Max (msn)	Latans (msn)	SS ±	Min Max (msn)	
<b>Grup 1</b>	6,28	0,082	6,07 6,50	5,94	0,118	5,73 6,40	P=0,069
<b>Grup 2</b>	5,58	0,226	5,30 6,49	6,03	0,029	5,93 6,10	P=0,089
<b>Grup 3</b>	5,54	0,131	5,13 5,86	5,61	0,100	5,40 5,97	P=0,697
<b>Grup 4</b>	5,66	0,039	5,56 5,80	5,90	0,223	5,61 6,79	P=0,321
<b>Grup 5</b>	5,71	0,016	5,68 5,76	5,72	0,029	5,65 5,81	P=0,657
<b>Grup 6</b>	5,50	0,042	5,40 5,60	5,48	0,049	5,39 5,63	P=0,859
<b>Grup 7</b>	5,07	0,053	4,90 5,23	5,10	0,069	4,90 5,23	P=0,740

70 dB nHL şiddetinde elde edilen V. dalga latansları üzerinde cinsiyetin etkisini araştırmak için her yaş grubu kendi içerisinde değerlendirildi. Tüm gruplarda, cinsiyete göre latans değerleri karşılaştırıldığında, istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmedi.

**Tablo 4.10.** Cinsiyete göre 50 dB nHL'de Chirp ABR V. Dalga latans ortalamaları

Gruplar	ERKEK			KIZ			P
	Latans (msn)	SS ±	Min Max (msn)	Latans (msn)	SS ±	Min Max (msn)	
<b>Grup 1</b>	6,71	0,040	6,83 6,64	6,23	0,047	6,13 6,41	<b><u>P=0,000</u></b>
<b>Grup 2</b>	6,01	0,194	5,70 6,77	6,28	0,035	6,20 6,40	P=0,218
<b>Grup 3</b>	6,18	0,127	5,73 6,50	6,09	0,174	5,67 6,60	P=0,704
<b>Grup 4</b>	6,58	0,029	6,48 6,67	6,57	0,042	6,48 6,70	P=0,925
<b>Grup 5</b>	6,40	0,031	6,30 6,50	6,38	0,041	6,27 6,51	P=0,751
<b>Grup 6</b>	6,28	0,041	6,19 6,44	6,30	0,037	6,19 6,41	P=0,731
<b>Grup 7</b>	5,93	0,021	5,87 6,00	5,86	0,100	5,47 6,00	P=0,524

50 dB nHL şiddetinde elde edilen V. dalga latansları üzerinde cinsiyetin etkisini araştırmak için her yaş grubu kendi içerisinde değerlendirildi. Grup 1 içerisinde cinsiyete göre latans değerleri karşılaştırıldığında, erkek çocuklarda V. Dalga latansının istatistiksel olarak anlamlı derecede daha uzun olduğu gözlemlendi. (P=0,000)

Diğer gruplarda cinsiyete göre V. dalga latansında istatistiksel anlamlı fark gözlenmedi.

**Tablo 4.11.** Cinsiyete göre 30 dB nHL'de Chirp ABR V. Dalga latans ortalamaları

Gruplar	ERKEK			KIZ			P
	Latans (msn)	SS ±	Min Max (msn)	Latans (msn)	SS ±	Min Max (msn)	
<b>Grup 1</b>	7,40	0,116	7,18 7,83	7,08	0,190	6,67 7,40	P=0,18
<b>Grup 2</b>	6,97	0,211	6,47 7,52	7,22	0,144	6,73 7,40	P=0,35
<b>Grup 3</b>	6,94	0,075	6,80 7,20	6,66	0,095	6,40 6,92	P=0,47
<b>Grup 4</b>	7,61	0,089	7,36 7,83	7,46	0,103	7,15 7,78	P=0,30
<b>Grup 5</b>	7,35	0,020	7,29 7,41	7,31	0,031	7,23 7,39	P=0,27
<b>Grup 6</b>	7,39	0,024	7,30 7,44	7,37	0,032	7,27 7,47	P=0,74
<b>Grup 7</b>	7,07	0,021	7,00 7,14	7,16	0,052	7,00 7,28	P=0,13

30 dB nHL şiddetinde elde edilen V. dalga latansları üzerinde cinsiyetin etkisini araştırmak için her yaş grubu kendi içerisinde değerlendirildi. Tüm gruplarda, cinsiyete göre latans değerleri karşılaştırıldığında, istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmedi.

Çalışmamızda elde edilen 70, 50 ve 30 dB nHL şiddet düzeylerinde chirp ABR'de saptanan I, III ve V. dalga ortalama latans değerleri **Tablo 4.12**'de verildi.

**Tablo 4.12.** 70, 50 ve 30 dB nHL şiddet düzeyinde I, III ve V. Dalga için chirp ABR dalga latans ortalamaları

Şiddet dB nHL	Gruplar	I. Dalga			III. Dalga			V. Dalga		
		Latans (msn)	Max (msn)	Min (msn)	Latans (msn)	Max (msn)	Min (msn)	Latans (msn)	Max (msn)	Min (msn)
70	Grup 1	2,14	2,64	1,70	4,08	4,36	3,92	6,11	6,40	5,90
	Grup 2	1,78	1,90	1,70	3,84	4,14	3,67	5,83	6,10	5,48
	Grup 3	1,91	2,37	1,47	3,82	3,97	3,67	5,71	5,97	5,40
	Grup 4	1,83	1,98	1,66	3,87	3,97	3,82	5,78	6,79	5,56
	Grup 5	1,80	1,85	1,76	3,87	3,97	3,82	5,72	5,81	5,65
	Grup 6	1,67	1,73	1,59	3,76	3,85	3,62	5,54	5,63	5,41
	Grup 7	1,54	1,58	1,52	3,53	3,57	3,50	5,11	5,23	5,04
50	Grup 1	2,56	3,17	1,98	4,67	5,05	4,27	6,42	6,70	6,13
	Grup 2	2,39	2,54	2,28	4,46	4,65	4,27	6,12	6,27	5,90
	Grup 3	2,58	2,80	2,30	4,60	4,97	4,04	6,21	6,60	5,67
	Grup 4	2,99	3,30	2,71	4,90	5,00	4,72	6,57	6,70	6,48
	Grup 5	2,56	2,69	2,26	4,59	4,69	4,42	6,38	6,50	6,27
	Grup 6	2,33	2,41	2,28	4,27	4,61	3,46	6,24	6,34	6,19
	Grup 7	2,49	2,52	2,47	4,58	4,49	4,44	5,96	6,00	5,91
30	Grup 1				5,39	5,80	5,03	7,22	7,83	6,67
	Grup 2				5,07	5,64	4,64	7,03	7,27	6,23
	Grup 3				5,04	5,31	4,77	6,74	6,92	6,40
	Grup 4				5,04	5,13	4,98	7,54	7,83	7,15
	Grup 5				4,74	4,98	4,56	7,33	7,41	7,27
	Grup 6				4,81	4,93	4,62	7,39	7,47	7,30
	Grup 7				4,73	4,85	4,60	7,12	7,27	7,06

(Grup 1: 6 Aylık, Grup 2: 1 yaş, Grup 3: 2 yaş, Grup 4: 3 yaş, Grup 5: 4 yaş, Grup 6: 5 yaş, Grup 7: 6 yaş)



## 5. TARTIŞMA

ABR, kulağa dışarıdan verilen, belirli özelliklere sahip işitsel uyarılara cevap olarak VIII. kranial sinir ile birlikte beyin sapı içerisindeki nukleusların meydana getirdikleri elektriksel aktiviteyi göstermektedir. ABR dalgası akustik uyarıyı takiben ilk 12 ms içerisinde meydana gelen 7 dalgadan oluşmaktadır. Bu dalgalar köken aldığı nukleustaki aktiviteyi ifade eder (Hood, 1998). Odyometrik testlerin yapılmasının mümkün olmadığı bebek ve küçük çocuklarda, zeka geriliği ve iletişim bozukluğu bulunanlarda, komadaki hastalarda, simulasyon yapanlarda işitme fonksiyonunun değerlendirilmesinde ve eşik tayininde, nörotojik hastalıklarda lezyon yerinin tayininde, beyin sapı ve serebellopontin köşe lezyonlarında, koklear ve retrokoklear işitme kayıplarının ayırımında ve intraoperatif monitörizasyon amacıyla kullanılmaktadır (Brackmann, 1991).

İşitmenin değerlendirildiği ve işitme eşığının bulunmaya çalışıldığı ABR testlerinde dalga latansı, amplitüdü ve tekrarlanabilirliği dikkate alınmaktadır. Nörotojik hastalıkların ve retrokoklear işitme kayıplarının tanısında ise ayırt edici parametrelerin tamamı kullanılmaktadır (Hall, 1997). Son yıllarda ise sistemik hastalıklarda tarama testi olarak ve erken tanı aracı olarak kullanılmaktadır (Yılmaz, 2003).

ABR testinde tanıda en sık kullanılan parametreler I, III ve V. dalga latansları ve I-III, III-V ve I-V dalgalar arası latanslarıdır. Dalga I ve dalga III. işitme eşığına yakın uyarı şiddetlerinde elde edilemezken dalga V işitme eşığına çok yakın stimulus şiddetlerinde bile görülebilmektedir. Uygulanan testler sonucu elde edilen bulgular (dalga latansları, dalgalar arası latanslar ve amplitüdü) klinikler arası farklılıklar gösterebilmektedir. Bunun nedeni kullanılan uyarı tipi, kayıt tekniği (parametreler), hasta yaşı ve cinsiyetinden etkilenmesidir (Glasscock 1998).

ABR testi her yaşta hastaya uygulanabilmektedir. Test sırasında hastaların uykuda veya teste koopere olması beklenir. Kliniğimizde ABR testi sıklıkla çocuk hastaların işitmelerinin değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Samsun Eğitim ve Araştırma Hastanesi, bölge referans hastanesi olması sebebiyle Samsun ve çevresindeki illerden çok sayıda çocuk hastanın başvurduğu referans bir hastanedir. Yenidoğan işitme taraması programı sebebiyle çok sayıda bebek hastanemize sevk edilmekte ve işitme testleri yapılmaktadır. Yapılan tarama testleri sonucu Sağlık Bakanlığı'nın

belirlediği kurallar çerçevesinde işitme açısından risk faktörü bulunduran bebeklerin 6. ay, 1. yaş, 2. yaş ve 3. yaşlarında işitme testleri tekrarlanmaktadır. Okul çağı işitme tarama programlarının şehrimizde yürütülmesi ile 3 yaş sonrasında gelişen işitme kayıpları okul çağı işitme tarama programı ile yakalanmakta ve referans hastanelere sevkleri yapılmaktadır. Bu sebeple yenidoğan bebekler ile okul çağına (6 yaş) kadar olan çocuklar arasındaki yaş grubunda, çok sayıda çocuğa işitme testleri uygulanmaktadır. Yenidoğanlarda ve çocuklarda işitmenin subjektif yöntemlerle değerlendirilmesi zordur ve objektif yöntemlerle tanının desteklenmesi gerekmektedir. Hastanemize başvuran 6 yaş ve daha küçük yaşlardaki hasta sayısının fazla olması sebebiyle çalışmamız 0-6 yaş arası çocuklarda *CE-chirp* uyararı kullanılarak ABR test sonuçlarının normalizasyonu amaçlanarak oluşturuldu. Hastanemizde bu yaş grubunda ABR testi sonuçları incelenirken temel amacımız işitme değerlendirmesidir. Çalışmamızda bu sebeple cinsiyet ve yaşın ABR dalga latansları ile ilişkisi incelendi.

Odyometrik testler hastanın bilinçli olmasını ve kooperasyonunu gerektiren testlerdir. ABR testi ise hastanın bilinçli katılımına ihtiyaç duyulmayan objektif bir test yöntemidir. Objektif olmakla birlikte ABR testinde dalga formlarının analizi klinisyenin subjektif analizine bağlı olduğu için cevapların yorumlanmasında klinik deneyim ve tecrübe oldukça etkilidir (Glasscock, 1998; Hood, 1998). Klinisyenin cevapları doğru olarak yorumlayabilmesi için kendi teknik şartlarını oluşturması ve uyarana ait kliniğin normal değer aralığını bilmesi gerekir (Towfighi, 1976, Brackmann, 1989). Öncelikle testin yorumu işlemin amacına göre şekillendirilmelidir. Eğer amaç eşik değerlendirmesi ise V. dalganın varlığı uyarı şiddeti düşürülerek kontrol edilmelidir. Sıklıkla kayıt sırasında en düşük şiddette elde edilen V. dalga eşik olarak belirlenir. Dalga V eşiği ile odyometrik eşikler arasında korelasyon bulunmaktadır. Bu durum çalışmalarda belirtilmiştir (Hexos, 1982; Picton, 1983; Siningler, 1993; Güler, 2009). Lezyon yerinin değerlendirilmesinde genellikle eşik üstü şiddet düzeylerinde ve I-III, I-V ve III-V dalgalar arası latansların karşılaştırılması kullanılır. ABR testinin yorumlanmasında latans-şiddet grafiği göz önünde bulundurulmalıdır. Latans-şiddet grafiği retrokoklear patolojilerde lezyon yerinin değerlendirilmesinde kullanılır (Musiek, 1984). Eşik tahmini veya nörootolojik değerlendirme için ABR kullanıldığında, hastadan elde edilen verilerin karşılaştırılabileceği yaşa uygun normatif değerlerin bulunması bu sebeple önemlidir (Arnold, 2007).

ABR testi elektrik artefaktından ve gürültüden etkilenmektedir. Bu durumu önlemek için Faraday kafesi kullanılmakta, topraklama için ayrı bir toprak hattı oluşturulmaktadır (Muş, 1991). Kliniğimizde Faraday kafesi bulunmamaktadır. Elektrik artefaktını önlemek için ABR Test odası, radyoloji gibi sürekli manyetik ve elektrik artefaktı oluşturan cihazların bulunduğu birimlerden uzakta konumlandırılmış ve ayrı toprak hattı çekilmiştir. Ses yalıtımı için ABR Test odası ses yalıtım malzemeleri ile kaplanmıştır.

ABR testinde amaca yönelik olarak akustik uyarın ve kayıt parametreleri ile ilgili değişiklikler yapılmaktadır. Üç farklı uyarın çeşidi ABR testinde kullanılmaktadır. Bu uyarınlar kokleadaki test edilmek istenen bölgelere göre farklılık göstermektedir. *Click* uyarın tüm frekansları içermesine rağmen uyarının amplitüdü, kulaklığın elektroakustik özellikleri, dış kulak yolu ve orta kulağın ses iletim özelliği ve kokleanın bütünlüğü gibi sebeplerden dolayı 2-4 kHz bölgesini yoğun olarak uyarmaktadır. Bu sebeple özellikle yüksek frekans bölgesini değerlendirmek için kullanılmaktadır (Satar, 2000; Gorga, 2006). *Tone-burst* uyarınlar kokleada hedeflenen bölgenin uyarılmasını sağlamaktadır. *Tone-burst* uyarınlar sadece bir frekanstan oluşmakta ve her şiddet düzeyinde enerjisini korumaktadır (Hood, 1900). *Chirp* uyarın, yeni bir uyarın çeşidi olup, geleneksel olarak kullanılan *click* ve *tone-burst* uyarının sınırlılıkları sebebiyle geliştirilmiştir.

*Chirp* uyarın içerdđi frekans bileşenlerinin zamansal dizilimi sayesinde koklear baziller membranı ve VIII. siniri senkronize olarak uyaracağı hipoteziyle Dau ve arkadaşları tarafından önerilmiş bir uyarındır (Dau, 2000). Clause Elberling'in çalışmaları sonucu günümüzdeki şekline getirilmiştir. Uyarının içerdđi frekansların zamansal dizilimi, farklı frekanslardaki akustik bileşenlerin baziller membran üzerindeki karakteristik bölgelerine ulaşana kadar geçen sürelerle göre ayarlanmıştır. Böylece *click* uyarın ile benzer frekans spektrumuna sahip olan *chirp* uyarın, alçak frekansları uğrayacakları gecikmeyi göz önüne alarak zamansal olarak yüksek frekanslardan önce vermektedir. Uyarın içindeki frekansların zamana göre sırası alçak frekanslarla başlamakta ve yüksek frekanslarla bitmektedir. Zamansal dağılım nedeniyle teorik olarak *chirp* sinyalinin içerdđi her frekans karakteristik bölgesine aynı anda ulaşmakta ve dolayısıyla baziller membranın tamamı senkronize olarak uyarılmaktadır. Dau ve ark. (2000) yetişkinler üzerinde yaptıkları çalışmada *chirp* ve *click* uyarınlar ile

kaydedilen ABR dalgaları, ABR için klinikte en çok incelenen dalga olan V. dalganın genliği yönünden karşılaştırmıştır. 40, 30 ve 20 dB nHL şiddetlerinde yapılan ölçümlerde, 40-20 dB nHL seviyelerinde *chirp* ile elde edilen V. dalgaların genliğinin *click* uyararla kaydedilenlere göre anlamlı olarak büyük olduğu görülmüştür. 60 ve 50 dB nHL şiddet seviyelerinde *chirp* ile elde edilen V. dalga genliğinin *click* ile elde edilenlere göre daha büyük olduğu ancak bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı bildirilmiştir. 10 dB nHL seviyesinde ise katılımcıların bir kısmında her iki uyararla da V. dalga elde edilemediğinden veriler değerlendirilememiştir. Mevcut bulgulara dayanılarak *chirp* sinyalinin kokleanın tamamını senkronize bir biçimde uyardığı öne sürülmüştür. *Chirp* sinyalinin, alçak frekanslı bileşenler için baziler membranda oluşan gecikmeyi ortadan kaldırdığına işaret eden başka bir bulgu ise bu sinyalin tersinin (frekansın yüksekte alçağa doğru değişmesi şeklinde) verilmesiyle elde edilen V. dalga genliklerinin hem normal *chirp* sinyaliyle hem de *click* uyararla elde edilen dalga genliklerinden düşük olmasıdır.

Özellikle 60 dB'den düşük şiddet seviyelerinde V.dalga baz alınarak yapılan karşılaştırmalarda 2 kat daha büyük amplitüdümlü yanıtlar elde edilmiştir (Elberling, 2008; Elberling, 2010). Mario ve ark. (2014) yenidoğan grubu 96 bebek üzerinde yaptıkları çalışmada *chirp* uyararı ve *click* uyararla yapılan ABR testi sonuçlarını karşılaştırdıklarında *chirp* uyararı ile elde edilen V. dalga amplitüdünün *click* uyararı ile elde edilen V. dalga amplitüdünden %77 daha büyük olduğunu raporlamıştır.

Khorsand ve ark. (2014) 20-30 yaş arasında 15 normal işiten bireyde *chirp* ABR ve *click* ABR V. dalga eşiklerini karşılaştırmışlar ve *chirp* ABR V. dalga eşikleri *click* ABR V. dalga eşiklerinden yaklaşık 5 dB daha iyi sonuçlar vermiştir. Prigge ve ark. (2012) tarafından normal işiten olgularda *CE-chirp* uyararı ile *click* uyarardan daha güvenilir cevaplar elde edildiği ve *CE-chirp* uyararının eşik tahmin etmede ideal uyararı olduğu belirtilmiştir.

*Chirp* ABR ile *click* ABR'nin test süreleri karşılaştırıldığında *chirp* ABR'nin daha kısa sürede sonuçlandırıldığını belirten çalışmalar bulunmaktadır. Cebulla ve arkadaşları (2013) 96 yenidoğanda *click* uyararlı ve *chirp* uyararlı potansiyelleri karşılaştırmışlardır. *Chirp* uyararı ile daha büyük amplitüdümlü cevaplar elde edilerek daha güvenilir test sonuçları ve daha kısa test süresi sağlanmıştır. Zirn ve ark. (2014) 6-18 yaş arasında 253 çocukta yaptıkları çalışmada dar-band *chirp* uyararlı ABR'nin kayıt

süresini azalttığını belirtmiştir. Stuart ve Kensi (2014) 23 yenidoğanda *chirp* ABR ve *click* ABR bulgularını karşılaştırdıklarında, *chirp* uyaranlı ABR ile daha büyük amplitüdümlü cevaplar elde edilerek test süresinin azalttığını belirtmiştir. Kilercioğlu (2015) yetişkinler üzerinde yaptığı çalışmada *chirp* ABR test süresinin *click* ABR test süresinden %19 daha kısa bulmuştur. Kliniğimizde ABR testi çoğunlukla çocuklarda işitme eşik tayininde kullanılmaktadır. ABR testinde V. dalga eşiği aranırken amplitüd ve morfoloji büyük önem taşımaktadır. Bu sebeple V. dalga amplitüdünün daha büyük olacağı ve klinik referans değerleri oluşturması amacıyla *chirp* uyaran kullanılarak normalizasyon çalışması yapılmıştır.

Uyaran tekrar oranı (*rate*), ABR dalgalarının latansını ve amplitüdünü etkilemektedir. Uyaran tekrar oranının 11/ sn olarak kullanılması dalga morfolojisinin daha belirgin olması ve tepe noktalarının belirlenmesini kolaylaştırmaktadır (Picton, 1983). Uyaran tekrar oranı 21/sn olarak kullanıldığında dalga morfolojisinde bozulmaya ve latanslarda anlamlı uzamaya sebep olmaz. Uyaran/sn oranı 21'den daha yüksek olduğunda ABR dalgalarının amplitüplerinde azalma görülür (Hall, 1992). Uyaran tekrar oranı 21/ sn olarak kullanıldığında ABR test süresini belirgin olarak kısaltmaktadır (Soares, 2010). Ünal (2012) yaptığı çalışmada uyaran tekrar oranının 11/sn olması ile 21/sn olmasının, normal işiten yetişkinlerde V. dalga latansında 0.02 ms'lik farka sebep olduğunu ve bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığını belirtmiştir.

Elektrot yerleşimi ABR dalgalarının amplitüdünü değiştirmektedir. ABR ölçümlerinde genellikle verteks-ipsilateral mastoid ve verteks-ipsilateral kulak lobülü yerleşimi kullanılmaktadır (Terkildsen, 1981). Ancak işitme eşiklerine yakın uyaran şiddetleri kullanıldığında referans elektrodun non-sefalik bir noktaya veya kulak lobülüne yerleştirilmesi V. dalganın daha büyük genlikle ve daha belirgin olarak ölçülmesine imkan vermektedir (Pethe, 1998). O nedenle, çalışmamızda Verteks-ipsilateral mastoid yerleşimi uygulandı.

Çalışmalarda kulaklık seçiminin amplitüd ve latanslar üzerinde etkili olduğu bildirilmektedir (Glasscock, 1998; Bell, 2002; Muş, 2005; Elberling, 2010). ABR kayıtları *supraaural* ve insert kulaklıklarla yapılabilmektedir. *Supraaural* kulaklık ile *chirp* uyaranın değerlendirildiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ancak *click* uyaran kullanılarak yapılan çalışmalarda *supraaural* kulaklıkların latanslar üzerindeki etkisi

bilinmektedir. *Insert* kulaklıklardan elde edilen dalgaların mutlak latansı *supraaural* kulaklıklardan elde edilenlerden 0.9 msn daha uzundur (Hood, 1998). Bunun sebebi olarak, *supraaural* kulaklıklarda hoparlör diyaframının dış kulak yolu ile uzaklığının, insert kulaklık diyaframının dış kulak yolu ile uzaklığı arasındaki mesafeden kısa olmasıdır. İinsert kulaklıklarda diyaframda üretilen ses lastik tüp ve sünger prop ile dış kulak yoluna verilmektedir (Prigge, 2012). Bu uzamanın bütün dalgalarda eşit miktarda olması ve insert kulaklıkların *interaural attenuasyonu* artırması, kulak kanalı tıkanıklarının önüne geçmesi, hasta konforunu artırması ve yüksek şiddet düzeylerinde elektrik artefaktını engellemesi sebebiyle insert kulaklıkların kullanılması tavsiye edilmektedir (Hall, 2007). Elberling ve ark. (2012) farklı insert kulaklıkları birbirleri ile karşılaştırmış ve sonucunda 60 dB nHL ve altındaki şiddet düzeylerinde ER-2 insert kulaklığın kullanılmasını elektroakustik özellikleri sebebiyle tavsiye etmiştir. Çalışmamız, kliniğimizde ER-2 insert kulaklık bulunmadığından ER-3A ile yapılmıştır.

ABR testinde üç farklı uyaran polaritesi kullanılmaktadır. Rarefaction uyarılar negatif basınç oluştururken, condensation uyarılar pozitif basınç oluşturmaktadır. Bu durum ABR dalgalarında faz farkının oluşmasına sebep olmakta ve dalga yapısını etkilemektedir. Alternate uyarılar ise negatif ve pozitif uyarıların sıralanması ile oluşturulmuş özel uyarılardır. Alternate uyarılar koklear mikrofoninin baskılanmasına sebep olduğu için ABR dalga morfolojisinin daha temiz ortaya çıkmasını sağlamaktadır (Borg, 1981; Hexos, 1982).

Yaş, ABR sonuçlarını etkileyen en önemli faktörlerden birisidir. Yeni doğanlarda ve çocuklarda ABR dalga formları, latansları ve amplitüdüleri yetişkinlere göre farklılık gösterir. İnfantlarda peak latansları ve dalga intervalleri erişkinlere göre uzundur. Bunun nedeni işitsel yolların maturasyonun anne karnında başlayıp doğumdan sonra da devam etmesidir. Doğum sonrasında dendrit dallanmasında artma ve fibril çaplarında genişlemeler meydana geldiği gösterilmiştir. Yaşın ilerlemesiyle birlikte V. dalga latansı azalır (Costa, 1990; Biacable, 2001; Rosa, 2014). Yaş ve ABR dalgalarının değişimi ile ilgili pek çok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmaların büyük çoğunluğu click ve tone-burst uyarılar kullanılarak yapılmıştır.

ABR dalgalarının yetişkin formuna ne zaman ulaştığı ile ilgili pek çok çalışma ve farklı görüş bulunmaktadır. Yüçetürk ve ark. (1995) 4 yaşından itibaren *chirp* uyaran ve insert kulaklıklar ile yaptıkları yaş-ABR ilişkisi çalışmasında 4-7 yaş arası V. dalga

latansını 7 yaş üzeri gruptan anlamlı derecede uzun olduğunu bildirerek erişkin cevaplarının alınması sınırının 7 yaş olduğunu raporladılar. Stockard ve ark. (1979) ise koklear sinir maturasyonunun ve iletiminin 1 yaş civarında erişkin düzeyine geldiğini ileri sürdüler. Güler (2009) çalışmasında V. dalga latansının 0-5 ay ve 6-11 ay gruplarında en uzun olduğunu göze çarptığını belirtmiş, V. dalga latansının son derece düzenli olarak yaş arttıkça kısalacağını göstermiştir. Çalışmasında en kısa V. dalga latansına 19-39 yaş grubu olan erişkin yaş grubunda rastlanmaktadır. Dalga V'in erişkin latans aralığına 9 yaşında ulaştığını öne sürmüştür. Literatürde erişkin yaş cevaplarına 3 ve 7 yaş civarında ulaşıldığına dair yayınlar mevcuttur (Stockard, 1979; Fria, 1984; Yüçetürk, 1995; Erdem, 2002). Çalışmamızda, 0-6 yaş grubu ile çalışılması sebebiyle bu popülasyonda erişkin cevaplarına hangi yaşta ulaşıldığına dair erişkin *chirp* ABR grubu olmadığından karşılaştırma yapılamamıştır.

Cinsiyetin ABR testini etkileyen önemli bir faktör olduğu bilinmektedir. Periferik ve santral matürasyonların tamamlanıp dalga latanslarının stabilite kazanmasından sonra, kadınlarda ve erkeklerde latans uzaması farklı derecelerde olmaktadır. Çalışmalar yetişkin kadınların dalga latanslarının yetişkin erkeklerin dalga latanslarından daha kısa olduğunu belirtmektedir (Trune, 1988; Muş, 1989; Costa, 1991; Yılmaz, 2003). ABR dalga ve dalgalar arası latanslardaki bu farklılık kadınlarda nöral yolların fiziksel yapı itibariyle kısa olması ya da hormonal faktörlerle açıklanmaya çalışılmıştır (Picton, 1983). Sato ve ark. (1991) insan kokleasının uzunluklarını ölçtükleri 9 çift temporal kemikte kadın kokleasının erkek kokleasına göre %13 daha kısa olduğunu belirtmiştir. Çalışmalarda, özellikle V. dalga latansının cinsiyetler üzerinde önemli derecede farklı olduğu gösterilmiştir (Picton, 1983; Özdamar, 1996; Arnold, 2007; Hall, 2007).

McClelland ve McCrera (1979) cinsiyet faktörünün ABR dalgalarını hem bedensel hem hormonal farklılığın maksimum değere ulaştığı 14 yaştan itibaren etkilediğini belirtmiştir. O'Donovan ve ark. (1980) cinsiyetin ABR dalgalarını 8 yaşından itibaren farklılaştırdığını ve bu duruma hormonal değişimlerin sebep olduğunu öne sürmüştür. Muş ve ark. (1989) cinsiyetin ABR dalgalarının 12 yaşından itibaren farklılaştığını belirtmiş ve bu duruma hormonal farklılıkların sebep olduğunu öne sürmüştür. Çalışmalar cinsiyetin ABR dalgalarını etkilemesinde hormonal farklılıkların etkili olduğu konusunda hemfikirdir. Cinsiyetin ABR dalgalarını etkilemeye başladığı

yaşların, farklılık göstermesinin, farklı ırktan insanlar üzerinde çalışma yapılmış olmasının sebep olacağı öne sürülmüştür (Muş, 2005).

Yılmaz ve ark. (2003) yetişkinler üzerinde yaptığı çalışmada erkeklerden elde edilen dalga latanslarının kadınlardan elde edilen dalga latanslarına göre anlamlı derecede uzun olduğunu bildirmiştir. Kadınlarda V. dalga amplitüdünün erkeklere oranla daha büyük olduğunu belirtmiştir. Parlak ve ark. (2014) yetişkinler üzerinde insert kulaklıklar ve *chirp* uyararı ile yaptığı çalışmada 90 ve 70 dB nHL şiddet düzeyinde cinsiyetin anlamlı farklılık yaratmadığını, 50 ve 20 dB nHL şiddet düzeylerinde anlamlı farklılık olduğunu belirtmiştir. Mario ve ark. (2014) yenidoğan grubu üzerinde insert kulaklıklar ve *chirp* uyararı ile yaptığı çalışmada cinsiyetin dalga latansları üzerinde anlamlı farklılık olmadığını göstermiştir. Çalışmamızda da 1-6 yaş arası çocuklarda *chirp* uyararı ile cinsiyetin ABR dalgaları üzerinde anlamlı farklılık oluşturmadığı gözlemlendi. Yalnızca 50 dB nHL şiddet düzeyinde 6 aylık çocuklarda cinsiyetin V. dalga latansı üzerinde anlamlı farklılık oluşturduğunu tespit edildi. Bu duruma ABR testi uygulanan hasta sayısının az olmasının sebep olduğu düşünüldü. Diğer şiddet düzeylerinde 6 aylık çocuklarda cinsiyetin anlamlı farklılık yaratmaması sebebiyle bu durum gözardı edilebilir.

Çalışmamızda, normal işiten bireylerden elde edilen latans değerleri cinsiyete, yaş gruplarına ve sağ/sol kulağa göre ayrı ayrı incelenmiştir. Elde edilen normalizasyon değerleri kliniğimiz için referans özelliği taşımaktadır. Bölgemizdeki diğer kurumlar için de ayrıca kaynak oluşturacaktır. Çalışmada kullandığımız test parametrelerine uygun olarak yapılacak ABR ölçümlerinin 0-6 yaş arası çocuklarda işitmeyi tanılamada ve patolojiyi ayırt etmede referans olacağı düşüncesindeyiz. Çalışmamız nadir olarak kullanılan ancak sağladığı bilgi bakımından, güvenilir olan *chirp* uyararı kullanması nedeniyle de ülkemiz kliniklerine kaynak teşkil edecek ve ulusal/uluslararası literatüre katkıda bulunacaktır.



## 6. SONUÇLAR

Elde edilen bulgular tartışıldığında aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

- 1) Cinsiyete göre yapılan karşılaştırmada, tüm yaş grupları arasında 70, 50, 30 dB nHL'de latans sürelerinde anlamlı farklılık gözlenmedi.
- 2) ABR dalgaları üzerinde kulak farkının etkisini incelemek için, sağ ve sol kulakta elde edilen dalga latansları karşılaştırıldığında, kulaklar arası anlamlı farklılık gözlenmedi.
- 3) Yaşa göre ABR dalga latansları incelendiğinde 70, 50, 30 dB nHL'de ABR dalga latanslarının yaşla birlikte kısaldığı gözlemlendi.
- 4) Yaş grupları birbirleri ile karşılaştırıldığında Grup 4 (3 yaş) ve Grup 7 (6 yaş)'nin latanslarının daha küçük yaş gruplarından anlamlı derecede kısa olduğu gözlemlendi. Bu durum bu yaşlarda N. Cochlearis'in maturasyonunda sıçrama olduğu dönemler olduğu düşünülebilir.

Çalışmamızda her yaş grubunda elde edilen *chirp* ABR dalga latansları, kliniğimize ait normatif değerleri oluşturmaktadır. Normatif değerler kliniğimize başvuran hastaların değerlendirilmesinde referans oluşturacaktır.

## KAYNAKLAR

- Akyıldız N. Kulak Hastalıkları ve Mikrocerrahisi Bilimsel Tıp Yayınevi, Ankara 2007; Cilt 2:s177-187.
- Akyol M. Transtimpanik Elektrokokleografi Derlemesi. Kulak Burun Boğaz Baş ve Boyun Cerrahisi 1993; 1(2): 101-102.
- Antonia SM, Freidman R. Meniere's Disease In Jagler RK, Brackman DE, eds. Neurotology. Philadelphia: Elsevier 2005;621- 638.
- Arnold SA. The Auditory Brainstem Response. In: Roeser RJ, Valente M. Hosford-Dunn H. Audiology diagnosis. 2. Ed, USA, Thieme 2007; 426-444.
- Bell SL, Allen R, Lutman ME. An investigation of the use of bandlimited chirp stimuli to obtain the auditory brainstem response. Int J Audiol 2002;41(5): 271-278.
- Berger H. Uber des Elektroenkephalogram des menschen. Dritte mitteilung (2nd report). J Psychol Neurol (Leipzig) 1930;40:160-179.
- Berger H. Uber des Elektroenkephalogram. Arch Psychiatry Nervenkr 1929;87;527-570.
- Beynon AJ. Electrically evoked auditory cortical event-related potentials in cochlear implant patients: the P300 potential. Thesis University of Nijmegen 2005;7.
- Borg E, Löfgvist L. Brainstem response to rarefaction and condensation click in normal hearing and step high frequency hearing loss. Scan Audiol Suppl 1981;13: 99-101.
- Brackmann DE, Don M, Selters W. Electrical Response Audiometry. In: Essential Otolaryngol. 5th ed, New York. 1989;61-82.
- Brackmann DE, Don M, Selters WA. Electric Response Audiometry. Eds: Paperella MM, Shumrich DA, Gluckman JL, Meyerhoff WL. Otolaryngology. 3rd edition, 1991;2:993-1004
- Caton R. Electrical currents of the brain. The Journal of Nervous and Mental Disease 1875;2;610.
- Cebulla M, Lurz H, Shehata-Dieler W. Evaluation of waveform, latency and amplitude values of chirp ABR in newborns. Int J Pediatric Otorhinology 2014;78(4):631-6.
- Chevallier JM, Avan P. Functional anatomy of auditory brainstem nuclei. Application to the anatomical basis of brainstem auditory evoked potentials. Auris Nasus Larynx 2001;28:85-94.

- Clark E. Thrombosis of the internal carotid artery: Stimulating an intracranial space-occupying lesion. *Science Direct* 1958;271:1085-1089.
- Costa N, Fukuda Y, Gananca MM., Caovilla, HH. Effects of gender and head size on the auditory brainstem response. *Revue de Laryngologie-Otologie-Rhinologie* 1991;112(1): 17-19.
- Costa P, Benna P, Bianco C. Aging effect on brainstem auditory evoked potentials. *Elektromyogr Clin Neurophysiol* 1990;30:495-500.
- Çoban P, Bilgin R, Gedizoğlu M. Topiramate Kullanımının Beyinsapı İşitsel Uyarılmış Potansilleri Üzerine Etkisi 2007;13(1):25-28.
- Dau T, Wegner O, Mellert V, Kollmeier B. Auditory brainstem responses with optimized chirp signals compensating basilar-membrane dispersion, *J Acoust Soc Am* 2000;107(3): 1530-1540.
- Davis H, Hirsh, SK, Turpin LL, Peacock ME Threshold sensitivity and frequency specificity in auditory brainstem response auditory. *Audiology* 1985; 24: 54-70.
- Davis PA. Effects of acoustic stimuli on the waking human brain. *Journal of Neurophysiology* 1939;2:494-499.
- Dawson GD. Cerebral responses to nerve stimulation in man. *British Medical Bulletin* 1950;6:326-329.
- De Boer E. A cylindrical cochlea model: The bridge between two and three dimensions. *Hearing Res* 1980; 2:493-504.
- De Boer E. Auditory physics. Physical principles in hearing theory I, *Phys Rep* 1990;62: 87-174.
- Don WS. Numerical study of pseudospectral methods in shock wave applications. *Journal of Computational Physics* 1994;110:103-111.
- Elberling C, Callo J, Don M. Evaluating auditory brainstem responses to different chirp stimuli at three levels of stimulation. *J Acoust Soc Am* 2010;128(1):215-23.
- Elberling C, Don M. Auditory brainstem responses to a chirp stimulus designed from derived-band latencies in normal-hearing subjects. *J Acoust Soc Am* 2008;124(5):3022-37.
- Elberling C, Kristensen S, Don M. Auditory brainstem responses to chirps delivered by different insert earphones 2012 *Acoustical Society of America* 2012; 2091-2100.
- Elberling C, Parbo J. Referent data for ABR in retrocochlear diagnosis. *Scan Audiol* 1987;16:49-55.

- Ferraro JA, Durrant JD. Electrocochleography. In: Jack Katz. (Editor). The Handbook of Clinical Audiology. 5th Edition. Maryland: Lippincott Williams & Wilkins, 2002.
- Fria TJ, Doyle WJ. Maturation of the auditory brainstem responses (ABR). Additional perspectives. Ear and Hear 1984;6(5):361-365.
- Glasscock III ME, Jackson CC, Josey AF. İşitsel Beyin Sapı Cevabı El Kitabı. Murat Ünal (Çeviren). Adana: Nobel, 1998.
- Gorga MP, Johnson Ta, Kaminski Jk, Beauchaine Kl, Garner CA, Neely ST. Using a combination of click and toneburst evoked auditory brainstem response measurements to estimate pure-tone thresholds. Ear Hear 2006;27(1): 60–74.
- Greenwood DD. A cochlear frequency position function for several species- 29 years later, J Acoustic Soc Am 1990;87: 2592-2605.
- Güler ŞY. Uyarılmış İşitsel Beyinsapı Cevaplarının Klinik Standardizasyonu. Uzmanlık Tezi: Düzce Üniversitesi Tıp Fakültesi KBB Anabilim Dalı. 2009.
- Hall III JW. New Handbook of Auditory Evoked Responses. USA: Pearson Education Inc. 2007.
- Hall JW, Mueller HG. Auditory Brainstem Response (ABR). Ed: Danhauer JL. Audiologist's Desk Reference. Singular Publishing Group Inc. London; 1997;1:319–387.
- Hall JW. Handbook Of Auditory Evoked Responses. Allyn and Bacon, Massachusetts. 1992.
- Halliday AM: Evoked Potentials in Clinical testing. Pitman Press, Great Britain,1982.
- Hecox K, Cone B, Blaw ME. Brainstem auditory evoked response in the diagnosis of pediatric neurologic disease. Neurology 1982;31:832-840.
- Hexos K, Burkard R. Development dependencies of the human brainstem auditory evoked response. ANN NY Acad Sci 1982;388:538-556.
- Hood LJ. Clinical applications of the Auditory Brainstem response. San Diego: Singular publishing Group Inc.1998.
- Hood LJ. Update on frequency specificity of AEP measurements. Am J Acad Audiol 1990; 1: 125–129.
- <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:ABR.png> / 2017.
- Hunter LL. Tympanometry and wideband acoustic immitance. In J. Kats, Handbook of clinical audiology (Seventh Edition) 2015; 137-164.

- Japaridze G, Kvernadze D, Geladze T, ve ark. Effects of carbamazepine on auditory brainstem response, middle-latency response, and slow cortical potential in epileptic patients. *Epilepsia* 1993;34:1105-9.
- Jewet DL, Williston JS. Auditory evoked far fields averaged from the scalp of humans. *Brain* 1971;84:681-696.
- Jiang ZD, Wu YW, Wilkinson AR. Age-related changes in BEAR at different click rates from neonates to adults. *Acta Paediatrica* 2009.
- Jiang ZD, Zheng MS, Sun DK, Liu XY, Brainstem auditory evoked responses from birth to adulthood: normative data of latency and interval, *Hear Res* 1991;67—74.
- Khorsand Sabet V, Mandavi-Zafarghandi ME, Safavi M, Sharifian M, Tabatabaee SM. Comparison of click and CE-chirp-evoked human auditory brainstem responses: a preliminary study. *Audiology* 2014;23(4):69-76
- Kilercioglu S. Belirli bir yaş grubunda tek kulağı total işitme kayıplı, diğer kulağı normal işiten erkek bireylerde CE-chirp abr ve click abr bulgularının karşılaştırılması. Ege Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. 2015.
- Koçak N, Aygül R, Deniz O, Orhan A. Epileptik Nöbetler ve Karbamazepinin Beyin Sapı İşitsel Uyarılmış Potansiyelleri Üzerine Etkisi. *Fırat Tıp Dergisi* 2005; 10: 156-9.
- Mario C. Hannes L. Wafa S. Evaluation of waveform, latency and amplitude values of chirp ABR in newborns. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*. 2014; 631–636.
- Mathews B. The interpretation of potential waves in the cortex. *The Journal of Physiology* 1934;81;440-471.
- MCClelland RJ, McCrera RS. Intersubject variability of the auditory-evoked potentials. *Audiology* 1979;18:462-471.
- Mervaala E, Keranen T, Tiihonen P, Riekkinen P. The effects of carbamazepine and sodium valproate on SEPs and BAEPs. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1987; 68:8-475.
- Middlebrooks JC. Auditory system: Central pathways. In Larry R. Squire, editor, *Encyclopedia of Neuroscience*. Academic Press 2009;745-752.
- Moller AR, Jho HD. Compound action potentials recorded from the intracranial portion of the auditory nerve in man: Effects of stimulus intensity and polarity, *Audiology* 1991;30(3): 142-163.
- Musiek FE, Kibbe K, Rackliffe I, The Auditory brainstem response I-V amplitude ratio in normal, cochlear and retrocochlear ears. *Ear Hear* 1984;5:52-5.

- Musiek FE. Neuroanatomy, neurophysiology and central auditory assessment in brainstem: Ear and Hearing 1986; 7: 207–219.
- Muş N, Kahramanyol M, Dündar A. İnsanlarda seks faktörünün işitme fonksiyonuna etkisinin elektriksel cevap odyometri ile araştırılması. Türkiye Klinikleri Tıp Bilimleri Araştırma Dergisi 1989;7:53-57.
- Muş N, Özdamar Ö. İşitsel Beyinsapı Cevapları "Temel Bilgiler ve Klinik Uygulamaları".Ankara: Gülhane Askeri Tıp Akademisi, 2005.
- Muş N, Yağlıdere Ö, Önder T, Aktaş D, Dündar A : Erişkin İnsanlarda Beyin Sapı Uyarılmış İşitme Cevaplarının Stimulus Parametreleri Yönünden Araştırılması. GATA Bülteni 1991;33:1093-1106.
- Neves IF, Gonçalves I. Middle Latency Response Study of Auditory Evoked Potentials' Amplitudes and Latencies Audiologically Normal Individuals, Rev Bras Otorrinolaringol 2007;73(1):75-80.
- O'Connor. "Presidential Air Mail" 254-257 "Coolidges Escape Fast Auto Rid" New York Times. June 18, 1927.
- O'Donovan CA, Beagley HA, Shaw M. Latency of brainstem response in children. British Journal of Audiology 1980;14(1):9-23.
- Onitsuka T, Ninomiya H, Sato E. Differential characteristics of the middle latency auditory evoked magnetic responses to interstimulus intervals, Clinical Neurophysiology 2013;114(8):1513-1520.
- Özdamar Ö, Muş N. İşitsel Beyinsapı Cevapları. İşitsel Beyinsapı Cevaplarının Normal Değişimleri. Ankara. 1996.
- Parlak AF. Normal İşitmeye Sahip Yetişkinlerde Chirp Uyarını Normatif Değerleri, Yüksek Lisans Tezi, Başkent Üniversitesi. 2014.
- Pethe J, Mühler R. ve von Specht H, Influence of electrode position on near-threshold recording of auditory evoked brainstem potentials. Scand Audiol 1998;27, 77-80.
- Picton TW, Hillyard SA, Krausz HI, Galambos R. Human Auditory Evoked Potentials. I: Evaluation of Components. Electroencephalography and Clinical Neurophysiology 1974; 36: 179-190.
- Picton TW, Stapells DR, Campbell KB. Effect of stimulus repetition rate on the auditory brainstem responses. Am J Otol 1983;4:226-34.
- Pravdich-Neminsky V. Cited in Niedermeyer and Lopes Da Silva. 2004;3.
- Prigge L, Weller S, Weatherby L. Auditory Brainstem Response and The Travelling Wave Delay. Canadian Hearing Report 2012;7(5):33-34.

- Probst R. Electrocochleography: Using extratympanic or transtympanic methods? *Journal of Otorhinolaryngology and Related Specialties* 1983;45: 322–329.
- Rodrigues GRL, Lewis DR. Comparison of Click and CE-chirp stimuli on Brainstem Auditory Evoked Potential recording. *Rev Soc Bras Fonoaudiol* 2012;17(4):413.
- Rosa LA, Suzuki MR, Angrisani RG, Azavedo MF. Auditory Brainstem response: Reference-values for age. *Codas* 2014;26:117-21.
- Rosenblum SM, Ruth RA, Gal Tj. Brainstem auditory evoked potential monitoring during profound hypothermia and circulatory arrest. *Annals of Otolaryngology and Laryngology* 1985;94:281-283.
- Rowe MJ. The brainstem auditory evoked responses in neurological disease: a review. *Ear Hear* 1981;2:41-51.
- Satar B, Özünlü A, Muş N. Sağlıklı Kobaylarda İşitsel Beyinsapı Cevapları. *Otoskop* 2000; 2: 65-69.
- Sato H, Sando I, Takahashi H. Sexual dimorphism and development of the human cochlea. computer 3D measurement. *Acta otolaryngol* 1991;111:1037-40.
- Schlauch RS, Nelson P. Puretone Evaluation. In: Jack Katz. ( Editor). *The Handbook of Clinical Audiology*, 6th Edition, USA: Lippincott Williams & Wilkins, 2009.
- Sininger Y. Establishing Clinical Norms for Auditory Brainstem Respons. *American Journal of Audiology* 1992; 16-18.
- Sininger YS. Auditory brainstem response for objective measure of hear. *Ear Hear* 1983;14:23-30.
- Soares IA, Menezes PL, Carnauba ATL, Pereira LD. Standardisation of Brainstem Auditory Evoked Potential Using a New Device. *Pro-Fono Revista de Atualização Científica* 2010; 22: 421-426.
- Sohmer H, Feinmesser M. Cochlear action potentials recorded from the external ear in man. *Annals of Otolaryngology, Rhinology and Laryngology* 1967;76:427-435.
- Stangl S, Rentmeester L, Hood LJ. Auditory brainstem responses to clicks, chirps, tone burst, and octave-band chirps. Poster presented at the 2013 meeting of the American Auditory Society Scotts date, Arizona, 2013.
- Stapells DR, Oates P. Estimation of the pure tone audiogram by the auditory brainstem response: A review. *Audiology and Neuro Otolaryngology* 1997;2:257–280.
- Stockard JE, Stockard JJ, Westmoreland BF: Brainstem auditory evoked responses, normal variation as a function of stimulus and subject characteristics. *Arch Neurol* 1979;36:823-831.

- Stuart A, Kensi M. Effect of stimulus and number sweeps on the neonate auditory brainstem response. *Ear and Hearing The Official Journal of the American Society* 2014;35(5):585-588.
- Sung-Woo C, Kyu-Hee H, Hyun-Kyung J, Sun C, Hyunseo J, Jun L. Auditory brainstem responses to CE-chirp , stimuli for normal ears and those with sensorineural hearing loss. *International Journal of Audiology* 2015;1-5.
- Şafak MA. Nörotolojik tanıda kullanılan elektrofizyolojik tetkikler, *Aktüel Tıp Dergisi* 2000;5 (3): 1-3.
- Terkildsen, K. ve Österhammel, P., The influence of reference electrode position on recordings of the auditory brainstem response, *Ear and Hearing* 1981;2(1), 9-14.
- Towfighi J, Gonatas NK, Pleasure D, Cooper HS, Mccree L. Glue sniffer's neuropathy. *Neurology* 1976;26:238-243.
- Trune DR, Mitchell C, Phillips DS. The relative importance of head size, gender, and age on the auditory brainstem response. *Hearing research* 1988;32(2-3):165-174.
- Ünal NY. Normal İşiten Bireylerde İşitsel Uyarılmış Beyinsapı Cevaplarının Normalizasyonu. Yüksek Lisans Tezi. Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. 2012.
- Valderrama J, Torre A, Alvarez I. A study of adaptation mechanisms based on ABR recorded at high stimulation rate. *Clin Neuophysiol* 2014; 125:805-13.
- Yang EY, Stuart A, Stenstorm R, Hollett S. Effect of vibrator to head coupling force on the auditory brain stem response to bone conducted clicks in newborn infants. *Ear and Hearing* 1991;12(1).
- Yılmaz S, Özdek A, Kılıç R. Cinsiyet, Stimulus Şiddeti Ve Stimulus Tekrarlama Oranının Normal İşitmeye Sahip Olgularda İşitsel Beyin Sapı Cevapları Üzerine Etkisi. *Otoskop* 2003;2:55-63.
- Yüçetürk AV, İmamoğlu M, Şener U, Muhtar H. Normal çocuk ve gençlerde ABR dalgalarının yaş ile ilişkisi. *KBB İhtisas Dergisi* 1995;2(4):326.
- Yvonne S, Siningher and Martyn L, Hyde. Auditory brainstem response in audiometric thresholds. In: Katz J, Burkard R, Hood L, Medwetsky L, editors. *Handbook of clinical audiology*, Sixth edition. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2009; 293-322.
- Zirn S, Louza J, Reiman V, Wittlinger N, Hempel JM, Schuster M. Comparison between ABR with click and narrow band chirp stimuli in children. *J. Pediatric Otorhinolaryngol* 2014;78(8):1352-55.



## **EKLER**

**Ek 1:** Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıbbi Araştırma Etik Komisyonu Onay Belgesi

**Ek 2:** Gönüllü Olur Formu Örneği



**Ek 1: Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıbbi Araştırma Etik Komisyonu Onay Belgesi**



T.C.  
**ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ**  
**KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU**

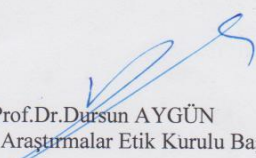
Sayı: B.30.2.ODM.0.20.08/703

10.02.2017

**Sayın Yrd.Doç.Dr.Özgür KEMAL**

Etik Kurulumuza sunmuş olduğunuz **0-6 Yaş Arası Normal İşiten Çocuklarda ABR(Auditory Brainstem Response) Testi'nin Normalizasyonu** başlıklı OMÜ KAEK 2017/39 Karar nolu Dosya taraması nitelikli araştırma projeniz amaç, gereke, yaklaşım ve yöntemle ilgili açıklamaları açısından Klinik Araştırmalar Etik Kurulu yönergesine göre incelenmiş ve etik açıdan bir sakınca olmadığına, çalışmanın süresi 6 ayı geçerse 6 aylık bildirimlerinin yapılmasına, çalışma tamamlandıktan sonra sonucunun tarafımıza en geç üç(3) ay içerisinde bildirilmesine 09.02.2017 tarihli Etik kurulumuzda oy birliği ile karar verilmiştir.

Bilgilerinize arz/rica ederim.

  
Prof.Dr.Dursun AYGÜN  
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanı

Ek 2: Gönüllü Olur Formu Örneği

**HASTA BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU  
ÖRNEĞİ \***

---

**ARAŞTIRMANIN ADI ( ÇALIŞMANIN AÇIK ADI ):**

**0-6 Yaş Arası Normal İşiten Çocuklarda ABR(Auditory Brainstem Response) Testi'nin Normalizasyonu**

---

**Gönüllünün Baş Harfleri << >>**

Bir araştırma çalışmasına katılmanız istenmektedir. Katılmak isteyip istemediğimize karar vermeden önce araştırmanın neden yapıldığını bilgilerinizin nasıl kullanılacağını çalışmanın neleri içerdiğini ve olası yararlarını risklerini ve rahatsızlık verebilecek konuları anlamanız önemlidir Lütfen aşağıdaki bilgileri dikkatlice okumak için zaman ayırınız ve eğer istiyorsanız özel veya aile doktorunuzla konuyu değerlendiriniz. Eğer bir başka çalışmada da yer alıyorsanız bu çalışmada yer alamazsınız.

**BU ÇALIŞMAYA KATILMAK ZORUNDA MIYIM?**

Değerli veliler.

Çalışmaya katılmakta zorunlu değilsiniz. Katıldığınız takdirde ek olarak herhangi bir ücret ödemeyeceksiniz. Katılmanız durumunda uygulanacak testlerin herhangi bir yan etkisi bulunmamaktadır. Ayrıca herhangi bir sağlık problemine sebep olmayacaktır.

### **ÇALIŞMANIN KONUSU VE AMACI NEDİR? Açıklayınız**

İşitmenin değerlendirilmesi amacıyla yapılan ABR testinin, yaşa bağlı olarak nasıl değiştiğini, 6 yaş ve altı çocuklarda değerlendirmek. Çocuğunuz doğal uykusundayken cildi özel bir temizleyici ile silinecek ve silinen kısımlara elektrot bantları yapıştırılarak, uykusundayken test tamamlanacak. Bu test belirlenen sayıda hastada tamamlandıktan sonra araştırma tamamlanıp test istatistikleri oluşturulacak ve gelecekte yapılacak testlerin daha pratik ve güvenilir bir şekilde uygulanması sağlanacak.

### **ÇALIŞMA İŞLEMLERİ:**

Bütün işlemler çocuğunuz uykudayken gerçekleşecek. Kulağna takılan kulaklıklarla ses çocuğunuza verilecek ve bu sese karşı çocuğunuzun nasıl tepki verdiği cihaz tarafından kayıt edilecek. Bu işlemler sırasında çocuğunuz herhangi bir acı duymayacak.

### **BENİM NE YAPMAM GEREKİYOR?**

Klinisyenin belirlediği tarihte test için kliniğimize gelmeniz ve belirlenen tarihte çocuğunuzun uykuda olması gerekiyor. Çocuğunuz uyuduktan sonra teste alacak ve test gerçekleştirilecek. Testin bitimiyle birlikte çocuğunuz uyandırılacak ve size teslim edilecektir.

### **ÇALIŞMAYA KATILMAMIN NE GİBİ OLASI YAN ETKİLERİ, RİSKLERİ VE RAHATSIZLIKLARI VARDIR?**

Bu işlemler sırasında çocuğunuz herhangi bir acı duymayacaktır. Cilt temizleme pastası ile elektrotların takılacağı kısımlar silindikten sonra gün içerisinde geçen kızarıklıklar oluşmaktadır. Bu kızarıklıklar dışında herhangi bir yan etki ve risk yoktur.

### **GEBELİK VE DOĞUM KONTROLÜ**

Araştırma grubu içerisinde bu durumun ortaya çıkma olasılığı yoktur.

### **ÇALIŞMAYA KATILMANIN OLASI YARARLARI NELERDİR?**

Bu araştırmanın gerçekleşmesi durumunda kliniğimizin test değerleri ortaya çıkacak ve gelecekte yaptıracağımız testlerde ve başkalarının yaptıracağı testlerde; test sonuçlarını karşılaştırabileceğimiz değerler olacak. Bu durum ise testin yorumlanması sonucunda ortaya çıkabilecek yanlışların önüne geçme imkanı sunacaktır.

### **GÖNÜLLÜ KATILIM**

Çocuğumun bu araştırmaya katılması kararımı tamamen gönüllü olarak veriyorum. Bu çalışmaya katılmayı reddedebileceğim veya katıldıktan sonra istediğim zaman, bu tedavi kurumunda göreceğim bakım ve tedaviler etkilenmeksizin ve hiçbir sorumluluk almadan ayrılabileceğim bilincindeyim. Çalışmadan her hangi bir zamanda ayrılırsam, ayrılma nedenlerimi, ayrılışımın sonuçlarını ve izleyen dönemde alacağım tedavileri ilgili kişilerle tartışacağım.

### **ÇALIŞMAYA KATILMAMIN MALİYETİ NEDİR?**

Araştırmaya katılmanız nedeniyle size para ödenmeyecek yada sizden para talep edilmeyecektir.

### **KİŞİSEL BİLGİLERİM NASIL KULLANILACAK?**

Bu formu imzalayarak ekibimizin çalışma için sizin kişisel bilgilerinizi (“Çalışma Verileri”) toplamalarına ve kullanmalarına onay vermiş olacağız. Bu durum doğum tarihiniz, cinsiyetiniz ayrıca Çalışma verilerinizin kullanımı ile ilgili verdiğiniz onayın herhangi bir belirlenmiş birim tarihi yoktur, ancak ekibimizi haberdar ederek bu onayınızdan herhangi bir zamanda vazgeçebilirsiniz.

Ekibimiz çalışma verilerinizi, diğer çalışma gruplarıyla karşılaştırmak için, diğer araştırmacı gruplarla paylaşabilir. Araştırma sonucunda çeşitli bilimsel yayın organlarında araştırma sonucunu paylaşabilir.

Ekibimiz, toplanan çalışma verileriniz hakkında bilgi isteme hakkında sahipsizsiniz. Aynı zamanda bu verilerdeki herhangi bir hatanın düzeltilmesini isteme hakkında da sahipsizsiniz. Eğer bu konuda bir isteğiniz olursa lütfen gerekirse ekibimiz ile temasa geçmenize yardımcı olabilecek klinisyeninizle görüşünüz.

Eğer onayımızda vazgeçerseniz, ekibimiz çalışma verilerinizi artık kullanamayacak ya da diğer kişilerle paylaşamayacaktır.

Bu formu imzalayarak, çalışma verilerinizin bu formda tanımlandığı şekilde kullanımına onay vermekteyim.

#### **ARAŞTIRMA SÜRESİNCE 24 SAAT ULAŞILABİLECEK KİŞİLER:**

#### **ÇALIŞMADAN AYRILMAMI GEREKTİRECEK DURUMLAR:**

Çalışmaya katılmayı kabul etmemeniz durumunda veya herhangi bir nedenle çalışmadan çıkmanız halinde bu tedavi kurumunda göreceğiniz bakım ve tedaviler etkilenmeyecek, herhangi bir aksama olmayacaktır.

#### **YENİ BİLGİLER ÇALIŞMADAKİ ROLÜMÜ NASIL ETKİLEYEBİLİR**

Çalışma sürerken ortaya çıkmış olan bütün yeni bilgiler bana derhal iletilecektir.

Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formundaki tüm açıklamaları okudum. Bana, yukarıda konusu ve amacı belirtilen araştırma ile ilgili yazılı ve sözlü açıklama aşağıda adı belirtilen odyolog tarafından yapıldı. Araştırmaya gönüllü olarak katıldığımı, istediğim zaman gerekçeli veya gerekçesiz olarak araştırmadan ayrılabileceğimi ve kendi isteğime bakılmaksızın araştırmacı tarafından araştırma dışı bırakılabileceğimi biliyorum.

Söz konusu araştırmaya, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın kendi rızamla katılmayı kabul ediyorum. Odyologum saklamam için bu belgenin bir kopyasını çalışma sırasında dikkat edeceğim noktaları da içerecek şekilde bana teslim etmiştir.

Gönüllü Velisinin Adı / Soyadı / İmzası / Tarih

Açıklamaları Yapan Kişinin Adı / Soyadı / İmzası / Tarih

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Kağan DEMİR

Doğum Yeri: Tokat

Doğum Tarihi: 28.05.1993

Medeni Hali: Bekar

Bildiği Yabancı Diller: İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl):

İstanbul Üniversitesi Odyoloji Bölümü (2011-2015)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl:

Sağlık Bilimleri Üniversitesi Samsun Eğitim ve Araştırma Hastanesi (2015- )

E-posta: nydaantre@gmail.com