



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

# **NORMAL İŞİTEN BİREYLERDE İŞİTSEL UYARILMIŞ BEYİNSAPI CEVAPLARININ NORMALİZASYONU**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Muhammet ESEN**

**Samsun**

**Haziran-2014**



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

# **NORMAL İŞİTEN BİREYLERDE İŞİTSEL UYARILMIŞ BEYİNSAPI CEVAPLARININ NORMALİZASYONU**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Muhammet ESEN**

**Danışman**

**Doç. Dr. Figen BAŞAR**

**Samsun**

**Haziran-2014**

T.C.  
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Muhammet ESEN tarafından, Doç. Dr. Figen BAŞAR Danışmanlığında hazırlanan NORMAL İŞİTEN BİREYLERDE İŞİTSEL UYARILMIŞ BEYİNSAPI CEVAPLARININ NORMALİZASYONU başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından 27/06/2014 tarihinde yapılan sınav ile Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Recep ÜNAL, Ondokuz Mayıs Üniversitesi



Üye : Prof. Dr. Ayşe Gül GÜVEN, Osmangazi Üniversitesi



Üye : Doç. Dr. Figen BAŞAR, Ondokuz Mayıs Üniversitesi



ONAY:

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

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

**Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü**  
**Prof. Dr. Süleyman KAPLAN**

## TEŐEKKÜR

Bana her konuda destek ve katkıda bulunan, bilimsel çalışma disiplinini öğreten, değerli hocam Sayın Doç. Dr. Figen BAŞAR'a,

Eğitimime yaptıkları katkılardan dolayı Sayın Doç. Dr. Sinan ATMACA ve Sayın Yrd.Doç. Dr. Senem ENGEL KURNAZ'a,

KBB Anabilim Dalı Başkanı Sayın Prof. Dr Recep Ünal'a,

Sayın Prof. Dr Ayşe Gül GÜVEN'e,

Destek ve katkılarından dolayı tüm OMÜ KBB kliniği çalıŐanlarına,

Beraber eğitim görmek ve çalıŐmaktan gurur duyduğum arkadaşlarım Ramazan Bayram KARAKAYA, Veysel GÜL ve Gonca ÜSTÜNBAŐ ATMACA'YA, bilgi ve tecrübesini bizlerle paylaŐan Uzman Odyolog Mustafa SEYREK'e,

Beni hayata ve eğitime hazırlayan annem Ogulta ESENOVA, babam Kemal ESENOV ile kardeŐlerime, tüm AYDIN ailesi fertlerine,

Eğitim yolculuğumda sabrını, anlayıŐını, desteğini esirgemeyen hayat arkadaşım, kıymetli eŐim Ramiye AYDIN ESEN'e teŐekkürü borç bilirim.

## ÖZET

### NORMAL İŞİTEN BİREYLERDE İŞİTSEL UYARILMIŞ BEYİNSAPI

#### CEVAPLARININ NORMALİZASYONU

**Amaç:** Çalışmanın amacı işitsel beyinsapı cevaplarının (ABR) değerlendirilmesinde kullanılan latans ve dalgalararası latans değerlerini (IPL), GSI Audera cihazına spesifik ve kliniğimizde de kullanmak üzere normatif verileri tespit etmektir.

**Materyal ve Metot:** Çalışmaya, OMÜ Tıp Fakültesi KBB Anabilim Dalı Odyoloji Konuşma ve Ses Bozuklukları Ünitesi'nde normal KBB bulgularına ve normal işitmeye sahip, otojenik ve sistemik hastalığı olmayan 20-60 yaş arası 120 bireyler dahil edildi. Bireyler yaşlarına göre 4 gruba ayrıldı ve her bir gruba 15 erkek ve 15 kadın dahil edildi. Çalışmaya dahil edilen kişilere KBB muayenesi, immitansmetrik ölçüm, saf ses ve konuşma odyometresi ile ABR testi yapıldı. ABR testinde 90, 70 ve 50 dB nHL'de, 33,1 klik/sn uyaran tekrar oranında I, III, ve V dalga latansları ve I-V, III-V ve I-III dalgalar arası latanslar cinsiyet, yaş ve sağ/sol kulağa göre değerlendirildi.

**Bulgular:** Dalga latansları kadınlarda ve erkeklerde 90, 70, 50 dB nHL'de elde edildi. Sağ kulak dalga I latansı erkeklerde 1,66/2,08/2,78 msn; kadınlarda 1,54/1,93/2,59 msn elde edildi. Sol kulak dalga I latansı erkeklerde 1,66/2,09/2,71 msn; kadınlarda 1,54/1,92/2,58 msn elde edildi. Sağ kulak dalga III latansı erkeklerde 3,83/4,32/5,11 msn; kadınlarda 3,64/4,07/4,83 msn elde edildi. Sol kulak dalga III latansı erkeklerde 3,82/4,34/5,10 msn; kadınlarda 3,67/4,05/4,83 msn elde edildi. Sağ kulak dalga V latansı erkeklerde 5,77/6,30/7,20 msn; kadınlarda 5,43/6,00/6,80 msn elde edildi. Sol kulak dalga V latansı erkeklerde 5,75/6,32/7,14 msn; kadınlarda 5,52/6,00/6,80 msn elde edildi. Erkeklerde latanslar ve dalgalararası latanslar kadınlara göre daha uzun bulundu. Yaşla beraber latans ve dalgalararası latans değerlerinin arttığı tespit edildi. Sağ/sol kulak arasındaki farklılık, 50 dB nHL'de dalga I haricinde elde edilmedi.

**Sonuç:** ABR ölçümünde kullanılan cihaza spesifik norm değerleri tespit edilmeli ve standartlar oluşturulmalıdır. Çalışmamızda elde edilen ABR dalga değerleri ile GSI Audera cihazına spesifik norm değerleri oluşturuldu ve kliniğe başvuran hastaların ayırıcı tanısında referans olarak kullanılacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** ABR, işitsel uyarılmış beyinsapı cevabı, normalizasyon

**Muhammet ESEN, Yüksek Lisans Tezi**

**Ondokuz Mayıs Üniversitesi - Samsun, Haziran-2014**

## ABSTRACT

### NORMALIZATION OF AUDITORY EVOKED BRAINSTEM RESPONSES IN NORMAL HEARING INDIVIDUALS

**Aim:** The aim of this study was to identify the wave latency and interpeak latency values (IPL) of auditory brainstem responses (ABR) to create clinical norms specific for GSI Audera device and also using it in our clinic.

**Material and Methods:** Individuals (n=120) between 20-60 age with normal ENT findings, normal hearing and without otologic and systemic diseases were included to the study. Study was done at OMU Medicine Faculty ENT Department Audiology Speech and Voice Disorders Unit. Participants divided into 4 groups according to their ages and each group consisted 15 males and 15 females. ENT examination, immittance measurement, pure tone and speech audiometry, ABR test were conducted to participants. Latencies (I, III, V) and I-V, III-V, I-III IPL evaluated at 90, 70 and 50 dB nHL (33,1 click/s) according to gender, age and right/left ear.

**Results:** Wave latencies were obtained from males and females at 90, 70 and 50 dB nHL. Right wave I latencies for males 1,66/2,08/2,78 msn; and for females 1,54/1,93/2,59 msn were identified. Left wave I latencies for males 1,66/2,09/2,71 msn; and for females 1,54/1,92/2,58 were identified. Right wave III latencies for males 3,83/4,32/5,11 msn; and for females 3,64/4,07/4,83 msn were identified. Left wave III latencies for males 3,82/4,34/5,10 msn; and for females 3,67/4,05/4,83 msn were identified. Right wave V latencies for males 5,77/6,30/7,20 msn; and for females 5,43/6,00/6,80 msn were identified. Left wave V latencies for males 5,75/6,32/7,14 msn; and for females 5,52/6,00/6,80 msn were identified. Wave latencies and interpeak latencies were found longer in males than females. Wave latency and interpeak latency measures were found increased with age. Interaural latency and interpeak latency differences were not found except wave I at 50 dB nHL.

**Conclusion:** Device specific norms and clinical standarts must be created in ABR testing. Data from ABR measurements will be used as GSI Audera device specific norms and a reference value in differential diagnosis of patients attended to our clinic.

**Keywords:** ABR, auditory evoked brainstem response, normalization

**Muhammet ESEN, Masters Thesis**

**Ondokuz Mayıs University - Samsun, June-2014**

## KISALTMALAR

**ABR:** Auditory Evoked Brainstem Response (İşitsel Uyarılmış Beyinsapı Cevabı)

**AEP:** İşitsel Uyarılmış Potansiyeller

**AP:** Aksiyon Potansiyeli

**AVCN:** Anterior Ventral Koklear Nukleus

**CM:** Cochlear Microphonic (Koklear Mikrofonik)

**cm:** Santimetre

**CN:** Koklear Nukleuslar

**dB:** Desibel

**DCN:** Dorsal Koklear Nukleus

**DNLL:** Dorsal Nukleus Lateral Leminiskus

**ECochG:** Electrocochleography (Elektrokokleografi)

**Hz:** Hertz

**IC:** İnférieur Kollikulus

**ICC:** Santral İnférieur Kollikulus

**IPL:** Interpeak Latency (Dalgalararası Latans)

**kΩ:** Kiloohm

**LSO:** Lateral Superior Olive

**MG:** Medial Genikulat

**MGB:** Medial Genikulat Body

**MLR:** Middle Latency Response (Orta Latans Cevap)

**mm:** Milimetre

**msn:** Milisaniye

**MSO:** Medial Superior Olive

**nHL:** Normal Hearing Level (Normal İşitme Seviyesi)

**PVCN:** Posterior Ventral Koklear Nukleus

**sn:** Saniye

**SOC:** Superior Oliver Kompleks

**SP:** Sumasyon Potansiyeli

**SS:** Standart Sapma

**VNLL:** Ventral Nukleus Lateral Leminiskus,

**$\mu\text{V}$** : Mikrovolt

**$\mu\text{s}$** : Mikrosaniye





## İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET</b> .....	iv
<b>ABSTRACT</b> .....	v
<b>SİMGELER ve KISALTMALAR</b> .....	vi
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	viii
<b>1.GİRİŞ</b> .....	1
<b>2.GENEL BİLGİLER</b> .....	3
2.1. İşitsel Uyarılmış Potansiyeller ( AuditoryEvokedPotentials; AEP).....	3
2.2. İşitsel Uyarılmış Potansiyellerin Sınıflandırılması.....	3
2.3. İşitme Sistemin Anatomisi ve Fizyolojisi.....	9
2.3.1. Dış Kulak Anatomisi ve Fizyolojisi.....	9
2.3.2. Orta Kulak Anatomisi ve Fizyolojisi.....	10
2.3.3. İç Kulak Anatomisi ve Fizyolojisi.....	12
2.3.4. İşitme Siniri.....	13
2.3.5. İşitme Yolu.....	14
2.3.6. İşitsel Korteks.....	16
2.4. İşitsel Uyarılmış Beyinsapı Potansiyelleri.....	17
2.5. İşitsel Uyarılmış Beyinsapı Cevabının Ölçülmesi.....	19
2.5.1. Genel Gereklilikler.....	19
2.5.2. Enstrümantasyon.....	19
2.6. İşitsel Uyarılmış Beyinsapı Potansiyellerini Etkileyen Faktörler.....	21
2.6.1. Uyarana Bağlı Faktörler.....	22
2.6.2. Kişiye Bağlı Faktörler.....	26
2.6.3. Kayıtlama Parametreleri.....	28
2.7. İşitsel Uyarılmış Beyinsapı Potansiyellerinin Yorumlanması.....	30
2.8. ABR Normalizasyonu.....	33
<b>3. MATERYAL ve METOT</b> .....	34
3.1.Bireyler.....	34
3.2. Seçim Kriterleri.....	35
3.2.1.Çalışmaya dahil edilme kriterleri.....	35
3.2.2.Çalışma dışı bırakılma kriterleri.....	35
3.3. Gereç ve Yöntem.....	35

3.3.1. KBB Muayenesi.....	35
3.3.2. Saf Ses ve Konuşma Odyometresi.....	35
3.3.3. İmmitansmetrik Değerlendirme.....	36
3.4. İşitsel Uyarılmış Beyinsapı Potansiyellerin Ölçümü.....	36
3.5. Çalışmada Değerlendirilecek Parametreler.....	40
3.6. Verilerin Analizi.....	40
<b>4. BULGULAR.....</b>	<b>41</b>
<b>5. TARTIŞMA.....</b>	<b>56</b>
<b>6. SONUÇ ve ÖNERİLER.....</b>	<b>60</b>
<b>7. KAYNAKLAR.....</b>	<b>61</b>
<b>8. EKLER.....</b>	<b>76</b>
<b>9. ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>73</b>

## 1.GİRİŞ

İşitsel uyarılmış beyinsapı cevapları (Auditory brainstem response; ABR) periferik işitsel sistemden alt beyinsapına kadar işitsel fonksiyonu değerlendirmek için erken latanslı cevapların kullanıldığı objektif testtir. ABR değerlendirmesinde genellikle klik uyarı kullanılır ve uyarı sonrası yaklaşık 10 msn içerisinde dalgalar setinden oluşan erken başlangıçlı cevaplar elde edilir (Hall, 2000).

İnsanlarda ABR'nin Romen rakamları ile ifade edilen yedi dalgası mevcuttur. Her bir dalga işitsel yolun farklı bölümlerinden orijin almaktadır. ABR dalgalarının en önemli komponentleri I, III ve V dalgalarıdır. Diğer komponentler yüksek oranda değişkendir ve bazen normal vakalarda bile mevcut olmayabilir. Dalga I'den dalga V'e kadar dalgaların kaynağı sırasıyla, VIII. sinirin distal komponenti, VIII. sinirin proksimal komponenti, koklear nukleus, superior oliveri kompleks, inferior kollikulusa yakın lateral leminiskustur (Hall, 2000).

ABR özellikle prematüre yenidoğanlar, mental retarde hastalar, gelişim geriliği, dikkat eksikliği veya diğer duyuşal bozuklukları olan çocuklar gibi test edilmesi zor populyasyonların taranmasında ve işitme kaybının derecesi ve tipinin tahmininde kullanılmaktadır. ABR'nin bir diğer kullanım alanı ise nörocerrahi sırasında işitsel sistemin intraoperatif değerlendirilmesidir. ABR iyi yorumlandığında bebeklerin, küçük yaşdaki çocukların ve davranış odyometresinde güvenilir cevap vermeyen hastaların yaklaşık işitme hassasiyetinin belirlenmesini sağlayan güçlü araçtır. Akustik tümörler başta olmak üzere, VIII. sinir ve beyinsapı patolojilerinde kullanılan invaziv olmayan objektif tanısal testlerden biridir (Wilkinson & Jiang, 2006).

Klinik değerlendirmede daha çok latans, interpeak latans (IPL), eşik ve dalga amplitüdü gibi ABR parametreleri kullanılmaktadır. ABR'nin klinik değerlendirmede kullanılan birçok ögesi uyarı özelliklerine ve kayıtlama parametrelerine bağlı olarak değişebilir. ABR'nin eşik tahmini veya otonörolojik değerlendirme sırasında hastadan elde edilen sonuçlarla kıyaslanabilecek normatif değerleri klinik açıdan önem taşımaktadır. Bu nedenle, klinik protokolle uyumlu norm değerlerin kullanılması önemlidir (Arnold, 2007).

Kliniklerde kullanılan ABR parametreleri klinikler arası farklılık gösterdiğinden, her bir kliniğin ölçüm standartlarını oluşturması ve normatif değerlerini belirlemesi gerektiği vurgulanmıştır (Ness, 2009).

Bu çalışmada, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı, Odyoloji Konuşma ve Ses Bozuklukları Ünitesi'nde GSI Audera cihazına spesifik farklı yaş ve cinsiyete sahip normal işiten yetişkin bireylere ait klinik normatif değerlerinin tespit edilmesi ve normatif değerlerin retrokoklear patolojilerin ayırıcı tanısında referans değer oluşturması amaçlanmıştır.



## **2. GENEL BİLGİLER**

### **2.1. İşitsel Uyarılmış Potansiyeller (Auditory Evoked Potentials; AEP)**

Akustik uyarana bağılı ateşlenen nöronlar küçük fakat ölçülebilir elektrik potansiyellere neden olurlar. Akustik uyarın sonucu oluşan ve yaklaşık 150 msn. sonra sonlanan, voltaj dalgalanmaları biçiminde paterne sahip spesifik nöral aktivite işitsel uyarılmış potansiyeller (AEP) olarak adlandırılır.

Sinyal averajlama, yeterli şiddet ve sayıdaki akustik uyarınlar ile arkaplandaki nöral ateşlemeler, kas aktivitesi, dış elektromanyetik kaynaklar gibi karıştırıcılardan AEP'lerin ayrıştırılmasına ve zaman-voltaj-dalga biçiminde görselleştirilmesine olanak sağlamaktadır. Kayıtlama elektrotların tipine ve yerleşim yerine, amplifikasyon miktarına, kullanılan filtreye ve uyarın sonrası zaman aralığına bağılı olarak akustik sinirden kortekse kadar olan yapılardan kaynaklanan nöral aktivite tespit edilebilir (Hall, 2000).

İşitsel uyarılmış potansiyeller periferik ve santral işitme sistemlerin bütünlüğünü değerlendirirken objektif bilgi sağlamaktadır. Bu nedenle, uyarılmış potansiyel odyometresi küçük çocuklarda, davranış testine koopere olmayan bireylerde işitmenin değerlendirilmesi için çok önemli bir araçtır. Ayrıca AEP, işitsel sinir sistemi yapılarının fonksiyon değerlendirilmesinde kullanılan tanısal bir araçtır.

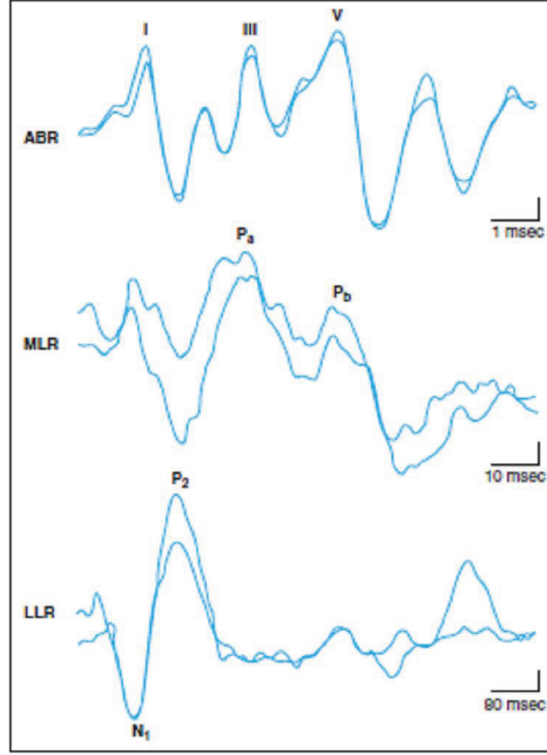
İşitsel uyarılmış potansiyellerin kullanıldığı 4 esas alan aşağıda sıralanmıştır:

1. işitme hassasiyetinin tahmini,
2. yenidoğan işitme taraması,
3. santral işitsel sinir sistemi fonksiyonunun tanısal değerlendirilmesi,
4. cerrahi sırasında işitsel sinir sistemi fonksiyonunun monitorizasyonu (Stach, 2010).

### **2.2. İşitsel Uyarılmış Potansiyellerin Sınıflandırılması**

İşitsel uyarılmış potansiyeller genellikle latansa, oluştuğu anatomik bölgeye, uyarınla arasındaki ilişkiye göre sınıflandırılır. En yaygın AEP sınıflandırılması latanslarına göre kısa latanslı (0-10 msn), orta latanslı (10-50 msn), geç/yavaş latanslı

potansiyeller (>50 msn) şeklindedir (Şekil 1). Bu farklı latansları oluşturan bölgeler ise sırasıyla beyinsapı, talamus/korteks ve korteks şeklinde tanımlanabilir. Latanslar uzadıkça potansiyellerin kaynakları daha santral hale gelmektedir (Muş & Özdamar, 1996).



**Şekil 1:** Latansa göre işitsel uyarılmış cevaplar. ABR (auditory brainstem response); MLR (middle latency response); LLR (late latency response) (Stach, 2010).

İşitsel uyarılmış potansiyeller kayıt sırasında kullanılan elektrotların yerleşim yerinin, potansiyellerin oluşum yerlerine yakınlığına göre yakın saha veya uzak potansiyeller şeklinde de sınıflandırılmaktadır.

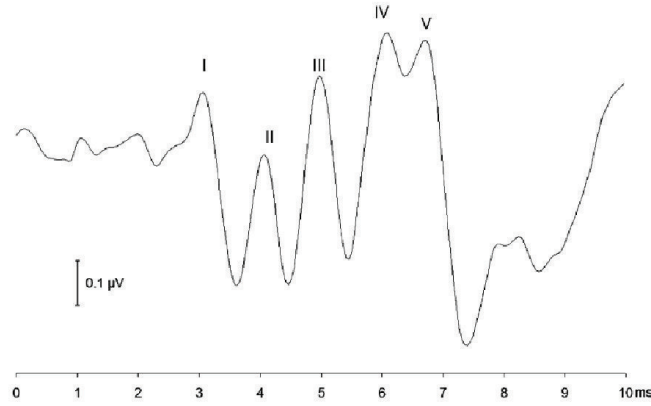
#### **a) Uzak Saha İşitsel Uyarılmış Potansiyeller**

İşitsel uyarılmış potansiyellerin kaynaklandığı nöral yapıların uzağına elektrot yerleşimi kullanılarak kayıtlanan potansiyeller, uzak saha işitsel uyarılmış potansiyeller olarak adlandırılmaktadır. Meydana gelme sürelerine göre yanıtlar erken, orta ve geç latanslı potansiyeller şeklinde sınıflandırılmaktadır.

### - Erken Latanslı Potansiyeller

Akustik uyaran sonrası 0-10 msn içerisinde oluşan cevaplar erken latanslı potansiyeller olarak adlandırılmaktadır. Bu potansiyeller çok küçük amplitüde sahiptir ve en son keşfedilen cevaplardır. Uzak saha tekniğiyle kayıt edilen bu cevaplar işitsel uyarılmış beyinsapı (auditory evoked brainstem response; ABR) cevabı olarak adlandırılmaktadır (Stach, 2010).

Kayıtlama sırasında elde edilen dalgalar Jewett'in yaptığı sınıflandırmaya göre Romen rakamlarıyla ifade edilir (Muş & Özdamar, 1996). Dalgalardan amplitüdü en yüksek olanı dalga V'tir ve dalga V latansı yaklaşık olarak 6 msn'dir. Elde edilen bu dalgalar VIII. sinir ve beyinsapı aktivitesini yansıtmaktadır (Şekil 2) (Hood, 1998).

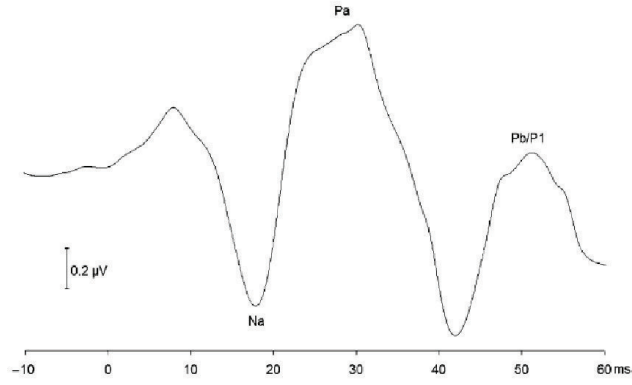


Şekil 2: İşitsel uyarılmış beyinsapı cevapları (Kraus & Nicol, 2009).

ABR'lerin normal bir bireyde belirgin biçimde elde edilebilmesi klinik uygulamada yaygın kullanımını sağlamıştır. Klinikte ABR'nin kullanım alanlarının birisi de tahmini işitme eşiklerinin belirlenmesidir. Ayrıca ABR'nin en yüksek amplitüdü bileşeni olan dalga V'in latans-şiddet grafiği kullanılarak işitme kaybının tipi de belirlenebilir (Hood, 1998).

### - Orta Latanslı Potansiyeller (Middle Latency Response; MLR)

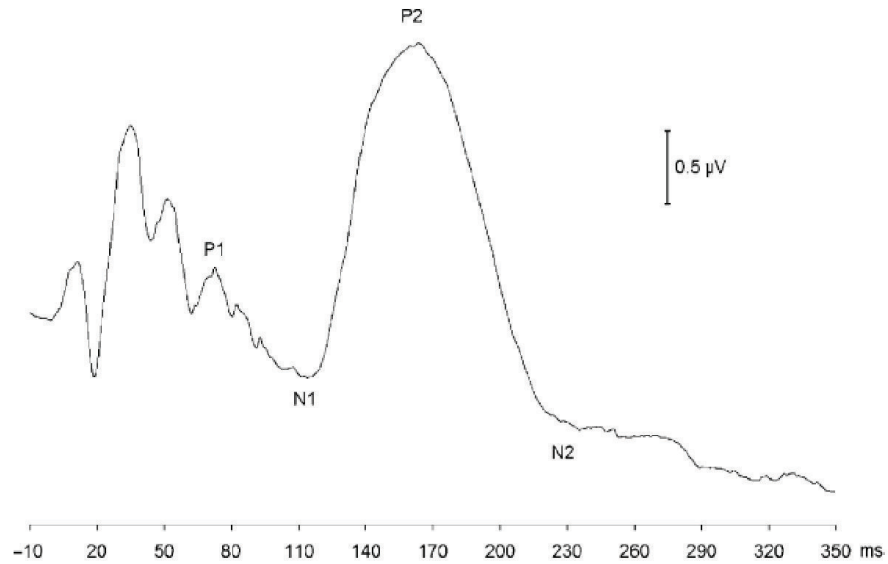
Orta latanslı potansiyeller akustik uyaran sonrası 10-50 msn içerisinde elde edilen cevaplardır ve korteksten kaynaklanan somatomotor ve nörojenik tepkiler olduğu düşünülmektedir. Orta latans potansiyeller ABR'lere göre daha geniş dalgalardan oluşmaktadır. MLR'lerin en belirgin komponenti yaklaşık 32 msn'de oluşan Pa dalgasıdır. Pb dalgası ise, geç latans cevapların P1 dalgası ile aynıdır (Şekil 3).



**Şekil 3:** Orta latans cevaplar (Kraus & Nicol, 2009).

### - Geç Latanslı Cevaplar (Late Latency Responses; LLR)

Geç latanslı cevaplar ses uyarısından 50 msn. sonra elde edilen cevaplardır. Büyük amplitüdü geniş dalgalardan oluşur ve 500 msn'ye kadar görülürler. LLR'lerin en belirgin komponentleri yaklaşık 100 msn'de görülen N1 dalgası ve yaklaşık 180 msn'de oluşan P2 dalgasıdır (Şekil 4). LLR'ler dikkat veya uyku gibi bilinç durumlarından fazlasıyla etkilendiklerinden, klinik açıdan en büyük dezavantajları uyuyan, anestezi altında olan veya isteksiz hastalarda uygulanamamasıdır.



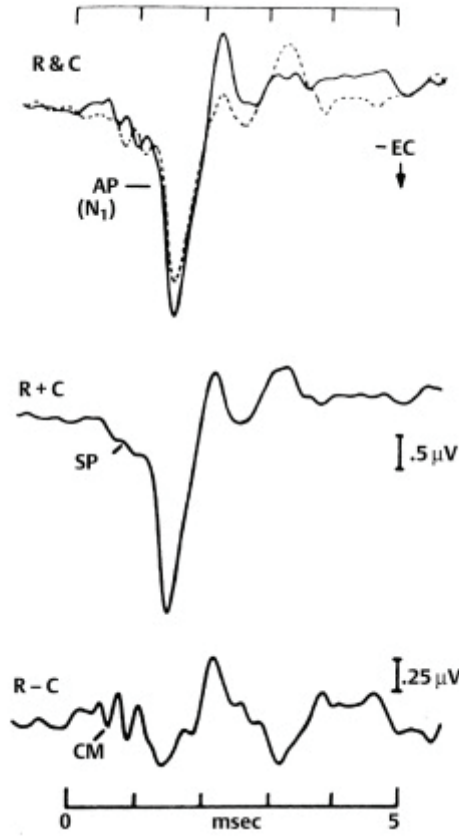
**Şekil 4:** Geç latans işitsel uyarılmış cevaplar (Kraus & Nicol, 2009).



## b) Yakın Saha İşitsel Uyarılmış Potansiyeller

İşitsel uyarılmış potansiyellerin kaynaklandığı nöral yapıların yakınına elektrot yerleşimi kullanılarak kayıtlanan potansiyeller yakın saha işitsel uyarılmış potansiyeller olarak adlandırılmaktadır.

Koklear potansiyeller koklea ve primer koklear sinir fibrillerinden kaynaklanmaktadır. Elektrokokleografi (Electrocochleography; ECochG) işitsel uyarın sonrası oluşan koklear potansiyellerin kaydıdır. ECochG'de işitsel stimülasyon ile aksiyon potansiyeli, koklear mikrofoni ve sumasyon potansiyelleri olmak üzere farklı elektriksel aktiviteler elde edilmektedir (Şekil 5).



**Şekil 5:** Klik uyarı ile uyarılmış elektrokokleogram komponentleri. *R-rarefaction*; *C-condensation*; *AP-aksiyon potansiyeli*; *SP-sumasyon potansiyeli*; *CM-koklear mikrofoni* (Ferraro, 2007).

ECochG ile kayıtlanan elektrokokleogramda en belirgin ve en kolay kayıt edilebilen dalga komponenti VIII. sinirin aksiyon potansiyelidir.

- **Aksiyon Potansiyeli (AP)**

Kokleanın bazal döngüsündeki sinir fibrillerinden kaynaklanmaktadır. Aksiyon potansiyelinin canlı kokleanın nöral aktivitesiyle odyolojik eşik ilişkisi mevcuttur ve bu eşik kişinin işitme eşiğine çok yakındır. Yüksek frekanslardaki işitme eşiğinin tespitinde AP güvenilir, objektif bir metottur (Atcherson & Stoodly, 2012).

AP'nin ilk komponenti N1 olarak adlandırılır ve VIII. sinirin distal kısmından kaynaklanmaktadır. Uyarın şiddetinin değişimiyle AP'nin latans ve amplitüd değerleri değişiklik gösterir. Uyarın şiddeti düştükçe amplitüdü azalır ve latanslar artar. Kayıtlamada kullanılan tekniğe göre AP amplitüdü değişkenlik göstermektedir. Kulak lobülü veya mastoid korteks üzerinde yapılan ECochG kayıtlarındaki AP amplitüdü transtimpanik tekniğe göre 30 kat daha küçüktür (Atcherson & Stoodly, 2012).

- **Koklear Mikrofonikler (cochlear microphonic; CM)**

Koklear mikrofonikler korti organındaki tüy hücrelerin kütiküler yüzeylerinden kaynaklanan değişken potansiyellerdir ve elektriksel dalga formu uyarının elektriksel dalga formuna çok benzemektedir. Koklear mikrofonikler, N1 dalgasının hemen önünde tipik olarak 3 kHz civarında bir seri sinüzoidal salınımlar şeklinde görülür. Koklear mikrofonikler normal bireylerde bile farklı amplitüd ve fazda elde edilmektedir. Elektrot pozisyonunun değişmesiyle amplitüd ve faz farkı da meydana gelmektedir. Bu nedenle koklear mikrofonikler, bireyin gerçek işitme eşiğini yansıtmaz ve nörootolojik tanı için çok kısıtlı bir değere sahiptir (Atcherson & Stoodly, 2012).

- **Sumasyon Potansiyeli (SP)**

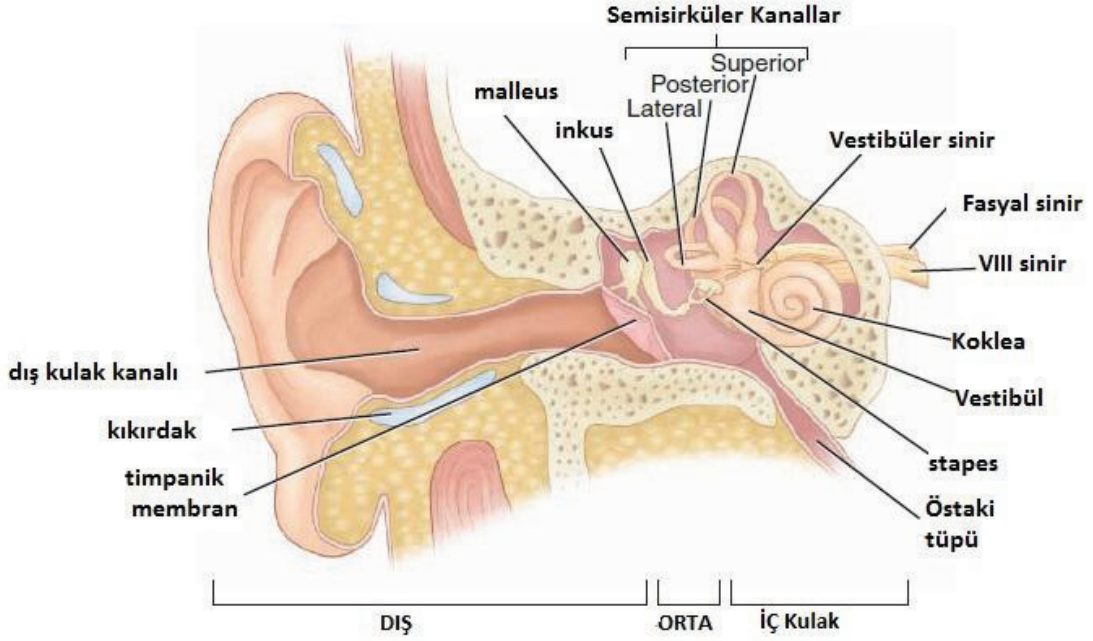
Kokleadaki elektriksel aktiviteyi yansıtan multikomponent bir potansiyeldir. Koklear mikrofonikler'lerden farklı olarak stimulusun dalga şeklini taklit etmezler. Kokleanın toksik yaralanmalarında koklear mikrofonikler azalır ve SP negatifliği artar. Negatif SP'lerinin iç tüylü hücrelerden, pozitif SP'lerinin ise dış tüylü hücrelerden kaynaklandığı sanılmaktadır. Normal bireylerde bile ancak yüksek uyarın şiddetlerinde ve transtimpanik elektrot tekniğiyle elde edilebilen potansiyeldir (Atcherson & Stoodly, 2012).

Bu potansiyeller, ses uyarını sırasında skala timpani ile skala media arasındaki basınç değişimleri sonucu oluşan baziler membran hareketlerindeki asimetriyi

yansıtırlar. Klinik pratikte en çok endolenfatik basınç değişimlerini yansıttıkları için Meniere hastalığının teşhisinde ve intraoperatif olarak endolenfatik basınç değişikliklerinin takibinde kullanılırlar. SP'nin AP'ye oranı ortalama %25 civarındadır ve hidrops varlığında orandaki artış tanı için spesifiktir (Atcherson & Stody, 2012).

### 2.3. İşitme Sisteminin Anatomisi Ve Fizyolojisi

Kulak dış, orta ve iç kulak olmak üzere üç bölümden oluşmaktadır (Şekil 6).



Şekil 6: Kulak yapıları (Seikel ve ark., 2010).

#### 2.3.1 Dış Kulak Anatomisi ve Fizyolojisi

Dış kulak, kıkırdak yapıda olan kulak kepçesinden (auricula) ve bu yapıya bağlı dış kulak kanalının (meatus acusticus externus) üçte birlik kısmından oluşmaktadır.

##### - Kulak Kepçesi

Kulak kepçesinin yerleşimi ve şekli çevredeki sesleri toplamaya ve yönlendirmeye yaramaktadır. Başın yönüne göre yaklaşık 135°'lik bir açı içindeki tüm sesleri toplar ve dış kulak yoluna yönlendirir. Konkanın görevi ise ses dalgalarını dış kulak yolunda kuvvetlendirmektir.

Kulak kepçesi, düzensiz girintili ve çıkıntılı yapılara sahiptir. Dış kısımda deri ve iç kısımda elastik kıkırdaktan oluşmuştur. Elastik kartilaj, kulak kepçesinin ve dış kulak yolu 1/3 dış kısmının iskeletini oluşturmaktadır.

#### - **Dış Kulak Yolu**

Kavum konkadan timpanik membrana kadar olan bölge dış kulak yoludur. Yaklaşık 25 mm uzunluğundadır. 1/3'ü kıkırdak ve 2/3'ü kemik kısımlarından oluşmaktadır. Kıkırdak kısmında arkaya ve yukarıya doğru, kemik kısmında ise öne ve aşağıya doğru hafifçe bir eğim gösteren ' S ' harfi biçimindedir.

Dış kulak yolunda ses dalgaları yönlendirilmekle kalmayıp aynı zamanda kuvvetlendirilmektedir. Ses dalgalarının atmosferde yayılımı ile dış kulak yolundaki yayılımı kıyaslandığında yetişkin bir insanda ses şiddetinin arttığı ve bu artışın daha çok 1000- 8000 Hz frekansları arasında olduğu, artışın yetişkin bir insanda bu 3500–4000 Hz frekanslarında yaklaşık 15-20 dB artarak en yüksek değerine ulaştığı saptanmıştır (Stach, 2010).

#### - **Kulak Zarı**

Kulak zarı, orta kulak boşluğunu dış kulak yolundan ayırmaktadır. Uzunluğu 10–11 mm, kalınlığı yaklaşık 0,1 mm ve genişliği 8-9 mm dir. Orta kulağın dış duvarının büyük bir kısmını oluşturmaktadır (Stach, 2010).

Timpanik membran üç ayrı tabakadan oluşmaktadır. Dış tabakada dış kulak kanalı derisinin devamı olan epitel tabakası, iç tabakada orta kulak mukozası ve orta tabakada fibröz tabaka bulunmaktadır. Fibröz tabaka pars tensa kısmında bulunur ve zarın gerginliğini sağlamaktadır. Pars flaccida bölgesinde fibröz tabaka bulunmamaktadır.

### **2.3.2 Orta Kulak Anatomisi ve Fizyolojisi**

Orta kulak, iç kulak ile kulak zarı arasındaki bölgedir. Ses dalgalarının iç kulağa iletilmesini sağlamaktadır. Östaki borusuyla dış ortamlarla, aditus adantrum bölümü ile mastoid sellülere bağlantılıdır.

Dış kulak kanalından gelen ses dalgaları timpanik membranda titreşime neden olmaktadır. Zira yapışık olan malleusun uzun kolu ile titreşim malleus başına ve daha sonra inkus başına iletilir. İnkus başından ses dalgaları inkudostapedial eklem aracılığıyla stapes ve oval pencereye, sonrasında ise iç kulak sıvılarına iletilir.

Orta kulak, dış kulak yolundaki hava boşluğunda bulunan ses enerjisinin, kokleadaki sıvı ortama ulaşmasını sağlar. Ses dalgaları hava ortamından, iç kulaktaki sıvı ortama ulaşırken yaklaşık 30 dB enerji kaybına uğrar. Malleus ve inkus, ses iletimi sırasında kaldıraç gibi hareket ederek sesi 1/1.3 (yaklaşık 2.5 dB) oranında yükseltirler. Ancak asıl yükseltici etki, kulak zarı ile stapes arasındaki yüzey farkından ortaya çıkmaktadır. Kulak zarının titreşen kısmın yüzölçümü 55 mm iken, stapes tabanı ise 3.2–3.5 mm'dir. Aralarındaki oran yaklaşık 55/3.2 olduğundan akustik enerji kulak zarından oval pencereye yüzey farkından dolayı 17 kat (25 dB) yükselerek geçer. Kulak zarı ve kemikçiklerin ses iletimindeki toplam kazancı yaklaşık 27.5 dB'dir. Ayrıca 'buckle' etkisi de yaklaşık 3 dB kazanç sağlamaktadır (Moller, 2006).

#### - **Orta Kulak Kavitesi**

Orta kulak kemikçiklerini ve kaslarını kapsamaktadır. Dış, iç, üst, alt, ön ve arka olmak üzere 6 yüzeyi vardır.

#### - **Orta Kulak Kemikçikleri**

Orta kulak kavitesinde malleus, inkus ve stapes olarak adlandırılan üç hareketli kemikçik bulunmaktadır. Kemikçikler birbirleriyle yarı oynar eklemler yaparak bir zincir meydana getirirler. Bu zincir kulak zarı ile iç kulak arasında ses iletimini sağlamaktadır.

#### - **Orta Kulak Kasları**

Orta kulakta m.stapedius ve m.tensor tympani adında 2 kas bulunmaktadır. M.stapedius eminentia pyramidarum'un içinde bulunmaktadır ve stapes boynuna yapışmaktadır. Stapesi arkaya çekerek, tabanı tespit etmektedir. Bu şekilde yüksek şiddetteki seslerin iç kulağa girmesini engelleyerek koruyucu bir görev üstlenmektedir. M. tensor tympani manibrium mallei'nin collum kısmına yapışır ve yaklaşık 22 mm. uzunluğundadır. Manibriumu içe ve arkaya çekerek kulak zarını tespit etmektedir (Stach, 2010).

#### - **Östaki Tüpü**

Östaki tüpü orta kulağa yakın olan kemik kısım ve nazofarenkse yakın olan kıkırdak kısımdan oluşmaktadır. Orta kulağın basıncının ortam basıncına eşitlenmesi östaki tüpünün açılmasıyla gerçekleşmektedir. Östaki tüpü yetişkinlerde yaklaşık 3,5-3,9 cm civarındadır ve yatay düzlemde 45° açı yapmaktadır.

### 2.3.3. İç Kulak Anatomisi ve Fizyolojisi

İç kulak petröz kemiğin içindedir. İşitme ve denge organından oluşmaktadır. Yuvarlak ve oval pencereler aracılığıyla orta kulak ile bağlantılıdır. İç kulak, membran ve kemik olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. İşitme organını içeren bölüm ductus cochlearis olarak adlandırılır. Denge organı ise semisürküler kanallar, utrikul ve sakkülden oluşmaktadır (Moller, 2006).

Perilenf sıvısı ile iletilen mekanik dalga, baziler membranı tabandan apekse doğru hareketlendirmektedir. Mekanik dalga enine ve boyuna olmak üzere yayılmaktadır ve baziler membran üzerinde uyarının taşıdığı frekansa denk gelen bölgede maksimum amplitüde ulaşmaktadır. Baziler membran titreşerek üzerindeki tüy hücrelerini uyarır ve ses dalgalarının mekanik enerjisi elektrokimyasal enerjiye dönüşür. Bunun sonucunda sinir lifleri uyarılır ve impulslar VIII. sinir lifleri aracılığıyla beyinsapına iletilir. (Clark & Ohlemiller, 2007).

#### - İşitme Organı (Koklea)

Koklea salyangoza benzeyen bir organdır. Ortasında bulunan koni şeklindeki kemik, modiulus olarak adlandırılır. Bu koninin çevresi yaklaşık 30 mm. uzunluğundaki ductus cochlearis ile 2 tam ve bir 3/4 turla sarılıdır.

Kokleanın merkezinden dikey bir kesit alındığında, modiulus'tan bir kemik lamina'nın kanalın içine doğru uzandığı görülmektedir. Kanalın yarısına kadar uzanır ve bittiği yerde kemiğin periostu fibroz bir tabaka ile devam eder, karşı duvara ulaşarak kanalı iki kısma böler. Bu tabaka baziler membran olarak adlandırılır. Baziler membranın üstünde kalan kısım skala vestibuli, altında kalan kısım skala timpani olarak isimlendirilir. Skala vestibuli ve skala timpani apikal turda birleşirler. Skala vestibuli ve skala timpaninin içi perilenf sıvısı ile doludur. Skala timpani, orta kulak ve yuvarlak pencere ile bağlantılıdır. Skala vestibuli ise oval pencereyle bağlantılıdır (Clark & Ohlemiller, 2007).

Baziler membran'ın kalınlaştığı yere ligamentum spiralis ossea adı verilir. Bu ligamanın üstünden Reissner membran adı verilen ince bir zar ayrılır ve kanalın ortasına doğru inerek kemik lamina ile birleşir. Reissner membranı, koklea kesitlerinde üçgen şeklinde görülen ductus cochlearis'i oluşturur. Ductus cochlearis içinde endolenf sıvısı vardır. Nörosensöriyel hücrelerin baziler membran üzerinde yerleştiği bölüme Korti

organı adı verilir. Korti organında; ses titreşimleri nöroepitelial hücreler aracılığı ile elektriksel potansiyellere dönüşür.

Baziler membran üzerinde iç ve dış tüylü hücreler olmak üzere iki tip sensöriyel hücre bulunmaktadır. Bu hücreler, tektoryel membran ile temastadır. Baziler membranın en çıkıntılı olduğu yer Korti tüneli olarak adlandırılır. Dış kısmında dış tüylü hücreler ve iç kısmında ise iç tüylü hücreler bulunmaktadır.

Yaklaşık 3500 kadar olan iç tüylü hücreler tek sıralıdır. Dış tüylü hücreler ise 3-4 sıralıdır. İç kulaktaki toplam tüylü hücre sayısı yaklaşık 12000'dir. Tüylü hücrelerin üzerinde stereosilyalar bulunmaktadır (Moller, 2006).

Stapesin tabanı ile kokleaya iletilen akustik enerji ilk olarak perilenfi harekete geçirir. Perilenfteki bu hareket bazal membranda titreşime yol açarak akustik enerjiyi kortideki tüy hücrelerine iletir. İlerleyen dalganın özelliği, amplitüdün giderek artması ve titreşimlerin belli bölgede maksimum amplitüde ulaşıktan sonra birden sönmesidir. Korti organındaki tüy hücrelerine gelen mekanik iletim dalgası kimyasal veya elektriksel gerilimlere dönüştürülüp, işitme sinirine iletilir (Moller, 2006).

#### **2.3.4.İşitme Siniri**

İşitme siniri yaklaşık 30.000 sinir lifinden oluşmaktadır. İşitme siniri, vestibuler siniri de içeren VIII. kranyal sinirin bir parçasıdır. İşitme sinirinde tip I ve tip II olmak üzere iki tip hücre bulunmaktadır. İşitme siniri lifleri bipolar hücrelerdir ve hücre gövdeleri kokleanın modiolar bölgesindeki spiral ganglionda bulunmaktadır (Ryugo, 1992). Tip I hücrelerin periferik kısımları kokleanın iç tüy hücrelerinde sonlanırken, merkezi kısımları koklear nukleusta sonlanmaktadır. Tip I hücreler bütün işitsel verileri Korti organından merkezi sinir sisteminde bulunan merkezlere taşımaktadır (Spoendlin & Schrott, 1989). Tip II hücreler dış tüy hücrelerini uyarmaktadır ve işitme sinirinin toplam lif sayısının yaklaşık %1'ni oluşturmaktadır. Tip II hücrelerin çoğu dorsal koklear nukleusa uzanmaktadır, fakat bu hücrelerin fonksiyonları bilinmemektedir (Ota & Kimura, 1980).

Frekans seçicilik işitsel sinir sisteminin bütün seviyelerinde bulunan en belirgin özelliktir. İşitme siniri lifinin cevap verme eşiğinin en düşük olduğu frekans o sinir lifinin karakteristik frekansıdır. Şiddet veya frekanstaki ani değişimler düzenli tekrar

eden sese veya şiddet veya frekansta küçük değişimlere göre daha fazla değarja neden olur. Bu yolla, işitsel sinir sistemi sürekli seslerden daha çok değişken özelliklere sahip seslere tepki verebilmektedir (Moller, 2006).

### **2.3.5. İşitme Yolu**

#### **- Koklear Nukleuslar (CN)**

Ventral bölüm kokleanın yüksek frekans alanlarından, dorsal bölüm ise kokleanın alçak frekanslar alanlarından gelen lifleri alır. VIII. sinir ile koklear nukleuslar arasındaki bağlantı ipsilateralidir. (Moore, 1987).

Korti organında elektrik enerjisi haline dönüşen uyarı hem işitme sinirinden hem de beyinsapındaki nukleuslardan geçişi sırasında bazı işlemlere uğramaktadır. İşitsel sistemdeki bu işlemler kodlama aktivitesi olarak bilinmektedir. İşitme yollarındaki elektriksel akımın kodlanması en kompleks şekilde koklear nukleuslarda meydana gelmektedir (Moller, 2006).

#### **- Superior Oliver Kompleks (SOC)**

Superior oliveri kompleks sayısız ipsilateral ve bilateral yollar nedeniyle uyarı monaural olarak gelse bile binaural etkilenmektedir. Superior oliveri kompleks her bir kulaktan uyarının varış zamanını hesaplayarak sesin lokalizasyonunu belirlemektedir. Ayrıca bir diğer fonksiyonu da, çaprazlaşan olivokoklear bant ile gelen tüm sinir ve tek fibril akımını inhibe etmektir. Bu şekilde uyarının şiddetini (voltajını) düşürerek kişinin gürültüye karşı toleransını sağlamaktadır. İnsanlarda, yüksek sese karşı stapes kası dışında koruyan bir diğer mekanizmadır (Clark & Ohlemiller, 2007).

Medial superior oliver kompleks daha çok interaural zaman farklılığına, lateral superior oliver kompleks ise daha çok interaural şiddet seviyesi farklılığına duyarlıdır (Moore, 2000).



#### - **Lateral Lemniskus (LL)**

İnen ve çıkan işitsel liflerin meydana getirdiği demettir. Dorsal ve ventral nukleuslardan oluşmaktadır. Lateral leminiskus hücre dağılımı tonotopiktir. Lateral leminiskus daha az düzeyde olsada üzere diğer nukleuslar gibi işitme kodlaması yapmaktadır (Moller, 2006).

#### - **İnferior Kollikulus**

İnferior kollikulus beyinsapı işitsel yapılarının en belirgin ve en büyük yapılarından birisidir. Orta beynin dorsal kısmında ve pontomedüller bileşkenin yaklaşık 3-3,5 cm rostralinde bulunmaktadır.

İnferior kollikulus 3 primer alanı bulunmaktadır. Santral nukleus primer alanlardan birisidir ve sadece işitsel liflerden oluşmaktadır. Bu alan alt beyinsapından çıkan birçok afferent liflerin bağlandığı orta beyinin önemli işitsel alanıdır. Lateral leminiskus ve alt işitsel merkezlerden kaynaklanan işitsel liflerin çoğu inferior kollikulus ile sinaps yapmaktadır. Lateral leminiskuslardaki gibi inferior kollikulusta da sağ ve sol inferior kollikulusun arasından nöral bağlantıyı sağlayan komissür mevcuttur.

İnferior kollikulusta yüksek derecede tonotopik organizasyon mevcuttur. İnferior kollikulusta yüksek frekanslar ventral kısımda ve alçak frekanslar ise dorsal kısımda bulunmaktadır. Ayrıca, inferior kollikulus yüksek derecede frekans rezolüsyonunu gösteren aşırı derecede keskin tuning eğrilerine sahip büyük miktarda lifleri içermektedir.

İnferior kollikulusun geçici başlangıçlı ve sürekli olmak üzere esas iki cevabı bulunmaktadır. Geçici başlangıçlı cevap sadece uyarının başlangıcında oluşmaktadır ve sürekli cevap ise uyarının süresiyle birlikte kademeli olarak artmaktadır (Rouiller, 1997).

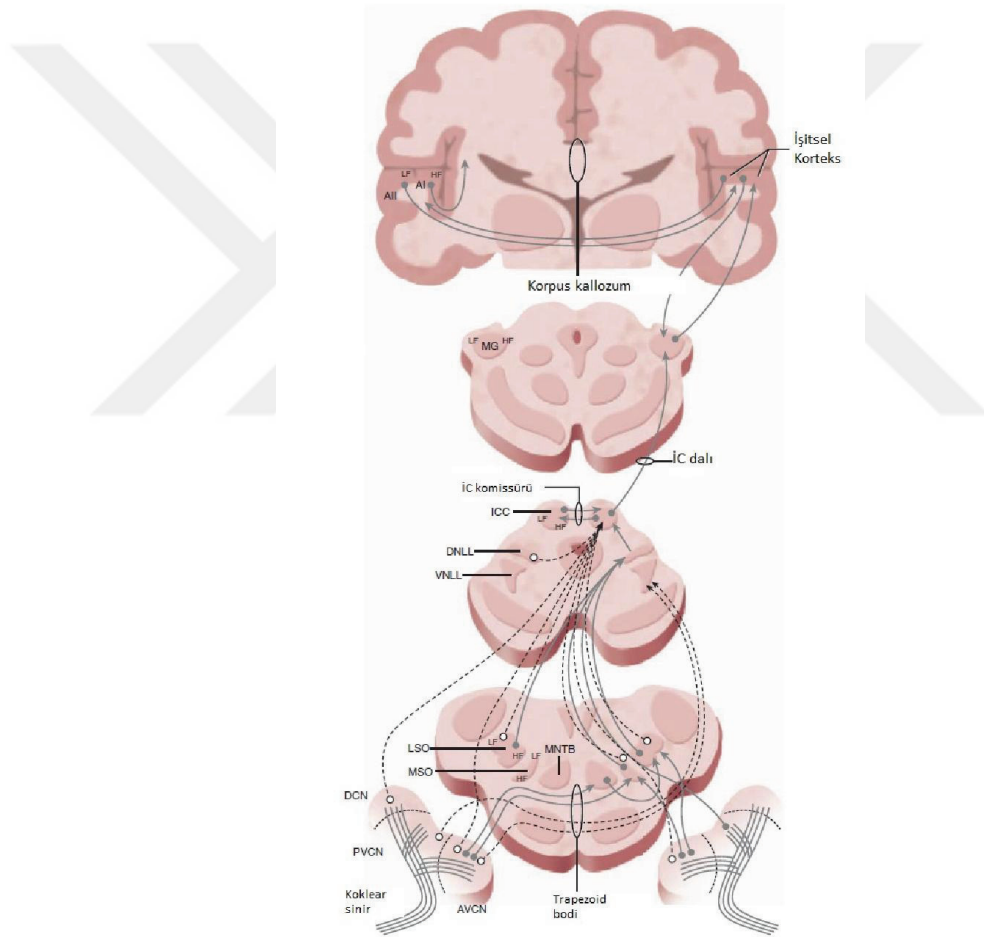
#### - **Medial Genikulat Body (MGB)**

Beyinsapı duyusal yolun son durağıdır ve ventral, dorsal medial olmak üzere üç parçası vardır. MGB'nin ventral parçası doğrudan temporal lobta bulunan primer işitme alanıyla ve medial parçası da temporal lobun diğer alanlarıyla bağlantılıdır. MGB'nin

posterior parçası ise serebrumda bulunan ilgili alanlarla bağlantı halindedir (McGee ve ark., 1992).

### 2.3.6. İşitsel Korteks

İşitsel korteks temporal lobun üst kısmında bulunan Heschel'in transvers girusunda bulunmaktadır. İnsanlarda işitsel korteks beyin yüzeyinden gözükmemektedir. İşitsel korteksin altı tabakası bulunmaktadır ve her bir tabakadaki hücreler spesifik bağlantılar yapmaktadır. İşitme korteksi primer olarak ipsilateral MGB aracılığıyla kontralateral kulaktan girdi almaktadır (Şekil 7) (Moller, 2006).

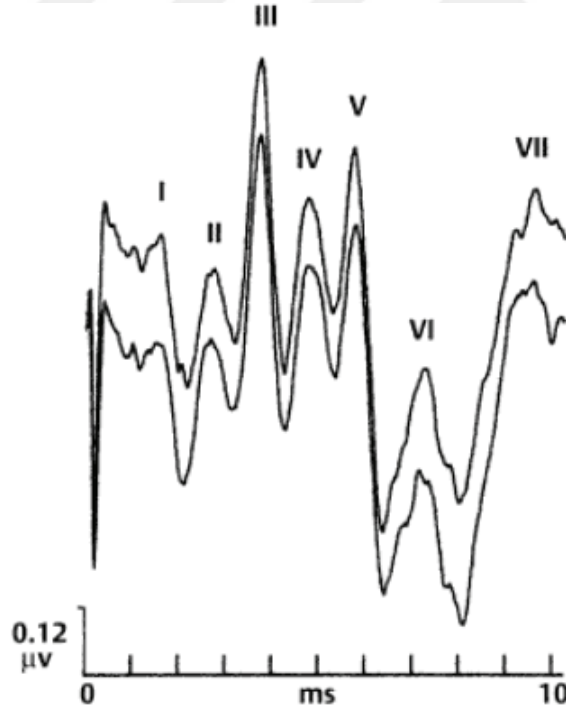


**Şekil 7:** İşitsel yolların şematik çizimi. *AVCN:* anterior ventral koklear nukleus, *PVCN:* posterior ventral koklear nukleus, *DCN:* dorsal koklear nukleus, *LSO:* lateral superior olive, *MSO:* medial superior olive, *IC:* inferior kollikulus, *DNLL:*dorsal nukleus lateral leminiskus, *VNLL:* ventral nukleus lateral leminiskus, *MG:* medial genikulat, *ICC:* santral inferior kollikulus (Moller, 2006).

#### 2.4. İşitsel Uyarılmış Beyinsapı Potansiyelleri

ABR'nin oluşumuyla ilgili en basit bakış açısı her bir dalganın tek bir anatomik bölgeden kaynaklandığıdır. Ancak bu bakış açısı, bilateral temsili, nöronların farklı seviyede çaprazlaşmasını, her bir nukleusla sinaps yapmayan yolları, çoklu sinapslı nöronları, nöronların ikincil ve üçüncül ateşlemeleri dahil olmak üzere nöral yolların kompleksliliğini açıklamakta eksik kalmaktadır. İnsanlarda, dalga II, VIII. sinirin proksimalinden kaynaklanmaktadır (Muş, Özdamar, 1996). Dalga II'den sonraki dalgalar beyinsapı seviyesindeki aktiviteyi temsil ettiği bilinmektedir. Dalga I ve II uyarının verildiği taraftaki yapılardan kaynaklanırken, dalga II'den sonraki dalgaların ipsilateral, kontralateral veya bilateral veri alma olasılığı vardır (Hood, 1998).

ABR ilk 10 msn'de meydana gelen toplam yedi dalga tepesinden oluşmaktadır (Şekil 8).



Şekil 8: Sağlıklı yetişkinden 80 dB nHL klik uyararla elde edilen iki adet ABR dalgası (Arnold, 2007).

- **Dalga I**

VIII. sinirin proksimal kısmından kaynaklanmaktadır ve ipsilateral ölçümlerde ilk tepe noktası yapan dalgadır. Dalgalar arası latans ölçümlerinde önemli referans noktalarından birisidir. Dalga I'in bazen çift komponenti mevcut olabilir. Bu durumda dalga I tespitinde daha yüksek amplitüdü komponent kullanılmalıdır (Nuwer ve ark., 1994).

- **Dalga II**

VIII. sinir ve koklear nukleustan kaynaklanmaktadır. Dalga II bazı yetişkinlerde ve çoğu yenidoğanlarda güçlkle tespit edilmektedir. Dalga II sıklıkla kontralateral kayıtlarda daha belirgindir, ipsilateral kayıtlara göre latansı hafifçe artmıştır ve bazen dalga III'e eklenerek "M" şeklinde dalga II-III kompleksini oluşturur (Nuwer ve ark., 1994).

- **Dalga III**

Dalga III'ün işitsel yollar superior oliveri kompleksten trapezoid body'ye ilerlerken ponsun alt kısmında oluştuğu düşünülmektedir. Dalga III genellikle belirgindir ve bu dalgayı belirgin ani iniş takip etmektedir (Muş & Özdamar, 1996).

- **Dalga IV**

Saçlı deriden yapılan ölçümlerde dalga IV genellikle dalga V üzerine eklenmiş gibi görülür Bu nedenle, dalga IV'ten söz edilmez, dalga IV-V kompleksi şeklinde incelenir (Chiappa ve ark., 1979).

- **Dalga V**

Klinik uygulamada en çok kullanılan dalgadır. Bu dalga büyük olasılıkla lateral leminiskus ve inferior kollikulustan kaynaklanmaktadır. Dalganın oluştuğu tarafla ilgili farklı sonuçlar bulunsa da, kanıtlar dalga V'in daha çok kontralateral taraftan kaynaklandığını göstermektedir (Chiappa ve ark., 1979).

## - **Dalga VI ve VII**

Normal işiten bireylerin tümünde görülmez. Medial genikulat body ve talamusun temporal kortekse işitsel yayılımından kaynaklanmaktadır (Muş & Özdamar, 1996).

## **2.5. İşitsel Uyarılmış Beyinsapı Cevabının Ölçülmesi**

### **2.5.1. Genel Gereklilikler**

#### **- Test Ortamı**

İşitsel uyarılmış potansiyeller sessiz test ortamında kayıt edilmelidir. Özellikle düşük şiddetli uyaran kullanılarak kayıt edilen cevaplarda ses yalıtımlı odanın kullanımı tercih edilmektedir. Ortamın elektriksel uyarılardan korunması da elektriksel artefaktları azaltarak daha temiz kayıtların elde edilmesini sağlamaktadır (Hood, 1998).

#### **- Hasta**

Kas cevaplarına bağlı artefaktları önlediğinden en iyi kayıt hastanın sessiz ve rahat olduğu durumlarda kayıt edilir. Spontan nistagmus haricinde hastalar gözlerini kapatması için teşvik edilir. 3ay-6 yaş arası çocuklarda sakinliği sağlamak için sedatif doktor kontrolünde kullanılabilir. Hastanın konforunu ve normal vücut sağlığını korumak için ise oda sıcaklığı uygun derecelerde olmalıdır (Hood, 1998).

### **2.5.2. Enstrümantasyon**

Klinik pratikte işitsel uyarılmış potansiyellerin kayıtlanmasında bilgisayar temelli sistemler kullanılmaktadır. Bu sistemlerin genel bileşenleri uyaran kaynakları, elektrotlar, amplifikatörler, artefakt engelliyici sinyal averajlama, cevap ekranı, cevap işlemcisi ve yazıcıdır. Kayıtlama sistemleri arasında test için standart parametreler bulunmamaktadır (Ness, 2009).

#### **- Uyarın Kaynakları**

Nörolojik uygulamalarda en etkili ve yaygın olarak kesikli veya klik uyaran kullanılır. Bu uyaranlar ani başlangıçlı ve genellikle 0.1 msn olmak üzere kısa sürelidir.

Kulaklıkların frekans cevabına göre şekillenen geniş bantlı uyarılardır ve 2000-4000 Hz aralığında maksimum uyarımı sağlamaktadır. Bu nedenle, kısa pulsalar temel olarak daha çok kokleanın bazal bölgelerinin aktivitesini yansıtmaktadır (Hood, 1998).

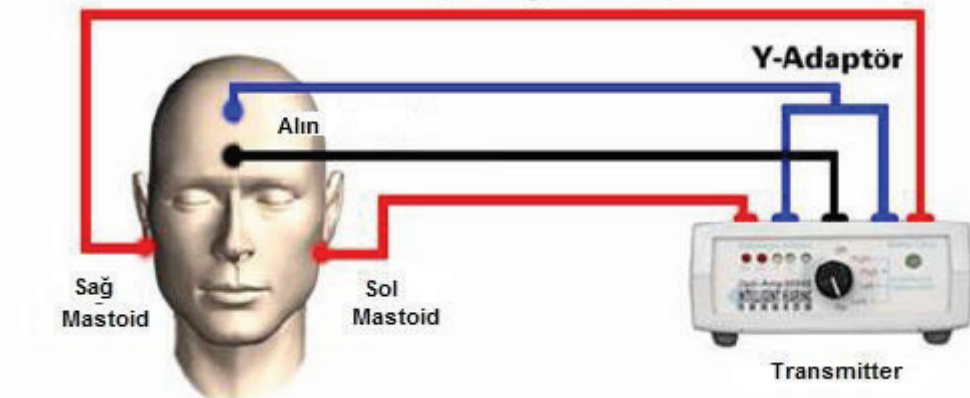
#### - Kulaklıklar

ABR'nin kayıtlanmasında sıklıkla supraaural, insert ve kemik iletim kulaklıklar kullanılmaktadır. İnsert kulaklıklar diğer kulaklık tiplerine göre dış kulak kanalı kollapsını önlediğinden, interaural attenuasyonu arttırdığından, uzun süreli kullanımlarda daha konforlu olduğundan, çevre gürültüsünü daha etkili azalttığından tavsiye edilmektedir.

İşitsel uyarılmış potansiyellerin kayıtlanmasında kemik iletim kulaklık gerekebilir. Ancak kemik iletim ossilatörün dinamik aralığının hava iletimine göre daha dar olduğu bilinmelidir (Hood, 1998).

#### - Elektrotlar ve Yerleşimi

ABR'nin kayıtlanmasında tekrar kullanılabilir veya tek kullanımlık elektrotlar kullanılmaktadır. Elektrotların yerleşim yeri ABR kaydının ipsilateral veya kontralateral (Şekil 9) yapılmasına göre değişiklik göstermektedir.



Şekil 9: İpsilateral/kontralateral elektrot yerleşimi (Janssen, 2008).

Elektrot uygulaması başarılı işitsel uyarılmış potansiyellerin ölçümü için çok önemli teknik etkidir. Elektrot uygulamasında uyulması gereken kurallar aşağıda sıralanmıştır:

- 1) Bireyler arasında elektrot yerleşiminde süreklilik,
- 2) Anatomik açıdan düzgün yerleşim,
- 3) Elektrot impedansının düşük olması (<5 kΩ),
- 4) Test boyunca güvenli ve sürekli yerleşimin sağlanması,
- 5) Bireye minimal rahatsızlık ve risk oluşturması.

Elektrotlar uygulanmadan önce elektrotların sabitleneceği alanlar temizleyici jel ile temizlenmelidir. Hafif abrasif jel derinin doğal yağlarını ve yüzeysel katmanlarını temizlemektedir ve ayrıca elektrotların sabitlenmesi için bantlar kullanılabilir (Şekil 10).



**Şekil 10:** Elektrot uygulama alanlarının hazırlanmasında kullanılan malzemeler.

## **2.6. İşitsel Uyarılmış Beyinsapı Potansiyellerini Etkileyen Faktörler**

İşitsel uyarılmış beyinsapı potansiyellerin kayıt edilmesi sırasında ölçümleri etkileyen faktörler:

1. Uyarana bağlı faktörler
2. Kişiye bağlı faktörler
3. Kayıtlama parametrelerine bağlı faktörler şeklinde sınıflandırılabilir (Ness, 2009).

### 2.6.1. Uyarana Bağlı Faktörler

#### - Uyarın Tipi

Nörofizyolojik nedenlerden dolayı erken latanslı AER'lerin kaydında kullanılan en uygun uyarın anlık başlangıçlı çok kısa (transient) uyarındır.

İşitsel uyarılmış potansiyellerin elde edilmesinde kullanılan uyarınlar frekans bantlarına göre 3 sınıfa ayrılabilir:

1. Tüm frekans bantlarını içeren klik uyarınlar
2. Dar bir frekans bandını içeren tone-burst uyarınlar
3. Özel şartlar için oluşturulmuş uyarınlar

ABR dalgaları elde etmede kullanılan başlıca ses uyarınları klik, tone-burst ve chirp uyarınlarıdır.

Klik uyarın dar frekans aralığından oluşmayıp, birçok frekansı içeren geniş akustik bant uyarındır. Dikdörtgen elektrik puls gibi ani sinyaller çok geniş spektruma sahiptir ve transdusera ulaştıklarında geniş aralıktaki frekansları içeren akustik sinyale dönüşürler. Teoride bu aralıktaki frekanslar özellikle baziller membranda geniş aralıktaki tüy hücreleri olmak üzere kokleayı uyarır. Ancak uyarının frekans içeriği 1) uyarın şiddeti 2) transduserin elektroakustik özellikleri 3) ses iletimini etkileyen dış kulak kanalı ve orta kulak özellikleri 4) koklea bütünlüğü gibi farklı özelliklere bağlıdır (Hall, 2000).

Klik uyarın ABR cevaplarının elde edilmesinde en yaygın kullanılan uyarın tipidir. Ani başlangıç ve geniş spektrum geniş aralıktaki nöron popülasyonunun senkronize uyarılması neden olmaktadır. Klik uyarın genellikle en etkili uyarın tipidir ve yüksek frekans hakkında bilgi sağlamaktadır (ASHA, 2008).

Normal kulaklarda klik uyarınının akustik spektrumundaki yüksek frekanslar ABR'nin ortaya çıkarılmasından sorumludur. İnsert kulaklıklarla ulaştırılan orta şiddetteki klik uyarınla ortaya çıkarılan ABR kokleadaki yüksek frekans bölgelerinin uyarılmasını yansıtmaktadır. Kokleanın daha apikalindeki bölgeler, klik uyarınla aktiveleştirilmektedir fakat iki nedenden dolayı ABR'ye katkıda bulunmamaktadır;

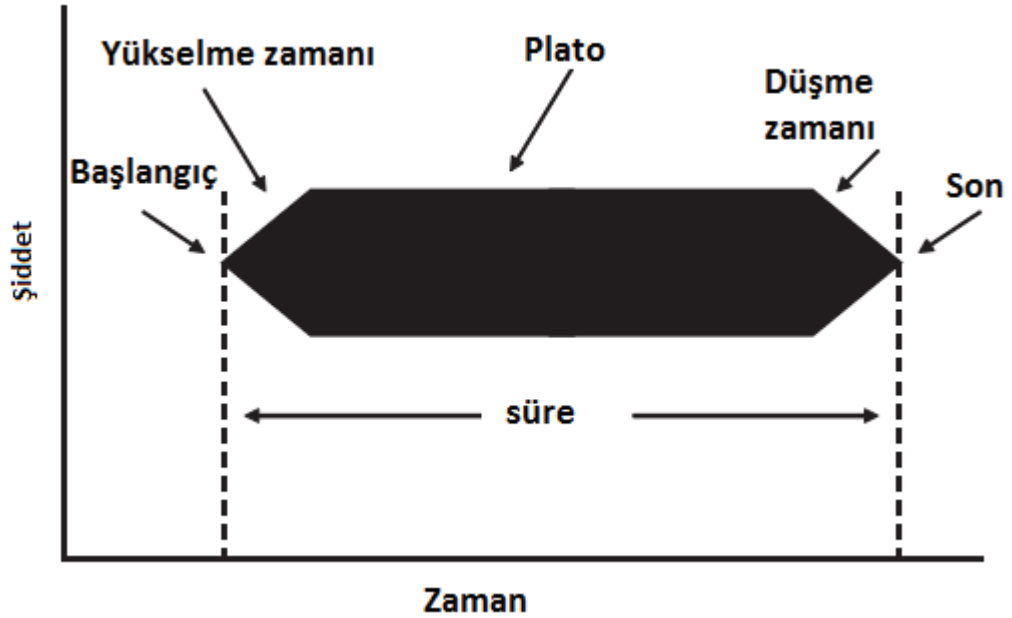


1. İlerleyen dalga apekse ulaşıp bu bölgedeki hücreleri uyarana kadar yüksek frekans bölgesindeki (kokleanın bazaline yakın) koklear aktivasyon nörofizyolojik cevabı ortaya çıkarmaktadır.
2. İlerleyen dalga apikal bölgelerine ulaştığında daha az keskin olduğundan VIII. sinir afferent liflerinde senkronize ateşlemeyi başlatmada etkili olamamaktadır (Hall, 2000).

Ayrıca, yüksek frekans merkezli notchlar ile yapılan ABR kayıtlamasında hem yetişkinlerde hem de bebeklerde latans ve morfolojinin maskesiz cevaba benzer olduğu belirtilmiştir. Ancak düşük frekans merkezli notchlarda maskesiz cevaba göre dalga I ve V latanslarının ortalama 3,5 msn uzadığı belirtilmiştir (Abdala & Folsom, 1995).

#### - Uyarın Süresi

Uyarın süresi yükselme, plato ve düşme zamanlarının toplamıdır (Şekil 11). Uyarın süresi arttıkça özellikle dalga V, VI latansında ve amplitüdünde artış gözlenmektedir (Funasaka & Ito, 1986).



Şekil 11: Uyarının süresinin şematik çizimi (Hall, 2000).

İşitsel uyarılmış cevaplar için uyarın seçilirken dikkate alınması gereken 2 kural vardır.

1. Uyarının frekans spesifitesi uyarının süresiyle dolaylı olarak ilişkilidir (Muş, Özdamar, 1996). Çok kısa süreli uyaranda enerji daha geniş frekans aralığına dağılmaktadır. Ancak daha uzun süreli uyarılar spektral açıdan kısıtlanmıştır.
2. Genellikle uyarın süresi ve yanıt süresi arasında doğrudan ilişki mevcuttur. Yavaş cevaplar (uzun latanslar) yavaş uyarın hızıyla etkinleştirilirken, hızlı cevaplar (kısa latanslar) için hızlı uyarılar (daha yüksek uyarın hızı ve daha kısa uyarın başlangıcı) gerekmektedir (Hall, 2000).

#### - **Uyarın Şiddeti**

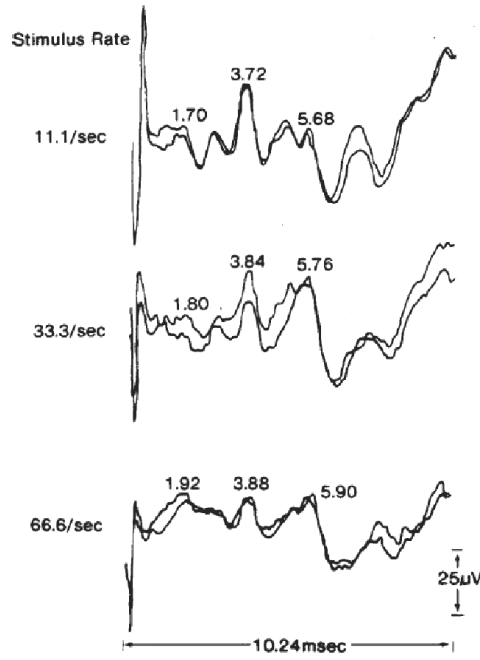
Genel kural olarak daha yüksek uyarın şiddetinde amplitüd artarken, latanslar kısalmaktadır. Uyarın şiddetin azaldığı durumlarda ise latanslar uzar, amplitüdüler azalır ve morfoloji bozulur (Hall, 2000).

Uyarın şiddetinin amplitüd üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada, 90 dB HL klik uyarın şiddetinden 60 dB HL klik uyarın şiddetine indirildiğinde dalga V'e (ortalama %30) göre dalga I'de (ortalama %57) daha fazla düşüşün gözlemlendiği ve V/I oranının (ortalama %70) iki katından daha fazla arttığı belirtilmiştir (Jiang, 1991).

#### - **Uyarın Tekrarlama Oranı**

ABR'de normal olarak görülen değişimlere neden olan bir başka faktörde uyarın tekrar oranıdır. Uyarın tekrar oranının değişimiyle yapılan kayıtlar klinik uygulamalarda retrokoklear patolojilerin ayırt edici tanısında kullanılmaktadır. Uyarın tekrarlama oranının artırılmasıyla ABR latanslarını uzadığı, ancak retrokoklear patolojilerde bu artışın belirgin biçimde daha fazla olduğu belirtilmiştir (Hall, 2000). Ayrıca latansların uzamasının yanında erken dalgaların amplitüdüleri de azalmaktadır.

Bütün dalgaların maksimum tanımlanabilmesi için 10/sn veya daha az uyarın tekrar oranı gerekmektedir. Saniyede 25-40 uyarın tekrar oranında dalga V üzerinde minimal azalma gösterdiğinden bu aralıktaki uyarın tekrarlama oranları eşik belirleme testlerinde kabul edilebilir uyarın tekrar oranıdır (Hall, 2000). Bu şekilde aynı süre içerisinde daha fazla ortalama yapılır ve ABR ölçümlerinin etkinliği artırılır. Aşağıda uyarın tekrar oranının ABR üzerine etkisi gösterilmektedir (Şekil 12).



Şekil 12: Uyarın tekrar oranının ABR dalga latansları üzerine etkisi (Hall, 2000).

Yılmaz ve ark. (2003), 11/sn, 31/sn ve 71/sn uyarın tekrar oranı kullandığı çalışmada, uyarın tekrar oranı arttıkça latanslarda uzama, amplitüde düşme gözlemlendiğini ve latanslardaki uzama nedeniyle ABR'nin erken komponentlerinin geç komponentlere oranla daha az görüldüğünü, bu nedenle IPL'larda uzama meydana geldiğini belirtmişlerdir. Uyarın tekrar oranı 10/sn klik'den daha az olduğunda değerlendirme süresi arttığından ve morfolojiyi değiştirmedeğinden, normatif verilerin tespitinde 10/sn uyarın tekrar oranı üzeri tavsiye edilmektedir (Beattie ve ark., 1992).

Eşik değerlendirilmesinde ise dalga V amplitüdü uyarın tekrar oranı değişiminden minimal etkilendiğinden 25-40/sn arası uyarın tekrar oranlarının kabul edilebilir oran olduğu belirtilmektedir (ASHA, 1987).

ABR testi sırasında yüksek uyarın tekrar oranlarının kullanılması testin tamamlanması için gereken süreyi azaltmaktadır. Ayrıca 30 klik/sn üzeri uyarın tekrar oranları işitsel sistemin nöral adaptasyonu sonucu dalga amplitüdünde ve morfolojisinden azalmaya neden olabilirler (Sininger & Don, 1989).

### - Uyarın Polaritesi

İşitsel beyinsapı cevabı ölçümlerinde *rarefaction*, *condensation*, *alternate* olmak üzere üç tip uyarın polaritesi mevcuttur. Başlama fazının veya polaritenin cevapların latansını ve amplitüdünü anlamlı biçimde etkilemediği belirlenmiştir. Ancak polaritenin değişmesiyle dalga morfolojisi belirgin biçimde etkilenmektedir. *Rarefaction* polariteli klikler ile ABR dalgalarının tümünün daha net olarak oluştuğu; *condensation* kliklerin ise ABR'nin erken komponentlerinin amplitüdlerini bir miktar azalttığını belirtilmektedir (Hall, 2000). Dalga I'ı belirsizleştirebilen uyarın artefaktını ve koklear mikrofonik görünümünü azaltmak için *alternating* polariteli uyarın kullanılmaktadır.

İşitme eşiklerinin üzerindeki şiddetlerde *rarefaction* uyarının nöral aktivitede artışa neden olduğu gözlemlendiği, ancak eşığe yakın şiddetlerde uyarın polarite etkisinin minimal seviyede olduğu belirtilmiştir (Fowler, 1992).

### - Monaural/Binaural Uyarım

Binaural uyarılmış beyinsapı cevapları monaural olarak uyarılmış beyinsapı cevaplarından neredeyse iki kat daha büyüktür (Dobie & Norton, 1980). Ancak binaural uyarım her bir kulağın ayrı ayrı değerlendirilmesine olanak sağlamamaktadır. Binaural uyarım taramalarda veya en azından tek kulakta periferik işitsel mekanizmaların bütünlüğü veya beyinsapı fonksiyon seviyesi hakkında bilgi edinmenin yeterli olduğu uygulamalarda kullanılabilir. Monaural uyarın her bir kulak için eşikler belirlenirken ve birçok nörolojik tanı amacıyla yapılan değerlendirmeler için tavsiye edilmektedir (Hall, 2000).

## 2.6.2. Kişiyeye Bağlı Faktörler

### - Yaş

Kişiyeye bağlı ABR'deki normal değişimlere neden olan en önemli faktör yaştır. İşitme yollarındaki matürasyonla ABR latanslarının azaldığı ilk defa Jewett ve Romano (1970) tarafından hayvan deneyleriyle gösterilmiştir İnsanlarda yapılan araştırmalarda dalga V en belirgin ve en stabil potansiyel olması nedeniyle matürasyonun göstergesi olarak kabul edilmiştir (Eggermont & Salamy, 1988).

İlerleyen yaşla birlikte hem prematürelere hem de yenidoğanlarda dalga V latansının hızla azaldığı ve 12-18. aylar arasında yavaşlayarak erişkinlerdeki değerlere yaklaştığı birçok çalışmada gösterilmiştir.

Dalga V latansı, işitme yollarının matürasyonunun takip edildiği çalışmalarda santral işitme yolları matürasyonunun göstergesi olarak kabul edilmektedir. Dalga I latansındaki azalma periferik işitme bölgesinin matürasyonunun göstergesidir ve yenidoğanlarda erişkinlere göre dalga I latansı daha uzun ve amplitüdü ise fazladır. Dalga I latansındaki uzama kokleanın yüksek frekans bölgesinin gelişimini henüz tamamlamamış olmasıyla, dalga I amplitüd yüksekliği ise kokleanın mastoide yakınlığı ile açıklanmaktadır (Salamy ve ark., 1975).

Periferik ve merkezi işitme alanlarının gelişimi farklı hızlarda olduğundan I-V dalgalar arası latanslardaki azalma yaklaşık 10 yaşına kadar erişkin değerlerine ulaşmaktadır (Hall, 2000).

#### - **Cinsiyet**

Normal yenidoğanlarda her iki cinsiyet arasında latans değerleri ve dalga amplitüdüleri açısından bir farklılık gözlemlenmemiştir. Ancak bu durum santral ve periferik işitme bölgelerinin matürasyonunun sona erdiği 5-10 yaşa kadar devam etmektedir.

Santral ve periferik işitme bölgelerinin matürasyonunun tamamlanması sonucu dalga latansları stabilize kazanmaktadır. Ancak beden ölçülerinin büyümeye devam etmesiyle nöral yolların uzunluğu artar ve ABR dalga latansları buna bağlı olarak uzamaya başlar. Bu dönemden sonra kadınlarda nöral yolların yapısal olarak erkeklere göre kısa olması ve hormonal etkilere bağlı olarak kadınlarda ve erkeklerde latans artışı farklı derecelerde olmaktadır. Erişkin kadınlarda erkeklere oranla ABR dalga latansları daha kısadır (Hood, 1998).

Stockard ve ark. (1979) ergenliğin başlangıcında kadınlarda dalga III ve V latansının erkeklere göre daha kısa olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, bu farklılığın en çok dalga V latansında olduğundan dolayı, kadınlarda I-V IPL'nin erkeklere göre yaklaşık 0,1-0,2 msn daha kısa olmasıyla sonuçlandığını da belirtmişlerdir.

#### - **Vücut Isısı**

İnsana bağlı ABR'yi etkileyen faktörlerin birisi de vücut ısısıdır. Vücut ısısı artışının işitme siniri fibrillerindeki iletim hızını arttırmamasından dolayı ABR latanslarında kısalma meydana gelebilir. Hipotermi ise dalga latanslarını uzatabilir. Kardiyopulmoner by-pass sırasında vücut ısısının 28-32 °C indirilmesiyle I-V dalgalar arası latansında 0.7-0.9 msn artış olduğu ve bu durumun olguların %99'unda görüldüğünü belirtilmiştir (Muş & Özdamar, 1996).

#### - **Farmakolojik Ajanlar**

ABR'yi diazepam, halothane, nitrous oxyde gibi sedatif ve anesteziklerin etkilemedikleri, ancak düzenli lidocaine'in morfolojik yapıyı bozduğu ortaya konulmuştur (Muş & Özdamar, 1996). ABR, EEG'yi düz hale getirecek düzeydeki barbiturat dozundan veya genel anesteziyen belirgin biçim etkilenmemektedir (Hood, 1998).

### **2.6.3. Kayıtlama Parametreleri**

#### - **Elektrot Yerleşimi**

Elektrotların vertekse (Cz) ve kulaklara (A1 ve A2) yerleştirilmesi ABR kaydı açısından çoğu durumlarda optimum yerleşim biçimidir. Mastoid kayıtlama bölgelerine göre kulak memesi bölgeleri kullanılarak yapılan ABR kayıtlarında daha az kas potansiyeli ve daha büyük dalga V amplitüdü gözlemlenmiştir (Hood, 1998).

Burkard ve ark. (2007) toprak elektrotun alnın alt kısmına, pozitif elektrotun alnın üst kısmına ve negatif elektrotların mastoidlere gelecek biçimde yerleştirilmesini tavsiye etmektedirler. Ayrıca ABR testinde 10 msn kayıtlama pencersi, 1000-2000 davranım sayısı, 100-3000 Hz filtre ve en azında 70 dB nHL klik uyarının kullanılmasını tavsiye etmektedirler.

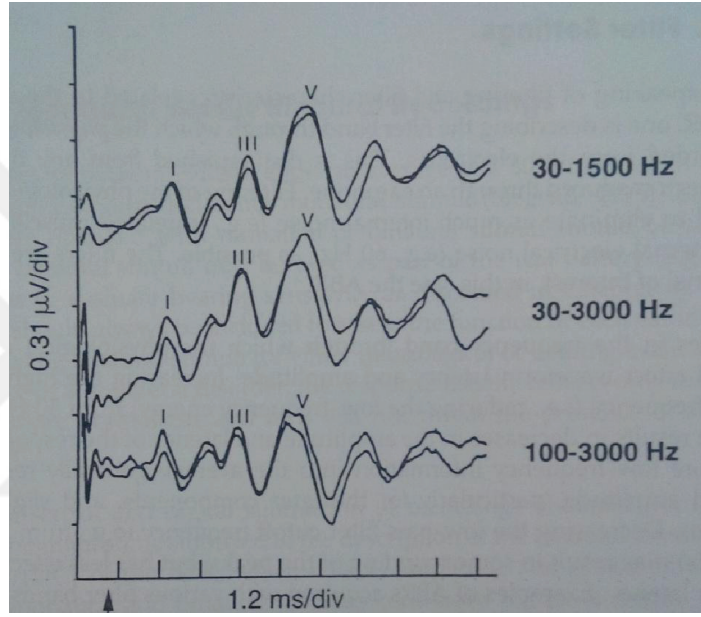
#### - **Toplam Davranım Sayısı**

Yüksek şiddetlerde sakın bireyden temiz kayıtların alınmasında 1000-2000 davranım sayısı genellikle yeterli olmaktadır. Beattie ve ark. (1992), yaptıkları çalışmada sağlıklı kişilerde davranım sayısının 500 veya 750'den 1500'e arttırılmasının dalga I, III ve V belirlenebilirliğini, güvenilirliğini, latanslarını veya amplitüdünü çok az

etkilediğini belirtmişlerdir. İşitme kayıplı bireylerde ise 250 davranım sayısından 4500 davranım sayısına kadar arttırmanın bütün dalgaların belirlenebilirliğini anlamlı derecede arttırdığını belirtmişlerdir.

#### - Filtre Ayarları

Fizyolojik cevabın filtrelenmesindeki amaç iç gürültünün (vücut sesinin) olabildiğince azaltılmasıdır. Düşük frekans filtreler kullanıldığında, genellikle artmış amplitüd ve hafif uzamış latansla karşılaşılır (Şekil 13 ).



Şekil 13. Üç farklı filtre kullanılarak elde edilen ABR kayıtları. (Hood, 1998).

#### - Kayıtlama penceresi

Kayıtlama penceresi veya analiz zamanı ABR cevabının tüm komponentlerini içerecek şekilde ayarlanmalıdır. Kayıtlama penceresinin genişliği hastanın yaşına ve kullanılan uyarının şiddet ve tipine göre değişkenlik göstermektedir.

Yetişkinlerde dalga V yüksek uyarın şiddetlerinde 5-6 msn'de gözlemlenirken eşige yakın uyarın şiddetlerinde ise 8-9 msn'de gözlenir. Bu nedenle, yetişkinlerde 10 veya 12 msn analiz zamanı genellikle yeterli olmaktadır (Hood, 1998).

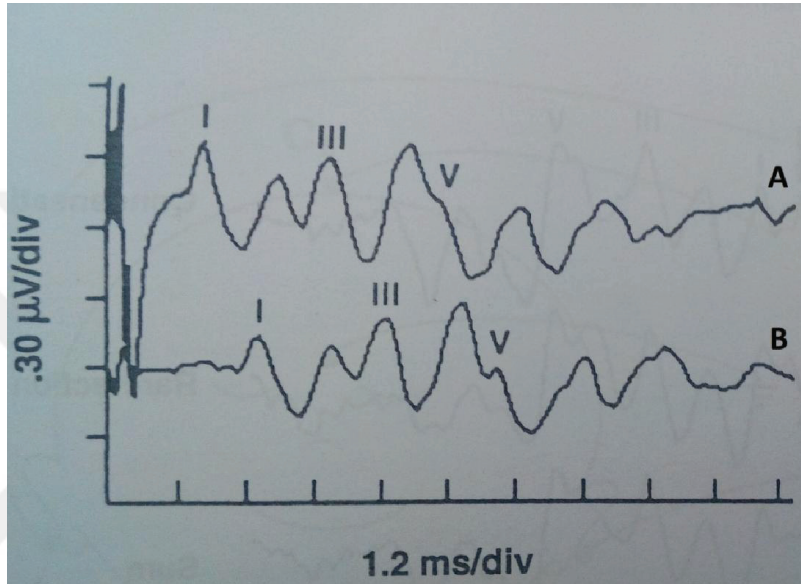
#### - Tek veya İki Kanallı Kayıtlama

İki kanallı kayıtlama hem ipsilateral hem de kontralateral kayıtlamaya olanak sağlamaktadır. Ancak, kontralateral kayıtlamada dalga I gözlenmeyebilir. Kontralateral

kayıtlamada dalga IV ve dalga V birbirinden ipsilateral kayıtlamaya göre daha iyi ayrıtılmaktadır (Hood, 1998).

#### - Kulaklıklar

TDH-39 supraural kulaklıklara göre insert kulaklıklarda ses dalgaları daha uzun mesafe katettiklerinden, insert kulaklıklarla yapılan ABR kayıtlarındaki dalgalarda yaklaşık 0.9 msn gecikme (Şekil 14) gözlemlenmektedir (Hood, 1998).



Şekil 14. Farklı kulaklıklarla ABR kaydı A: TDH-39 supraural B: insert (Hood, 1998).

### 2.7. İşitsel Uyarılmış Beyinsapı Potansiyellerin Yorumlanması

İşitsel uyarılmış beyinsapı potansiyellerin yorumlanmasında esas alınan kriterler:

1. Latans (msn)
2. Dalgalararası latanslar (İnterpik latanslar) (msn)
3. Dalga morfolojisi
4. Amplitüd ( $\mu V$ )
5. V/I dalga amplitüd oranı



## - **Latans**

Akustik uyarının başlangıcından yanıtı oluşturan dalga veya dalga kompleksinin negatif veya pozitif tepe noktasının olduğu yere kadar geçen süredir. Bu süre ABR'de milisaniye (msn) olarak ölçülür. Klinik kullanımda daha çok dalga I, III, V latansları kullanılmaktadır. Latanslar kulak ve beyinsapı yapılarından uyarının ilerleyişi hakkında bilgi sağlamaktadır. Eğer dış kulaktan beyinsapına kadar yapılarda herhangi bozukluk mevcut değilse latanslar belirli zaman içerisinde olacaktır. Eğer belirtilen yapılarda herhangi bir bozukluk mevcut ise latanslarda uzamaya ve bazı durumlarda ise dalgaların kaybına neden olmaktadır (Burkard ve ark., 2007).

Dalga I ve dalga V latansı daha çok retrokoklear bölge ve beyinsapı patolojilerinden etkilenmektedir. Yaş ve cinsiyet de latans değerini doğrudan etkilemektedir. 18 ay altındaki bebeklerdeki latans değerleri yetişkin değerlerinden daha uzundur. Latanslar kadınlarda erkeklere oranla yaklaşık 0.2 msn'lik ortalama bir değerle daha kısadır (Hood, 1998).

## - **Dalgalararası Latanslar (Inter-Peak Latencies; IPL)**

ABR'de dalgaların tepe noktaları arasındaki süre dalgalararası latans (IPL) olarak adlandırılmaktadır ve milisaniye (msn) olarak ölçülür. Klinik kullanımda dalga II ve dalga IV her zaman gözlemlenemediği için sıklıkla I-III, III-V ve I-V IPL kullanılmaktadır. Klik uyarı için 80 dB nHL uyarı şiddetinde IPL I-III ve III-V aralığı için yaklaşık 2,0 msn, I-V için yaklaşık 4,0 msn'dir (Ness, 2009).

## - **Dalga Morfolojisi**

Dalga veya dalga kompleksinin genel yapısını belirtmek için kullanılan terimdir. Amplitüd arttıkça dalga daha belirgin hale gelmektedir ve latansların, dalgalararası latansların belirlenmesi daha kolay olmaktadır. Dalga morfolojisinin değerlendirilmesi kantitatif ve kalitatif olmak üzere iki biçimde yapılabilir. Kantitatif değerlendirme spektral analiz gibi zor metotlarla yapıldığından klinik uygulamalarda yer almamaktadır. Kalitatif değerlendirme ise subjektiftir (Muş & Özdamar, 1996).

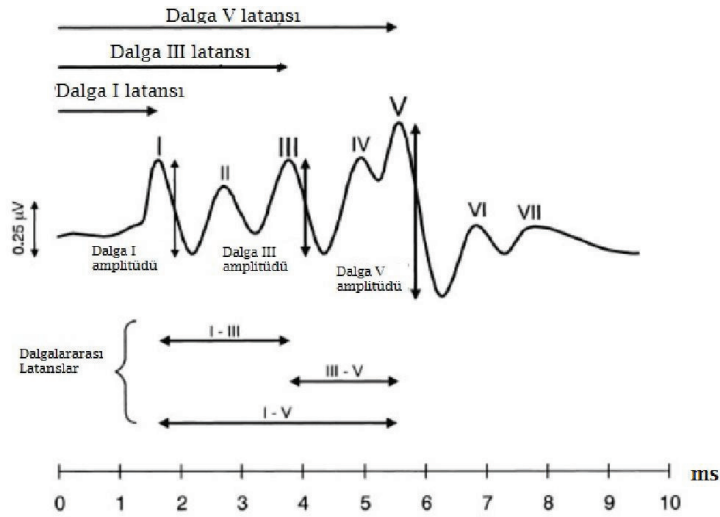
## - Amplitüd

Yanıtı oluşturan dalga şeklinin pozitif ve negatif noktaları arasında kalan ve farklı biçimlerde ölçülebilen dikey mesafeye amplitüd denir. Amplitüdlere ABR’de  $\mu V$  cinsinden ölçülür. Pozitif, orta dikey ve negatif amplitüd olmak üzere amplitüdün ölçülme yöntemleri mevcuttur. Uyarın şiddeti arttıkça dalgaların amplitüd değerleri de artmaktadır (Jiang, 1991).

## - V/I Dalga Amplitüd Oranı

Amplitüd kişinin kendisi ve diğer kişiler arasında fizyolojik gürültünün seviyesine, elektrot impedansına ve elektrot yerleşimine bağlı yüksek değişkenlik gösterdiğinden dalgaların amplitüd değerleri klinik açıdan kullanılabilirliği ispat edilememiştir. Ancak V/I dalga amplitüd oranının beyinsapı bütünlüğünü değerlendirmede faydalı olduğu gösterilmiştir. Sağlıklı yetişkinlerde dalga V dalga I’den daha büyüktür ve V/I dalga amplitüd oranı  $>1.0$ ’tür (Musiek ve ark., 1984).

ABR dalgalarının yorumlanmasında kullanılan parametreler Şekil 15’de gösterilmiştir.



Şekil 15: ABR dalga parametreleri (Arnold, 2007).

## 2.8. ABR Normalizasyonu

ABR test sonuçları için genel normatif değerler mevcuttur. Ancak, her bir odyoloji kliniği ABR cihazına uygun standartize normlarını oluşturması gerekmektedir. Cihaza ait normatif veriler kullanılması ayırıcı tanıda ve patolojilerin tespitinde klinisyene zaman, güven ve kolaylık sağlayacaktır. Klinik normları oluşturabilmek için uyarana, kişiye ve kayıtlama parametrelerine bağlı faktörlere dikkat edilmelidir. Test edilen her bir gönüllü için uyarın ve kayıtlama parametreleri sabit olmalıdır (Weber, 1992).

Klinik normatif veriler oluşturulurken nörolojik veya otolojik hastalık hikayesi olmayan ve normal işitmeye sahip en az 10 genç yetişkin kadın ve 10 genç yetişkin erkeğin test edilmesi gerekmektedir (Weber, 1992). Yetişkin kadınlarda erkeklere göre daha kısa latanslara ve IPL'lere, daha büyük amplitüdlere sahip olduklarından cinsiyete göre norm verilerinin oluşturulması da tavsiye edilmektedir (Sininger, 1992).

Klinik normlar oluşturulurken ortalama dalga I, III, V latansları ve I-III, III-V, I-V IPL değerleri belirlenmelidir. Ayrıca normal cevapları patolojik cevaplardan ayırt etmek içinde standart sapma değerleri de belirlenmelidir (Ness, 2009).

### 3. MATERYAL VE METOT

Bu çalışma, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı, Odyoloji Konuşma ve Ses Bozuklukları Ünitesi'nde yapıldı. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Değerlendirme Komisyonu Başkanlığı'nın 30.05.2013 tarihli ve 315 sayılı kararı ile etik kurul açısından uygun bulundu (Ek 1).

#### 3.1. Bireyler

Çalışmaya katılan 20-60 yaş arası bireylere kartopu örnekleme tekniği<sup>1</sup> ile ulaşıldı. Kota örnekleme tekniği<sup>2</sup> kullanılarak çalışmaya sağlıklı ve normal işitmeye sahip olan 60 kadın ve 60 erkekten oluşan 120 kişi dâhil edildi. Bireyler yaşlarına göre 4 gruba ayrıldı, her gruba 15 kadın, 15 erkek dahil edildi. Çalışmaya katılan kişilerin tamamı yapılacak işlemler açısından bilgilendirildi, gönüllü olur formu (Ek 2) imzalatılarak izin alındı. Grupların, yaşa göre dağılımı ve yaş ortalamaları Tablo 1'de verildi.

**Tablo 1:** Çalışmaya katılan bireylerin grup dağılımı ve yaş ortalamaları.

		YAŞ ORTALAMASI					
GRUPLAR		ERKEK			KADIN		
		Ort.	Min.	Mak.	Ort.	Min.	Mak.
Grup 1 (N=30)	20-30 yaş	25,87±2,77	21	29	25,13±2,80	20	30
Grup 2 (N=30)	31-40 yaş	35,07±2,73	31	40	34,87±2,67	31	39
Grup 3 (N=30)	41-50 yaş	45,13±3,16	41	50	44,87±2,53	41	48
Grup 4 (N=30)	51-60 yaş	54,73±3,21	51	60	54,27±2,31	51	60

<sup>1</sup> Bu örneklemede öncelikle evrene ait birimlerden birisi ile temas kurulur. Temas kurulan birimin yardımıyla ikinci birime, ikinci birimin yardımıyla üçüncü birime ulaşılır. Bu şekilde örnekleme büyüklüğü genişler (Yazıcıoğlu ve Erdoğan, 2004).

<sup>2</sup> Sınırlı bir evren, araştırmanın amacına uygun olarak araştırmacının öngördüğü belirli değişkenlere göre sınıflandırılır (Gökçe, 1988).

### **3.2. Seçim Kriterleri**

Katılımcılar, eğitim ve sosyoekonomik düzey farkı gözetenmeden çalışmaya dahil edildi.

#### **3.2.1. Çalışmaya dahil edilme kriterleri:**

1. Normal KBB muayene bulgularının olması,
2. 500-4000 Hz frekans aralığında saf ses ortalamasının normal sınırlarda olması (Kramer ve ark., 2002; WHO, 2009),
3. Konuşmayı ayırt etme skorunun normal sınırlar içerisinde olması (Akşit, 1994),
4. Normal timpanometrik bulgulara sahip olması ve bilateral akustik reflekslerin elde edilmesi (Jerger, 1970).

#### **3.2.2. Çalışma dışı bırakılma kriterleri:**

1. Sistemik, nörolojik veya psikiyatrik hastalığının bulunması,
2. Otolojik hastalık ve/veya kulak cerrahisi öyküsünün bulunması,
3. Ototoksik ilaç kullanımı
4. Akustik ve/veya işitmeyi etkileyecek fiziksel travma hikayesinin bulunması.

### **3.3. Gereç ve Yöntem**

#### **3.3.1. KBB Muayenesi**

Tüm katılımcıların Kulak Burun Boğaz muayeneleri KBB polikliniğinde yapıldı. Dış kulak yolu ve kulak zarı bulguları normal olan katılımcılar odyolojik incelemeye alındı.

#### **3.3.2. Saf Ses ve Konuşma Odyometresi**

Odyolojik değerlendirme standartlara uygun ses yalıtımlı, çift bölmeli sessiz kabinlerde “Interacoustics AC30” klinik odyometre, “Telephonics 39P” kulaklıklar, “Radioear B-71” kemik vibratör ile yapıldı. Katılımcılar kulaklarına supraaural kulaklık yerleştirilmiş, uygulayıcıyı görmeyecek pozisyonda test odasına oturtuldular. İşitme eşikleri ‘*descending*’ metodu ile belirlendi. (Stach, 2010).

Hava yolu işitme eşikleri 0.25, 0.5, 1, 2, 4 ve 6 kHz frekans arasında, kemik yolu işitme eşikleri de 0.5, 1, 2 ve 4 kHz arasında belirlendi. İşitme kaybı derecelendirmesi Dünya Sağlık Örgütü derecelendirmesine göre yapıldı (WHO, 2009). İşitme testi sonucunda hava ve kemik yolu eşikleri normal sınırlarda olan ve hava kemik aralığı bulunmayan katılımcılar immitansmetrik değerlendirmeye alındı.

### **3.3.3. İmmitansmetrik Değerlendirme**

İmmitansmetrik ölçümlerde “GSI Tymptstar” model impedansmetre kullanıldı. Ölçümler insert kulaklık ile 226 Hz probe ton 80 dB şiddetinde uyarın kullanılarak yapıldı. Akustik refleksler ipsilateral olarak 500-2000 Hz aralığında ve 85-100 dB uyarın şiddeti kullanılarak elde edildi.

Normal timpanogram ve akustik refleksleri elde edilen katılımcılar çalışmaya dahil edildi.

### **3.4. İşitsel Uyarılmış Beyinsapı Potansiyellerin Ölçümü**

ABR ölçümleri GSI Audera model ABR cihazı, GSI TIP-50 insert kulaklıklar, Ambu® Neuroline 720 elektrotlar kullanılarak ses yalıtımlı kabinde yapıldı.

Katılımcılar test hakkında bilgilendirildi ve test sırasında sessiz kalması gerektiği konusunda uyarıldı. Katılımcılar sırtüstü yatırıldıktan sonra elektrotların yerleştirileceği bölgeler temizleyici jel ile (Nuprep®) temizlendi. Elektrot yerleşimi toprak elektrot orta hatta alnın alt kısmına, pozitif elektrot orta hatta alnın üst kısmına ve negatif elektrotlar sağ ve sol kulağın mastoidlerine gelecek şekilde yerleştirildi Şekil (16). Elektrotların impedansı 5 kΩ üzerinde olmadığı sistemden kontrol edildi (Şekil 17).



Şekil 16: ABR elektrotlarının ipsilateral yerleşimi.

Impedance test

k $\Omega$	Electrodes			
	1+	1-	2+	2-
>50				
20 - 50				
10 - 20				
5 - 10				
2 - 5				
<2				

Close

Şekil 17: ABR elektrotlarının impedansı.

Bütün katılımcılarda ABR testi sırasında kullanılan parametreler Şekil 18 ve Tablo 2’de gösterildi. Tüm uyarın şiddetlerinde ipsilateral olarak elde edilen cevapların tekrarlanabilir olduğunu test etmek için iki ayrı trase oluşturuldu (Şekil 19).

The screenshot shows the 'Test Details' window with the following parameters:

**Test Set**

- Test set: 33.1/s Click ABR - Ipsi only (1 ch) - Adult
- Marker set: ABR
- Masking type: Relative
- Use noise checking: YES
- Random test selection: NO
- Use both EEG channels: NO
- External Trigger: NO

**Test Item**

- Test item: 33.1 Hz Click- 90.0 dB nHL
- Stimulus type: 100 us click
- Stimulus polarity: Rarefaction - Negative

Stimulus level	Masking level
Inserts/Headphones	Inserts/Headphones
90.000 dB nHL	50.000 dB nHL
114.624 dB pSPL	59.031 dB pSPL

**Parameters**

- nHL Adjustment: 0 dB (-20 to 20)
- Repetition rate: 33.103 Hz (8 to 100)
- High/band pass filter: 150 Hz @ -6 dB 12 dB/oct RC
- Low pass filter: 3 kHz linear phase >40dB/oct
- Waveform starts at: 0 ms\*
- Waveform ends at: 10 ms
- Subaverage size: 34 sweeps
- Total sweeps: 2006 sweeps
- Noise rejection level: 25  $\mu$ V = -92.04 dBV (10.0  $\mu$ V = -100.0 dBV)
- Noise rejection armed after: 1 ms (0 to 5)
- Test duration: 60 seconds
- Sensitivity: 50  $\mu$ V

\* Negative values start the averaging before the stimulus

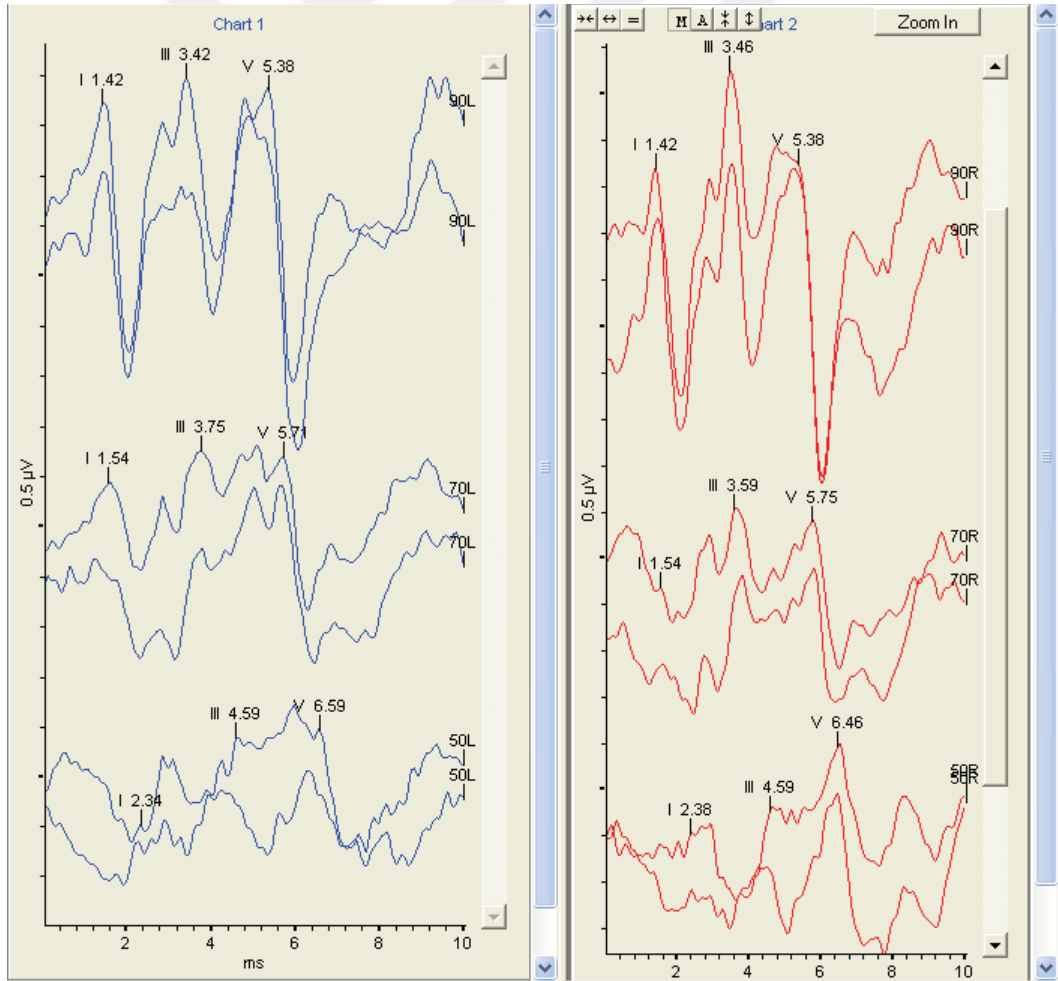
Close

Şekil 18: ABR ölçümleri sırasında kullanılan parametreler.



**Tablo 2:** ABR ölçümleri sırasında kullanılan parametreler.

Uyaran tipi	100 $\mu$ s'lik rarefaction (negative) klik uyaran
Uyaran tekrarlama oranı	33.1 klik/sn
Yüksek/bant geçiş filtresi	3 kHz
Alçak geçiş filtresi	150 Hz
Dalga formu başlangıcı	0 msn
Dalga formu sonu	10 msn
Toplam davranım (sweep) sayısı	2006
Gürültü reddetme (rejection) seviyesi	$\pm 25\mu$ V
Hassasiyet	50 $\mu$ V



**Şekil 19:** ABR testi için elde edilen ikili traseler.

### **3.5. Çalışmada Değerlendirilecek Parametreler**

Bu çalışmada 33.1 klik/sn uyaran tekrar oranı ve 90, 70, 50 dB nHL uyaran şiddetlerinde, yaşa, cinsiyete ve kulak farklarına göre:

1. Dalga I, III, V latansları
2. I-III, I-V ve III-V interpeak latansları (IPL) değerlendirildi.

### **3.6. Verilerin Analizi**

Elde edilen veriler SPSS v.15.0 programına kaydedildi. Cinsiyete ve yaşa göre gruplar arasındaki farklılığın değerlendirilmesinde ANOVA testi kullanıldı. Sağ/sol kulakların karşılaştırılmasında ise Paired t-testi kullanıldı. İstatistiksel anlamlılık düzeyi  $p<0,05$  olarak alındı.

#### 4. BULGULAR

Bu çalışma, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı, Odyoloji Konuşma ve Ses Bozuklukları Ünitesi'nde yapıldı. Çalışmaya normal işitmeye sahip 120 birey dahil edildi. Elde edilen bulgular aşağıda sunuldu.

Çalışmada cinsiyete göre iki grup (60 Erkek, 60 Kadın) oluşturuldu. Bireylerin ABR cevaplarından elde edilen latanslar ve dalgalar arası latans farklılıkları değerlendirildi. Üç farklı uyaran şiddetinde (90/70/50 dB nHL) ABR cevaplarından elde edilen latans ve IPL değerleri cinsiyete göre paired t-testi analiz yöntemi ile karşılaştırılmış ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Uyaran şiddeti olarak 90 dB nHL kullanıldığında cinsiyete göre elde edilen latans değerleri Tablo 3'de gösterildi.

**Tablo 3:** Cinsiyete göre sağ kulak 90 dB nHL'de ABR ortalama latans ve IPL değerleri.

	Latans ve IPL	Cinsiyet	Ort. ±SS (msn)	p
SAĞ	I	Erkek	1,66 ±0,18	0,000*
		Kadın	1,54 ±0,15	
	III	Erkek	3,83 ±0,16	0,004*
		Kadın	3,64 ±0,46	
	V	Erkek	5,77 ±0,21	0,000*
		Kadın	5,43 ±0,68	
	I-V	Erkek	4,10 ±0,18	0,023*
		Kadın	3,89 ±0,68	
	III-V	Erkek	1,93 ±0,19	0,190
		Kadın	1,79 ±0,81	
	I-III	Erkek	2,16 ±0,17	0,301
		Kadın	2,09 ±0,46	

\*p<0,05

SS: standart sapma

**Tablo 3 (devam):** Cinsiyete göre sol kulak 90 dB nHL’de ABR ortalama latans ve IPL değerleri.

	<b>Latans ve IPL</b>	<b>Cinsiyet</b>	<b>Ort. ±SS (msn)</b>	<b>p</b>
<b>SOL</b>	<b>I</b>	Erkek	<b>1,66 ±0,19</b>	<b>0,000*</b>
		Kadın	<b>1,54 ±0,15</b>	
	<b>III</b>	Erkek	<b>3,82 ±0,18</b>	<b>0,000*</b>
		Kadın	<b>3,67 ±0,22</b>	
	<b>V</b>	Erkek	<b>5,75 ±0,22</b>	<b>0,000*</b>
		Kadın	<b>5,52 ±0,25</b>	
	<b>I-V</b>	Erkek	<b>4,09 ±0,18</b>	<b>0,002*</b>
		Kadın	<b>3,97 ±0,22</b>	
	<b>III-V</b>	Erkek	<b>1,93 ±0,17</b>	<b>0,005*</b>
		Kadın	<b>1,84 ±0,18</b>	
	<b>I-III</b>	Erkek	<b>2,15 ±0,15</b>	0,403
		Kadın	<b>2,12 ±0,18</b>	

\*p<0,05 SS: standart sapma

Cinsiyete göre yapılan karşılaştırmada 90 dB nHL şiddetinde sağ ve sol kulakların I, III ve V dalga latanslarında istatistiksel anlamlı farklılık elde edildi. Cinsiyete göre sağ kulakta I-V IPL’de ve sol kulakta I-V, III-V IPL’de istatistiksel olarak anlamlı farklılık elde edildi. Paired t-testi ile farklılığın hangi gruptan kaynaklandığı incelendiğinde, erkeklerde kadınlara göre hem latanslar hemde IPL’ların daha uzun olduğu belirlendi. Sağ kulak dalga I t(df)=1, p=0,000; sol kulak dalga I t(df)=1, p=0,000. Sağ kulak dalga III t(df)=1, p=0,004; sol kulak dalga III t(df)=1, p=0,000. Sağ kulak dalga V t(df)=1, p=0,000; sol kulak dalga V t(df)=1, p=0,000. Sağ kulak IPL I-V t(df)=1, p=0,023; sol kulak IPL I-V t(df)=1, p=0,002. Sağ kulak IPL III-V t(df)=1, p=0,190; sol kulak IPL III-V t(df)=1, p=0,005. Sağ kulak IPL I-III t(df)=1, p=0,301; sol kulak IPL I-III t(df)=1, p=0,403.

Uyaran şiddeti olarak 70 dB nHL kullanıldığında cinsiyete göre elde edilen latans değerleri Tablo 4’de gösterildi.

**Tablo 4:** Cinsiyete göre sağ kulak 70 dB nHL’de ABR ortalama latans ve IPL değerleri.

	<b>Latans ve IPL</b>	<b>Cinsiyet</b>	<b>Ort. ±SS (msn)</b>	<b>p</b>
SAĞ	<b>I</b>	Erkek	<b>2,08 ±0,23</b>	<b>0,000*</b>
		Kadın	<b>1,93 ±0,23</b>	
	<b>III</b>	Erkek	<b>4,32 ±0,35</b>	<b>0,000*</b>
		Kadın	<b>4,07 ±0,27</b>	
	<b>V</b>	Erkek	<b>6,30 ±0,28</b>	<b>0,000*</b>
		Kadın	<b>6,00 ±0,25</b>	
	<b>I-V</b>	Erkek	<b>4,21 ±0,23</b>	<b>0,000*</b>
		Kadın	<b>4,06 ±0,18</b>	
	<b>III-V</b>	Erkek	<b>1,98 ±0,25</b>	0,158
		Kadın	<b>1,92 ±0,15</b>	
<b>I-III</b>	Erkek	<b>2,23 ±0,33</b>	0,081	
	Kadın	<b>2,14 ±0,18</b>		
*p<0,05		SS: standart sapma		

**Tablo 4 (devam):** Cinsiyete göre sol kulak 70 dB nHL’de ABR ortalama latans ve IPL değerleri.

	<b>Latans ve IPL</b>	<b>Cinsiyet</b>	<b>Ort. ±SS (msn)</b>	<b>p</b>
<b>SOL</b>	<b>I</b>	Erkek	<b>2,09 ±0,27</b>	<b>0,000*</b>
		Kadın	<b>1,92 ±0,23</b>	
	<b>III</b>	Erkek	<b>4,34 ±0,36</b>	<b>0,000*</b>
		Kadın	<b>4,05 ±0,31</b>	
	<b>V</b>	Erkek	<b>6,32 ±0,36</b>	<b>0,000*</b>
		Kadın	<b>6,00 ±0,25</b>	
	<b>I-V</b>	Erkek	<b>4,22 ±0,28</b>	<b>0,001*</b>
		Kadın	<b>4,08 ±0,19</b>	
	<b>III-V</b>	Erkek	<b>1,97 ±0,20</b>	0,487
		Kadın	<b>1,95 ±0,18</b>	
	<b>I-III</b>	Erkek	<b>2,24 ±0,30</b>	<b>0,018*</b>
		Kadın	<b>2,13 ±0,23</b>	

\*p<0,05 SS: standart sapma

Cinsiyete göre yapılan karşılaştırmada 70 dB nHL şiddetinde sağ ve sol kulakların I, III ve V dalga latanslarında istatistiksel anlamlı farklılık elde edildi. Cinsiyete göre sağ kulakta I-V IPL’de ve sol kulakta I-V, I-III IPL’de istatistiksel anlamlı farklılık elde edildi. Paired t-testi ile farklılığın hangi gruptan kaynaklandığı incelendiğinde, erkeklerde kadınlara göre hem latanslar hemde IPL’ların daha uzun olduğu belirlendi. Sağ kulak dalga I t(df)=1, p=0,000; sol kulak dalga I t(df)=1, p=0,000. Sağ kulak dalga III t(df)=1, p=0,000; sol kulak dalga III t(df)=1, p=0,000. Sağ kulak dalga V t(df)=1, p=0,000; sol kulak dalga V t(df)=1, p=0,000. Sağ kulak IPL I-V t(df)=1, p=0,000; sol kulak IPL I-V t(df)=1, p=0,001. Sağ kulak IPL III-V t(df)=1, p=0,158; sol kulak IPL III-V t(df)=1, p=0,487. Sağ kulak IPL I-III t(df)=1, p=0,081; sol kulak IPL I-III t(df)=1, p=0,018.

Uyaran şiddeti olarak 50 dB nHL kullanıldığında cinsiyete göre elde edilen latans değerleri Tablo 5’de gösterildi.

**Tablo 5:** Cinsiyete göre sağ kulak 50 dB nHL’de ABR ortalama latans ve IPL değerleri.

	<b>Latans ve IPL</b>	<b>Cinsiyet</b>	<b>Ort. ±SS (msn)</b>	<b>p</b>
<b>SAG</b>	<b>I</b>	Erkek	<b>2,78 ±0,26</b>	<b>0,000*</b>
		Kadın	<b>2,59 ±0,26</b>	
	<b>III</b>	Erkek	<b>5,11 ±0,34</b>	<b>0,000*</b>
		Kadın	<b>4,83 ±0,30</b>	
	<b>V</b>	Erkek	<b>7,20 ±0,36</b>	<b>0,000*</b>
		Kadın	<b>6,80 ±0,33</b>	
	<b>I-V</b>	Erkek	<b>4,42 ±0,31</b>	<b>0,000*</b>
		Kadın	<b>4,21 ±0,24</b>	
	<b>III-V</b>	Erkek	<b>2,09 ±0,34</b>	<b>0,015*</b>
		Kadın	<b>1,97 ±0,23</b>	
	<b>I-III</b>	Erkek	<b>2,32 ±0,34</b>	0,134
		Kadın	<b>2,24 ±0,25</b>	

\*p<0,05

SS: standart sapma

**Tablo 5 (devam):** Cinsiyete göre sol kulak 50 dB nHL’de ABR ortalama latans ve IPL değerleri.

	<b>Latans ve IPL</b>	<b>Cinsiyet</b>	<b>Ort. ±SS (msn)</b>	<b>p</b>
<b>SOL</b>	<b>I</b>	Erkek	<b>2,71 ±0,33</b>	<b>0,007*</b>
		Kadın	<b>2,58 ±0,25</b>	
	<b>III</b>	Erkek	<b>5,10 ±0,32</b>	<b>0,000*</b>
		Kadın	<b>4,83 ±0,31</b>	
	<b>V</b>	Erkek	<b>7,14 ±0,35</b>	<b>0,000*</b>
		Kadın	<b>6,80 ±0,34</b>	
	<b>I-V</b>	Erkek	<b>4,43 ±0,32</b>	<b>0,000*</b>
		Kadın	<b>4,21 ±0,24</b>	
	<b>III-V</b>	Erkek	<b>2,04 ±0,24</b>	0,068
		Kadın	<b>1,96 ±0,20</b>	
	<b>I-III</b>	Erkek	<b>2,38 ±0,30</b>	<b>0,008*</b>
		Kadın	<b>2,25 ±0,23</b>	

\*p<0,05 SS: standart sapma

Cinsiyete göre yapılan karşılaştırmada 50 dB nHL şiddetinde sağ ve sol kulakların I, III ve V dalga latanslarında istatistiksel anlamlı farklılık elde edildi. Cinsiyete göre sağ kulakta I-V, III-V IPL’de ve sol kulakta I-V, I-III IPL’de istatistiksel anlamlı farklılık elde edildi. Paired t-testi ile farklılığın hangi gruptan kaynaklandığı incelendiğinde, erkeklerde kadınlara göre hem latanslar hemde IPL’ların daha uzun olduğu belirlendi. Sağ kulak dalga I t(df)=1, p=0,000; sol kulak dalga I t(df)=1, p=0,007. Sağ kulak dalga III t(df)=1, p=0,000; sol kulak dalga III t(df)=1, p=0,000. Sağ kulak dalga V t(df)=1, p=0,000; sol kulak dalga V t(df)=1, p=0,000. Sağ kulak IPL I-V t(df)=1, p=0,000; sol kulak IPL I-V t(df)=1, p=0,000. Sağ kulak IPL III-V t(df)=1, p=0,015; sol kulak IPL III-V t(df)=1, p=0,068. Sağ kulak IPL I-III t(df)=1, p=0,134; sol kulak IPL I-III t(df)=1, p=0,008.

Üç farklı uyaran şiddetinde (90/70/50 dB nHL) ABR cevaplarından elde edilen latans ve dalgalararası latans değerleri yaş grupları için [Grup 1 (20-30 yaş), Grup 2 (31-40 yaş), Grup 3 (41-50 yaş) Grup 4 (51-60 yaş)] oluşturuldu, bireylerin ABR cevaplarından elde edilen dalga latansları ve dalgalar arası latanslar değeri elde edildi. Elde edilen değerler ANOVA testi ile yaş grupları arasında istatistiksel anlamlı farklılık



olup olmadığı yönünden analiz edildi. Anlamlı sonuçlar için farklılığın hangi gruplar arasında olduğu Tukey-HSD follow up yöntemi ile analiz edildi.

Uyaran şiddeti olarak 90 dB nHL kullanıldığında yaş gruplarına göre elde edilen bulgular Tablo 6'da gösterildi.

**Tablo 6:** Yaş gruplarına göre sağ kulak 90 dB nHL'de ortalama latans ve IPL değerleri.

Dalga	Yaş Grubu	Ort. ±SS (msn)	Tukey HSD	
			Fark	p.
<b>I</b>	Grup 1	1,57 ±0,17	1-4	0,011
	Grup 2	1,54 ±0,12	2-4	0,001
	Grup 3	1,59 ±0,17	3-4	0,034
	Grup 4	1,70 ±0,19		
	<b>Toplam</b>	<b>1,60 ±0,17</b>		
<b>III</b>	Grup 1	3,75 ±0,20		
	Grup 2	3,73 ±0,14		
	Grup 3	3,63 ±0,64		
	Grup 4	3,83 ±0,18		
	<b>Toplam</b>	<b>3,73 ±0,36</b>		
<b>V</b>	Grup 1	5,59 ±0,25		
	Grup 2	5,59 ±0,18		
	Grup 3	5,48 ±0,97		
	Grup 4	5,74 ±0,27		
	<b>Toplam</b>	<b>5,60 ±0,53</b>		
<b>I-V</b>	Grup 1	4,01 ±0,24		
	Grup 2	4,04 ±0,16		
	Grup 3	3,88 ±0,95		
	Grup 4	4,03 ±0,23		
	<b>Toplam</b>	<b>3,99 ±0,51</b>		
<b>III-V</b>	Grup 1	1,84 ±0,20		
	Grup 2	1,86 ±0,16		
	Grup 3	1,84 ±1,15		
	Grup 4	1,91 ±0,19		
	<b>Toplam</b>	<b>1,86 ±0,59</b>		
<b>I-III</b>	Grup 1	2,17 ±0,21		
	Grup 2	2,18 ±0,14		
	Grup 3	2,04 ±0,63		
	Grup 4	2,12 ±0,15		
	<b>Toplam</b>	<b>2,13 ±0,35</b>		

\*p<0,05      SS: standart sapma

**Tablo 6 (devam):** Yaş gruplarına göre sol kulak 90 dB nHL'de ABR ortalama latans ve IPL değerleri.

Dalga	Yaş Grubu	Ort. ±SS (msn)	Tukey HSD	
			Fark	p.
I	Grup 1	1,56 ±0,17		
	Grup 2	1,57 ±0,16		
	Grup 3	1,63 ±0,21		
	Grup 4	1,66 ±0,17		
	<b>Toplam</b>	<b>1,60 ±0,18</b>		
III	Grup 1	3,74 ±0,21		
	Grup 2	3,69 ±0,19		
	Grup 3	3,75 ±0,27		
	Grup 4	3,79 ±0,16		
	<b>Toplam</b>	<b>3,74 ±0,21</b>		
V	Grup 1	5,57 ±0,25	1-4	0,039
	Grup 2	5,58 ±0,20	2-4	0,041
	Grup 3	5,65 ±0,32		
	Grup 4	5,74 ±0,26		
	<b>Toplam</b>	<b>5,63 ±0,26</b>		
I-V	Grup 1	4,01 ±0,21		
	Grup 2	4,00 ±0,14		
	Grup 3	4,02 ±0,24		
	Grup 4	4,08 ±0,22		
	<b>Toplam</b>	<b>4,03 ±0,21</b>		
III-V	Grup 1	1,83 ±0,18		
	Grup 2	1,88 ±0,14		
	Grup 3	1,89 ±0,20		
	Grup 4	1,95 ±0,18		
	<b>Toplam</b>	<b>1,89 ±0,18</b>		
I-III	Grup 1	2,17 ±0,18		
	Grup 2	2,12 ±0,14		
	Grup 3	2,12 ±0,21		
	Grup 4	2,13 ±0,14		
	<b>Toplam</b>	<b>2,13 ±0,17</b>		

\*p<0,05 SS: standart sapma

Yaş gruplarına göre yapılan karşılaştırmada 90 dB nHL şiddetinde sadece sağ kulağın dalga I latansında ve sol kulağın dalga V latansında gruplararası istatistiksel anlamlı farklılık elde edildi.

Uyaran şiddeti olarak 70 dB nHL kullanıldığında yaş gruplarına göre elde edilen bulgular Tablo 7’de gösterildi.

**Tablo 7:** Yaş gruplarına göre sağ kulak 70 dB nHL’de ABR ortalama latans ve IPL değerleri.

Dalga	Yaş Grubu	Ort. ±SS (msn)	Tukey HSD	
			Fark	p.
I	Grup 1	1,95 ±0,22	2-4	0,031
	Grup 2	1,93 ±0,20		
	Grup 3	2,05 ±0,24		
	Grup 4	2,09 ±0,29		
	<b>Toplam</b>	<b>2,00 ±0,24</b>		
III	Grup 1	4,11 ±0,31		
	Grup 2	4,10 ±0,25		
	Grup 3	4,26 ±0,37		
	Grup 4	4,30 ±0,33		
	<b>Toplam</b>	<b>4,19 ±0,36</b>		
V	Grup 1	6,02 ±0,29	1-3	0,015
	Grup 2	6,05 ±0,23		
	Grup 3	6,22 ±0,30	3-4	0,002
	Grup 4	6,29 ±0,33		
	<b>Toplam</b>	<b>6,15 ±0,30</b>		
I-V	Grup 1	4,07 ±0,21		
	Grup 2	4,12 ±0,17		
	Grup 3	4,16 ±0,24		
	Grup 4	4,19 ±0,23		
	<b>Toplam</b>	<b>4,14 ±0,22</b>		
III-V	Grup 1	1,91 ±0,22		
	Grup 2	1,95 ±0,13		
	Grup 3	1,95 ±0,25		
	Grup 4	1,98 ±0,22		
	<b>Toplam</b>	<b>1,95 ±0,21</b>		
I-III	Grup 1	2,16 ±0,23		
	Grup 2	2,17 ±0,21		
	Grup 3	2,21 ±0,35		
	Grup 4	2,20 ±0,27		
	<b>Toplam</b>	<b>2,18 ±0,27</b>		

\*p<0,05

SS: standart sapma

**Tablo 7 (devam):** Yaş gruplarına göre sol kulak 70 dB nHL’de ABR ortalama latans ve IPL değerleri.

Dalga	Yaş Grubu	Ort. ±SS (msn)	Tukey HSD	
			Fark	p.
I	Grup 1	1,91 ±0,24	1-4	0,010
	Grup 2	1,96 ±0,22		
	Grup 3	2,04 ±0,28		
	Grup 4	2,11 ±0,29		
	<b>Toplam</b>	<b>2,00 ±0,26</b>		
III	Grup 1	4,10 ±0,20	1-4	0,017
	Grup 2	4,07 ±0,27		
	Grup 3	4,26 ±0,47		
	Grup 4	4,35 ±0,40		
	<b>Toplam</b>	<b>4,19 ±0,37</b>		
V	Grup 1	6,05 ±0,25	1-3	0,025
	Grup 2	6,02 ±0,28	1-4	0,001
	Grup 3	6,25 ±0,42	2-3	0,008
	Grup 4	6,32 ±0,31	2-4	0,000
	<b>Toplam</b>	<b>6,16 ±0,35</b>		
I-V	Grup 1	4,13 ±0,25		
	Grup 2	4,05 ±0,18		
	Grup 3	4,21 ±0,31		
	Grup 4	4,21 ±0,23		
	<b>Toplam</b>	<b>4,15 ±0,25</b>		
III-V	Grup 1	1,94 ±0,18		
	Grup 2	1,94 ±0,16		
	Grup 3	1,99 ±0,22		
	Grup 4	1,97 ±0,19		
	<b>Toplam</b>	<b>1,96 ±0,19</b>		
I-III	Grup 1	2,19 ±0,19		
	Grup 2	2,11 ±0,19		
	Grup 3	2,21 ±0,36		
	Grup 4	2,23 ±0,30		
	<b>Toplam</b>	<b>2,18 ±0,27</b>		

\*p<0,05

SS: standart sapma

Yaş gruplarına göre yapılan karşılaştırmada 70 dB nHL şiddetinde sağ kulağın dalga I ve dalga V latansında ve sol kulağın dalga I, dalga III ve dalga V latansında gruplararası istatistiksel anlamlı farklılık elde edildi. Yaş gruplarına göre sol kulakta I-V IPL’de istatistiksel anlamlı farklılık elde edildi.



Uyaran şiddeti olarak 50 dB nHL kullanıldığında yaş gruplarına göre elde edilen bulgular Tablo 8’de gösterildi.

**Tablo 8:** Yaş gruplarına göre sağ kulak 50 dB nHL’de ABR ortalama latans ve IPL değerleri.

Dalga	Yaş Grubu	Ort. ±SS (msn)	Tukey HSD	
			Fark	p.
I	Grup 1	2,51 ±0,25	1-3	0,001
	Grup 2	2,67 ±0,27		
	Grup 3	2,76 ±0,24	1-4	0,000
	Grup 4	2,80 ±0,22		
	<b>Toplam</b>	<b>2,69 ±0,28</b>		
III	Grup 1	4,85 ±0,36		
	Grup 2	4,96 ±0,37		
	Grup 3	5,05 ±0,35		
	Grup 4	5,03 ±0,35		
	<b>Toplam</b>	<b>4,97 ±0,35</b>		
V	Grup 1	6,85 ±0,42	1-4	0,001
	Grup 2	6,89 ±0,35		
	Grup 3	7,08 ±0,30	1-3	0,043
	Grup 4	7,19 ±0,44		
	<b>Toplam</b>	<b>7,00 ±0,40</b>		
I-V	Grup 1	4,33 ±0,38		
	Grup 2	4,22 ±0,25		
	Grup 3	4,31 ±0,23		
	Grup 4	4,38 ±0,27		
	<b>Toplam</b>	<b>4,33 ±0,29</b>		
III-V	Grup 1	2,00 ±0,40	2-4	0,034
	Grup 2	1,93 ±0,23		
	Grup 3	2,03 ±0,22		
	Grup 4	2,15 ±0,25		
	<b>Toplam</b>	<b>2,03 ±0,29</b>		
I-III	Grup 1	2,33 ±0,36		
	Grup 2	2,28 ±0,30		
	Grup 3	2,28 ±0,25		
	Grup 4	2,22 ±0,29		
	<b>Toplam</b>	<b>2,28 ±0,30</b>		

\*p<0,05

SS: standart sapma

**Tablo 8 (devam):** Yaş gruplarına göre sol kulak 50 dB nHL’de ABR ortalama latans ve IPL değerleri.

<b>Dalga</b>	<b>Yaş Grubu</b>	<b>Ort. ±SS (msn)</b>	<b>Tukey HSD</b>	
			<b>Fark</b>	<b>p.</b>
<b>I</b>	Grup 1	2,47 ±0,25	1-3	0,001
	Grup 2	2,58 ±0,34	1-4	0,000
	Grup 3	2,75 ±0,26	2-4	0,035
	Grup 4	2,77 ±0,25		
	<b>Toplam</b>	<b>2,65 ±0,30</b>		
<b>III</b>	Grup 1	4,84 ±0,25	1-3	0,028
	Grup 2	4,86 ±0,36	1-4	0,011
	Grup 3	5,07 ±0,38	2-4	0,024
	Grup 4	5,09 ±0,35		
	<b>Toplam</b>	<b>4,96 ±0,34</b>		
<b>V</b>	Grup 1	6,82 ±0,35	1-3	0,007
	Grup 2	6,82 ±0,39	1-4	0,000
	Grup 3	7,08 ±0,71	2-3	0,013
	Grup 4	7,17 ±0,39	2-4	0,000
	<b>Toplam</b>	<b>6,97 ±0,39</b>		
<b>I-V</b>	Grup 1	4,33 ±0,36		
	Grup 2	4,24 ±0,35		
	Grup 3	4,32 ±0,20		
	Grup 4	4,39 ±0,27		
	<b>Toplam</b>	<b>4,32 ±0,30</b>		
<b>III-V</b>	Grup 1	1,96 ±0,29		
	Grup 2	1,96 ±0,21		
	Grup 3	2,01 ±0,16		
	Grup 4	2,07 ±0,21		
	<b>Toplam</b>	<b>2,03 ±0,29</b>		
<b>I-III</b>	Grup 1	2,36 ±0,30		
	Grup 2	2,27 ±0,33		
	Grup 3	2,31 ±0,20		
	Grup 4	2,31 ±0,27		
	<b>Toplam</b>	<b>2,31 ±0,28</b>		

\*p<0,05

SS: standart sapma

Yaş gruplarına göre yapılan karşılaştırmada 50 dB nHL şiddetinde sağ kulağın dalga I, dalga V latansında ve sol kulağın dalga I, dalga III ve dalga V latansında gruplararası istatistiksel anlamlı farklılık elde edildi. Yaş gruplarına göre sağ kulakta III-V IPL’de istatistiksel anlamlı farklılık elde edildi.

Kulaklara göre 90, 70, 50 dB nHL uyaran şiddetlerinde sağ/sol kulak karşılaştırmasının bulguları Tablo 9’da gösterildi.

**Tablo 9:** 90, 70, 50 dB nHL uyaran şiddetlerinde sağ/sol kulak karşılaştırması.

Şiddet		Ort. ±SS (msn)		p
90	I	Sağ	1,60 ±0,17	0,961
		Sol	1,60 ±0,18	
	III	Sağ	3,73 ±0,36	0,816
		Sol	3,74 ±0,21	
	V	Sağ	5,60 ±0,53	0,435
		Sol	5,63 ±0,26	
70	I	Sağ	2,00 ±0,24	0,990
		Sol	2,00 ±0,26	
	III	Sağ	4,19 ±0,33	0,476
		Sol	4,19 ±0,37	
	V	Sağ	6,15 ±0,30	0,962
		Sol	6,16 ±0,35	
50	I	Sağ	<b>2,69 ±0,28*</b>	<b>0,010*</b>
		Sol	<b>2,65 ±0,30*</b>	
	III	Sağ	4,97 ±0,35	0,866
		Sol	4,96 ±0,34	
	V	Sağ	7,00 ±0,40	0,057
		Sol	6,97 ±0,39	

\*p<0,05      SS: standart sapma



**Tablo 9 (devam):** 90, 70, 50 dB nHL uyaran şiddetlerinde sağ/sol kulak karşılaştırması.

Şiddet			Ort. ±SS (msn)	p
90	I-V	Sağ	3,99 ±0,51	0,447
		Sol	4,03 ±0,21	
	I-III	Sağ	2,13 ±0,35	0,828
		Sol	2,13 ±0,17	
	III-V	Sağ	1,86 ±0,59	0,608
		Sol	1,89 ±0,18	
70	I-V	Sağ	4,14 ±0,22	0,408
		Sol	4,15 ±0,25	
	I-III	Sağ	2,18 ±0,27	0,962
		Sol	2,18 ±0,27	
	III-V	Sağ	1,95 ±0,21	0,482
		Sol	1,96 ±0,19	
50	I-V	Sağ	4,31 ±0,29	0,607
		Sol	4,32 ±0,30	
	I-III	Sağ	2,28 ±0,30	0,180
		Sol	2,31 ±0,28	
	III-V	Sağ	2,03 ±0,29	0,253
		Sol	2,00 ±0,23	

\*p<0,05 SS: standart sapma

50 dB nHL uyaran şiddetinde sağ kulakta dalga I latansında sol kulağa göre istatistiksel anlamlı farklılık elde edildi.

Normal işiten bireylerde uyaran şiddeti, yaş aralığı, cinsiyet ve kulaklara göre ortalama latanslar ve IPL sonuçları Ek 3’de gösterildi.

## 5. TARTIŞMA

Bu çalışma GSI Audera ABR cihazı sistemi ile işitsel beyinsapı cevabı testi için 20-60 yaş arası sağlıklı ve normal işiten bireylerin normatif verilerin oluşturulması amaçlandı. Bu sistem Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı, Odyoloji Konuşma ve Ses Bozuklukları Ünitesi'nde ABR testinin yapılmasında kullanılmaktadır. Yayınlanmış normatif veriler mevcut olmasına rağmen, araştırmalar kullanılan cihaza spesifik ve test yapılan lokal popülasyona yönelik standartize normatif verilerin kullanılmasının gerektiğini belirtmektedir (Sininger, 1992; Ness 2009).

Bu çalışmanın amacı sağlıklı ve patolojik durumların belirlenmesinde hızlı ve ulaşılabilir referans değer oluşturmaktadır. Ayrıca, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı, Odyoloji Konuşma ve Ses Bozuklukları Ünitesi'nde yetişkin hastaların retrokoklear patolojilerinin tanılanmasında protokol setini sağlamaktadır.

Normatif değerlerin oluşturulması için yaş gruplarına ve cinsiyete uygun değerlerin tespit edilmesi gerekmektedir. Çocuklara kıyasla yetişkinlerde ABR latanslarında yaşa bağlı değişim daha az olduğundan yetişkinlerde yaş aralıklarının daha geniş biçimde kullanılabilmesi belirtilmektedir (Arnold, 2007). Çalışmamızda, normal işiten popülasyon hedeflendi ve 20-60 yaş arası 10 yıl aralıklarla dört çalışma grubu oluşturuldu.

ABR testinin yorumlanmasında en sık kullanılan parametreler dalga I, III ve V latansları ve I-V, III-V ve I-III dalgalar arası latanslarıdır. Musiek ve ark. (1986), 80 dB nHL ve 11 klik/sn uyaran tekrar oranının kullanıldığı çalışmada ortalama IPL I-V'in 3,88 msn, III-V'in 1,85 msn, I-III'ün 2,05 msn olduğunu belirtmişlerdir.

Antonelli ve ark. (1987), 110 dB peSPL uyaran şiddetinde ve 11 klik/sn uyaran tekrar oranında normatif değerlerin ortalama latans değerlerinin dalga I'de 1,54 msn, dalga III'de 3,73 msn, dalga V'de 5,52 msn ve IPL I-III'de 2,19 msn, III-V'de 1,79 msn, I-V'de 3,98 msn olduğunu belirtmişlerdir.

Joseph ve ark. (1987), normal işiten bireylerin dahil edildiği ve ABR normatif verilerin tespit edildiği çalışmada, ortalama latans değerlerinin dalga I'de 1,65 msn, dalga III'de 3,80 msn, dalga V'de 5,64 msn ve IPL I-III'de 2,15 msn, III-V'de 1,84 msn, I-V'de 3,99 msn olduğunu belirtmişlerdir.

Schwartz ve ark. (1989), orta yaşlı bireylerin dahil edildiği ve 80 dB nHL şiddetinde klik uyarının kullanıldığı çalışmada, ortalama latans değerlerinin dalga I'de 1,54 msn, dalga III'de 3,70 msn, dalga V'de 5,60 msn ve IPL I-III'de 2,20 msn, III-V'de 1,84 msn, I-V'de 4,04 msn olduğunu belirtmişlerdir.

Normal işiten 20-30 yaş arasındaki kadınlardan normatif verilerin tespit edildiği çalışmada, 90 dB nHL uyarın şiddetinde ortalama latansların dalga I için 1,53 msn, dalga III için 3,58 ve dalga V için 5,37 msn olduğunu ve ortalama IPL I-V'in 3,84 msn, III-V'in 1,79 msn, I-III'ün 2,05 msn; 70 dB nHL uyarın şiddetinde ortalama latansların dalga I için 1,82 msn, dalga III için 3,85 ve dalga V için 5,64 msn olduğunu ve ortalama IPL I-V'in 3,82 msn, III-V'in 1,79 msn, I-III'ün 2,03 msn; 50 dB nHL uyarın şiddetinde ortalama latansların dalga I için 2,43 msn, dalga III için 4,60 ve dalga V için 6,19 msn olduğunu ve ortalama IPL I-V'in 3,64 msn, III-V'in 1,56 msn, I-III'ün 2,02 msn olduğunu belirtilmiştir (Hood, 1998).

Erdem ve ark. (2002), Nihon Kohden Neuropack 2 cihazı ve iğne elektrotların kullanıldığı ve ABR kayıtlarının 90 dB nHL ve 10 klik/sn uyarın tekrar oranı ile yapıldığı çalışmada, 18-45 yaş arası erkeklerde (n=16) ortalama latansların dalga I için 1,51 msn, dalga III için 3,69 ve dalga V için 5,53 msn olduğunu ve ortalama IPL I-V'in 4,02 msn, III-V'in 1,84 msn, I-III'ün 2,17 msn; 18-45 yaş arası kadınlarda (n=45) ortalama latansların dalga I için 1,49 msn, dalga III için 3,59 ve dalga V için 5,38 msn olduğunu ve ortalama IPL I-V'in 3,89 msn, III-V'in 1,79 msn, I-III'ün 2,10 msn olduğunu belirtmişlerdir.

Nihon Kohden Neuropack  $\mu$  MEB-9 102/9104A/J/K cihazının kullanıldığı ve ABR kayıtlarının 80 dB nHL ve 20 klik/sn uyarın tekrar oranı ile yapıldığı çalışmada, 20-50 yaş arası ve 25 bireyden oluşan sağlıklı ve normal işiten kontrol grubunda ortalama latansların dalga I için 1,64 msn, dalga III için 3,71 ve dalga V için 5,65 msn

olduğunu ve ortalama IPL I-V'in 4,00 msn, III-V'in 1,93 msn, I-III'ün 2,07 msn olduğu belirtilmiştir (Karalı, 2009).

Normal işiten 786 bireyden elde edilen normatif verilerin tespit edildiği bir diğer çalışmada, ortalama latansların dalga I için 1,65 msn, dalga III için 3,80 ve dalga V için 5,64 msn olduğunu ve ortalama IPL I-V'in 3,99 msn, III-V'in 1,84 msn, I-III'ün 2,15 msn olduğu belirtilmiştir (Hall, 2006). Çalışmamızda dalga latansları kadınlarda ve erkeklerde sırasıyla 90, 70, 50 dB nHL'de elde edildi. Sağ kulak dalga I latansı erkeklerde 1,66/2,08/2,78 msn; kadınlarda 1,54/1,93/2,59 msn elde edildi. Sol kulak dalga I latansı erkeklerde 1,66/2,09/2,71 msn; kadınlarda 1,54/1,92/2,58 msn elde edildi. Sağ kulak dalga III latansı erkeklerde 3,83/4,32/5,11 msn; kadınlarda 3,64/4,07/4,83 msn elde edildi. Sol kulak dalga III latansı erkeklerde 3,82/4,34/5,10 msn; kadınlarda 3,67/4,05/4,83 msn elde edildi. Sağ kulak dalga V latansı erkeklerde 5,77/6,30/7,20 msn; kadınlarda 5,43/6,00/6,80 msn elde edildi. Sol kulak dalga V latansı erkeklerde 5,75/6,32/7,14 msn; kadınlarda 5,52/6,00/6,80 msn elde edildi. Çalışmamızda elde edilen dalga latanslı dalg I'de erkeklerde ve dalgalar arası latanslar literatürle uyumlu bulundu.

Yılmaz ve ark. (2003), yaptığı çalışmada erkeklerin daha uzun dalga latansına ve daha küçük dalga amplitüdüne sahip olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca, uyaran şiddeti azaldıkça en çok dalga V latansında uzama olduğunu bildirmişlerdir. Dehan ve Jerger (1990), cinsiyete bağlı ABR dalga I, III ve V latans farklılığın kafa büyüklüğüne bağlı olabileceğini belirtmişlerdir. Bir diğer çalışmada 90 dB nHL uyaran şiddetinde dalga III ve V latanslarının erkeklerde kadınlara göre istatistiksel anlamda daha uzamış olduğunu belirtmiştir (Yıldızbaş Güler, 2009). Erdem ve ark. (2002), 90 dB nHL uyaran şiddeti ve 10 klik/sn uyaran tekrar oranı kullanılarak yapılan çalışmada erkeklerde latansların kadınlara göre daha uzun olduğunu belirtmişlerdir. Ness, yaptığı çalışmada erkeklerde kadınlara göre dalgalar arası latansların daha uzun olduğunu ve bu bulguların literatürle uyum sağladığını bildirmiştir (Ness, 2009).

ABR'deki normal değişimlere neden olan bir diğer faktör ise yaştır. Konrad-Martin ve ark. (2002), yaşla beraber amplitüdlere düşüğünü, ancak I-V IPL'nin değişmediğini belirtmişlerdir. Lotfi ve Abdollahi (2012), 18-30 ve 31-50 yaş gruplarına göre 51-70 yaş grubunda dalga I latansının ve I-V IPL'nin istatistik olarak belirgin

uzamış olduğunu belirtmiştir. Çalışmamızda, yaş gruplarına göre karşılaştırma yapıldığında dalga I, III ve V latanslarının ve I-V, III-V IPL'nin yaşla beraber uzadığı belirlendi.

Çalışmamızda 90, 70, 50 dB nHL uyaran şiddetlerinde kulaklara göre farklılık araştırıldı. Genel olarak sağ ve sol kulak arasındaki latans ve IPL değerlerinin tümünün farklılığı 0,2 msn'den küçük elde edildi. Yalnızca 50 dB nHL uyaran şiddetinde sağ ve sol kulakların dalga I latansında istatistiksel anlamlı farklılık ( $p=0,01$ ) gözlemlendi. Kulaklar arası latans farklılığının normal işiten bireylerde 0,2 msn'den daha fazla olmadığı ve eğer bu farkın 0,2 msn'den fazla ise patolojik durum veya başka bir nedene bağlı olabileceği belirtilmektedir (Hood, 1998). Çalışmamızda sağ ve sol kulak dalga I latansındaki farklılık 0,04 msn olarak elde edildi ve bu fark 0.2 msn'den küçük olduğu için patolojik durum olarak düşünülmedi. Hwang ve ark. (2008), interaural farklılığın ipsilateral ABR dalga III ve dalga V latansların yaş ve cinsiyetten etkilenmediğini, yalnızca asimetrik işitme kaybında bu durumun değiştiğini belirtmişlerdir.

Yapılan çalışmaların çoğunda ABR normatif değerleri katılımcı sayısı düşük popülasyondan elde edilmektedir ve cinsiyet, yaş gibi ABR sonuçlarını etkileyen faktörlerin dağılımı düzenli yapılmamaktadır. Çalışmamıza dahil edilen birey sayısı, oluşturulan yaş grupları ve sonuçların analizinin cinsiyete, yaş gruplarına ve sağ/sol kulağa göre yapılması çalışmanın önemini arttırmaktadır. Elde edilen normatif veriler GSI Audera cihazı ile 20-60 yaşlar arasında yetişkinlerin ABR testinin yorumlanmasında ve retrokoklear patolojilerin tanınmasında Karadeniz bölgesi ve Türkiye için yüksek güvenilirliği olan referans değer oluşturacaktır. Ayrıca ayırt edici tanı ve patoloji tespitinde klinisyene kolaylık, zaman ve güven kazandıracaktır.

## 6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Çalışmamız sonucunda elde edilen bulgular literatürle uyumlu elde edildi.

- 1) Yaş, cinsiyet ve kulaklara göre elde edilen dalga I, III, V ve I-V, III-V, I-III IPL değerleri Ek 3'de gösterildi.
- 2) Cinsiyete göre yapılan karşılaştırmada 90, 70 ve 50 dB nHL uyaran şiddetinde tüm latanslar ve dalgalar arası latanslar erkeklerde kadınlara göre uzamış bulundu.
- 3) Yaş gruplarına göre yapılan karşılaştırmada 90, 70 ve 50 dB nHL uyaran şiddetlerinde tüm latanslar ve dalgalar arası latanslar yaşın artmasıyla uzamış bulundu.
- 4) Sağ/sol kulağa göre latanslar ve dalgalar arası latanslar karşılaştırıldığında 50 dB nHL uyaran şiddetinde dalga I'de sağ kulakta istatistiksel anlamlı farklılık ( $p<0,005$ ) elde edildi, diğer latans ve IPL değerleri arasında istatistiksel anlamlı fark elde edilmedi.

Çalışmamızda elde edilen latanslar ve dalgalar arası latanslar kliniğimize ait ABR standart değerlerini oluşturmakta ve kliniğimiz hastaların değerlendirilmesinde referans oluşturacaktır.

## KAYNAKLAR

- Abdala C, Folsom RC . Frequency Contribution to the Click-Evoked Auditory Brainstem Response in Human Adults and Infants. J Acoust Soc Am. 1995; 97(4): 2394-404.
- Akşit AM. Konuşmayı Ayırt Etme Testi İçin İzofonik Tek Heceli Kelime Listelerinin Oluşturulması. Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Uzmanlık Tezi, 1994.
- ASHA Working Group. Short Latency Auditory Evoked Potentials: Audiological Evaluation Working Group on Auditory Evoked Potential Measurements, 2008.
- ASHA, American Speech-Language-Hearing Association. Short Latency Auditory Evoked Potentials, 1987. [www.asha.org/policy](http://www.asha.org/policy)
- Antonelli AR, Belloto R, Grandori F. Audiologic Diagnosis of Central Versus Eighth Nerve and Cochlear Auditory Impairment. Audiology. 1987; 26: 209-226.
- Arnold SA. The Auditory Brainstem Response. In: Roeser RJ, Valente M, Hosford-Dunn H. Audiology Diagnosis. 2. Ed., USA, Thieme. 2007; 426-444.
- Atcherson SR, Stoodly TM. Auditory Electrophysiology: A Clinical Guide. USA, Thieme. 2012.
- Beattie RC, Zipp JA, Schaffer CA, Silzel KL. Effects of Sample Size on the Latency and Amplitude of the Auditory Evoked Response. American Journal of Otology. 1992; 13(1): 55-67.
- Burkard RF, Don M, Eggermont JJ. Auditory Evoked Potentials: Basic Principles and Clinical Applications. Lippincott Williams and Wilkins. 2007
- Chiappa K, Gladstone KJ, Young RR. Brainstem Auditory Evoked Responses. Studies of Waveform Variations in 50 Normal Human Subjects. Arch Neurol. 1979; 36:81-7.
- Clark WW, Ohlemiller KK. Anatomy and Physiology of Hearing for Audiologists. 2. Ed., USA, Cengage Learning. 2007.
- Dehan CP, Jerger J. Analysis of Gender Differences in the Auditory Brainstem Response. Laryngoscope. 1990; 100: 18-24.

- Dobie RA, Norton SJ. Binaural Interaction in Human Auditory Evoked Potentials. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 1980; 49: 303-313.
- Eggermont JJ, Salamy A. Maturational Time-Course for the ABR in Preterm and Full Term Infants. *Hear Res.* 1988; 33: 35-47.
- Erdem NM, Akan Z, Anlar Ö, Çankaya H, Tulgar M. Beyin Sapı İşitsel Potansiyeli Kayıtlarının Yaş ve Cinsiyete Göre Standardizasyonu. *Van Tıp Dergisi.* 2002; 1: 12-18.
- Ferraro JA. Electrocochleography. In: Roeser RJ, Valente M, Hosford-Dunn H. *Audiology Diagnosis.* 2. Ed., USA, Thieme. 2007; 400-425.
- Fowler CG. Effects of Stimulus Phase on the Normal Auditory Brainstem Response. *Journal of Speech and Hearing Research.* 1992; 35: 167-174.
- Funasaka S, Ito S. Stimulus duration and waves of auditory brainstem response. *Audiology.* 1986; 25(3):176-83.
- Gökçe B. *Toplumsal Bilimlerde Araştırma.* Ankara, Savaş Yayınları. 1988; 83.
- Hall III JW. *New Handbook of Auditory Evoked Responses.* USA, Pearson Education Inc. 2000.
- Hall III JW. *New Handbook of Auditory Evoked Responses.* Boston, Allyn and Bacon. 2006.
- Hood LJ. *Clinical Applications of the Auditory Brainstem Response.* USA, Singular Publishing, USA. 1998.
- Hwang JH, Chao JC, Ho HC, Hsiao SH. Effects of Sex, Age and Hearing Asymmetry on the Interaural Differences of Auditory Brainstem Responses. *Audiol Neurotol.* 2008; 13: 29–33.
- Janssen R. *Diagnostic Auditory Brainstem Response Training Manual.* Ontario, BC Early Hearing Program, 2008.
- Jerger J. Clinical Experience with Impedance Audiometry. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 1970; 92: 311-324.



- Jiang ZD. Intensity Effect on Amplitude of Auditory Brainstem Responses in Human. *Scand Audiol.* 1991; 20(1):41-7.
- Joseph JM, West CA, Thornton AR, Herrmann BS. Improved Decision Criteria for Evaluation of Clinical ABR's. Paper Presented at the Biennial Meeting of the International Electric Response Audiometry Study Group. Charlottesville, VA, USA, 1987.
- Karalı E. Hipotiroidi ve Hipertiroidi Hastalığında İşitsel Beyin Sapı Cevaplarının Değerlendirilmesi. Düzce Üniversitesi Tıp fakültesi KBB Hastalıkları Anabilim Dalı, Düzce, Uzmanlık Tezi, 2009.
- Konrad-Martin D, Dille MF, McMillan G, Griest S, McDermott D, Fausti SA, Austin DF. Age-Related Changes in the Auditory Brainstem Response. *American Journal of Audiology.* 2002; 11:13-22.
- Kramer SE, Goverts ST, Dreschler WA, Boymans M, Festen JM. International Outcome Inventory for Hearing Aids (IOIHA): Results from the Netherlands. *International Journal of Audiology.* 2002; 41: 36-41.
- Kraus N, Nicol T. Auditory evoked potentials. In: Binder MD, Hirokawa N, Windhorst U. *Encyclopedia of Neuroscience.* Berlin, Springer. 2009; 214-218.
- Lotfi Y, Abdollahi FZ. Age and Gender Effects on Auditory Brain Stem Response (ABR). *Iranian Rehabilitation Journal.* 2012; 16: 30-36.
- McGee T, Kraus N, Littmann T, Nicol T. Contributions of Medial Geniculate Body Subdivisions to the Middle Latency Response. *Hear Res* 61: 147–154, 1992.
- Moller A. *Hearing: Anatomy, Physiology, and Disorders of the Auditory System*, 2. Ed.. USA: Plural Publishing Inc., 2006.
- Moore JK. The Human Auditory Brain Stem: A Comparative View. *Hear Res.* 1987; 29: 1–32.
- Moore JK. Organization of the Human Superior Olivary Complex. *Microsc Res Tech.* 2000; 51:403-12.

- Musiek FE, Kibbe K, Rackliffe L, Weider DJ. The Auditory Brain Stem Response I-V Amplitude Ratio in Normal, Cochlear, and Retrocochlear Ears. *Ear Hear.* 1984; 5(1):52-5.
- Musiek FE, Josey AF, Glasscock ME. Auditory Brain Stem Response: Interwave Measurement in Acoustic Neuromas. *Ear and Hearing.* 1987; 7:100-105.
- Muş N, Özdamar Ö. İşitsel Beyinsapı Cevapları. Ankara, Gülhane Askeri Tıp Akademisi. 1996.
- Ness DA. Normative Data for Neurodiagnostic Auditory Brainstem Response Testing (ABR). College of Liberal Arts Louisiana Tech University, Louisiana, Dissertation 2009.
- Nuwer MC, Aminoff M, Goodin D, Matsuoka S, Manguiere F, Starr A, Vibert JF. IFCN Recommended Standards for Brain-Stem Auditory Evoked Potentials: Report of an IFCN Committee. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 1994; 91: 12–17.
- Ota CY, Kimura RS. Ultrastructural Study of the Human Spiral Ganglion. *Acta Otolaryngol (Stockh).* 1980; 89: 53–62.
- Rouiller EM. Functional Organization of the Auditory Pathways. In: Ehret G., Romand R., *The Central Auditory System.* UK, Oxford University Press. 1997; 3-65.
- Ryugo DK. The Auditory Nerve: Peripheral Innervation, Cell Body Morphology, and Central Projections. In: Webster DB, Popper AN and Fay RR, *The Mammalian Auditory Pathway: Neuroanatomy.* New York, Springer-Verlag, 1992; 23-65.
- Salamy A, McKean CM, Buda FB. Maturational Changes in Auditory Transmission as Reflected in Human Brain Stem Potentials. *Brain Res.* 1975; 96:361-366
- Seikel JA, King DW, Drumright DG. *Anatomy & Physiology for Speech, Language, and Hearing.* 4. Ed., USA, Cengage Learning. 2010.
- Sininger Y. Establishing Clinical Norms for Auditory Brainstem Response. *American Journal of Audiology.* 1992; 16-18.
- Sininger Y, Don M. Effects of Click Rate and Electrode Orientation on Threshold of the Auditory Brainstem Response. *Journal of Speech and Hearing Research.* 1989; 32:880-886.

- Spoendlin H, Schrott A. Analysis of the Human Auditory Nerve. *Hear Res.* 1989; 43: 25–38,
- Stach BA. *Clinical Audiology: An Introduction*. 2. Ed., USA, Singular Publishing Group, Inc.. 2010.
- Stockard JE, Stockard JJ, Westmoreland BF, Corfits JL. Brainstem Auditory-Evoked Responses. Normal Variation as a Function of Stimulus and Subject Characteristics. *Archives of Neurology.* 1979; 36:823—831.
- Weber BA. Patient-Specific Normative Values for Auditory Brainstem Audiometry. *American Journal of Audiology.* 1992; 24-26.
- WHO. World Health Organization, 2009. [www.who.int/en](http://www.who.int/en)
- Wilkinson AR, Jiang ZD. Brainstem Auditory Evoked Response in Neonatal Neurology. *Semin Fetal Neonatal Med.* 2006; 11: 444-451.
- Yazıcıoğlu Y, Erdoğan S. *SPSS Uygulamalı Bilimsel Araştırma Yöntemleri*. Ankara, Detay Yayıncılık. 2004; 45.
- Yıldızbaş Güler Ş. *Uyarılmış Beyin Sapı Cevaplarının Standardizasyonu*. Düzce Üniversitesi Tıp fakültesi KBB Hastalıkları Anabilim Dalı, Düzce, Uzmanlık Tezi, 2009.
- Yılmaz S, Özdek A, Kılıç R, Şafak MA, Tarhan E, Oğuz H, Göçmen H, Samim E. Cinsiyet, Stimulus Şiddeti ve Stimulus Tekrarlama Oranının Normal İşitmeye Sahip Olgularda İşitsel Beyin Sapı Cevapları. *Otoskop.* 2003; 2: 55-63

## **EKLER**

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

**Ek 2** Gönüllü Olur Formu Örneği

**Ek 3** Normal işiten bireylerde uyaran şiddeti, cinsiyet ve kulaklara göre ortalama latanslar ve IPL değerleri



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

T.C.  
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ  
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

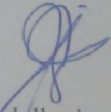
Sayı: B.30.2.ODM.0.20.08/5-7.

31.05.2013

Sayın : Doç.Dr. Figen Başar

Etik Kurulumuza sunmuş olduğunuz **Normal işiten bireylerde işitsel uyarılmış beyinsapı cevaplarının normalizasyonu** başlıklı OMÜ KA EK 2013/315 Karar nolu Laboratuvar testleri nitelikli araştırma projeniz: Amaç, gerekçe, yaklaşım ve yöntemle ilgili açıklamaları, Klinik Araştırmalar Etik Kurulu yönergesine göre 30.05.2013 tarihli Etik Kurulumuzda incelenmiş etik açıdan uygun bulunmuştur. Ancak araştırma bütçesinin maddi desteği henüz sağlanamadığından projeye bütçe desteği sağlanıp, tarafımıza bildirilmesinden sonra *başlanmasına* oy birliği ile karar verilmiştir.

Bilgilerinize arz/rica ederim.

  
Prof.Dr.Abdülkerim BEDİR  
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu  
Başkanı

Ek 2: Gönüllü olur formu örneği

## **GÖNÜLLÜ OLUR FORMU ÖRNEĞİ\***

---

**ARAŞTIRMANIN ADI ( ÇALIŞMANIN AÇIK ADI ): Normal işiten bireylerde işitsel uyarılmış beyinsapı cevaplarının normalizasyonu**

---

### **Gönüllünün Baş Harfleri << >>**

Bir araştırma çalışmasına katılmanız istenmektedir. Katılmak isteyip istemediğinize karar vermeden önce araştırmanın neden yapıldığını bilgilerinizin nasıl kullanılacağına 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?**

Çalışmaya katılıp katılmama kararı tamamen size aittir. Eğer çalışmaya katılmaya karar verirsiniz imzalamanız için size bu Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu verilecektir. Katılmaya karar verirsiniz, çalışmadan herhangi bir zamanda ayrılmakta özgürsünüz. Eğer isterseniz, çalışmaya katılımınızla ilgili olarak hekiminiz / aile doktorunuz bilgilendirilecektir.

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

**Bu çalışmanın sonucunda Ondokuz Mayıs Üniversitesi KBB Odyoloji Kliniğ'inde normal işiten bireylerden elde edilen işitsel beyinsapı cevapları normalizasyon değerlerinin hasta bireylerden elde edilen değerleri desteklemek için kullanılması hedeflenmektedir.**

### **ÇALIŞMA İŞLEMLERİ:**

KBB muayenesi, işitme testleri ve ABR testi (Baş bölgesine yerleştirilen elektrotlar yardımı ile kulaktan verilen ses uyarının oluşturduğu yanıtın bilgisayar aracılığı ile kayıt edilmesi)

### **BENİM NE YAPMAM GEREKİYOR?**

Çalışma doktorunuzun talimatlarına uymaya, randevu ve vizitelere katılmaya ve yukarıda anlatılan çalışmayla ilgili tüm işlemlere uymaya istekli olmalısınız. Yine çalışmadan önce veya çalışma sırasında aldığınız başka herhangi bir tıbbi tedaviyi de çalışma doktoruna söylemeniz önemlidir. Herhangi bir yan etki veya fiziksel zarar gelişirse hemen çalışma doktorunuzu gereken tıbbi tedavinin uygulanabilmesi için bilgilendiriniz.

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

Araştırmada uygulanacak testlerinin bilinen herhangi bir yan etkisi, riskleri ve rahatsızlıkları bilinmemektedir.

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

### **GÖNÜLLÜ KATILIM**

Bu araştırmaya katılma 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 doktorumla tartışacağım.

## **ÇALIŞMAYA KATILMAMIN MALİYETİ NEDİR?**

Çalışma doktoru ziyaretleri ve çalışmayla ilgili olan tüm laboratuvar testleri çalışma destekleyici tarafından karşılanacak ve size veya bağlı bulunduğunuz özel sigorta veya resmi sosyal güvenlik kurumuna ödetilmeyecektir.

## **KİŞİSEL BİLGİLERİM NASIL KULLANILACAK?**

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

Çalışma destekleyicisi firma ile paylaşılan çalışma verileri size özel bir numara olan bir kod (“Kod”) numarası kullanımıyla korunacaktır. Sizin çalışma verilerinize ulaşmak için gerekli olan kod anahtarı çalışma doktorunuzun denetimindedir. Çalışma destekleyicisi firma düzenleyici otorite veya diğer denetim kurumları tarafından atanmış kişiler doktorunuz tarafından tutulan çalışma verilerinizi inceleyebilirler.

Doktorunuz çalışma verilerinizi çalışma için kullanacaktır. Çalışmanın sonuçları tıbbi yayınlarda yayınlanabilir, ancak sizin kimlik bilgileriniz bu yayınlarda açıklanmayacaktır.

Doktorunuz toplanan çalışma verileriniz hakkında bilgi isteme hakkında sahipsiniz. Aynı zamanda bu verilerdeki herhangi bir hatanın düzeltilmesini isteme hakkında da sahipsiniz.

Eğer onayınızda vazgeçerseniz, doktorunuz 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: YOK**

**YENİ BİLGİLER ÇALIŞMADAKİ ROLÜMÜ NASIL ETKİLEYEBİLİR**

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

**Çalışmaya Katılma Onayı**

Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formundaki tüm açıklamaları okudum. Bana, yukarıda konusu ve amacı belirtilen araştırma ile ilgili yazılı ve sözlü açıklama aşağıda adı belirtilen araştırmacı 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. Doktorum saklamam için bu belgenin bir kopyasını çalışma sırasında dikkat edeceğim noktaları da içerecek şekilde bana teslim etmiştir.

Gönüllünün Adı / Soyadı / İmzası / Tarih

Açıklamaları Yapan Kişinin Adı / Soyadı / İmzası / Tarih

Gerekliyse Olur İşlemine Tanık Olan Kişinin Adı / Soyadı / İmzası / Tarih

Gerekliyse Yasal Temsilcinin Adı / Soyadı / İmzası / Tarih

Ek 3. Normal işiten bireylerde uyaran şiddeti, cinsiyet ve kulaklara göre ortalama latanslar ve IPL değerleri

Cinsiyet	Şiddet	Yaş Aralığı	Sağ Latanslar			Sol Latanslar			Sağ IPL			Sol IPL		
			I	III	V	I	III	V	I-V	III-V	I-III	I-V	III-V	I-III
Erkek	90	21-30	1,660±0,199	3,855±0,157	5,699±0,239	1,630±0,195	3,805±0,155	5,650±0,188	4,038±0,227	1,844±0,258	2,194±0,172	4,020±0,187	1,845±0,166	2,175±0,170
		31-40	1,570±0,137	3,789±0,156	5,664±0,156	1,620±0,191	3,766±0,194	5,655±0,220	4,094±0,127	1,875±0,123	2,218±0,137	4,035±0,124	1,888±0,160	2,146±0,125
		41-50	1,697±0,172	3,804±0,188	5,830±0,205	1,746±0,242	3,869±0,257	5,857±0,222	4,132±0,155	2,025±0,155	2,107±0,209	4,110±0,189	1,988±0,175	2,122±0,205
		51-60	1,736±0,179	3,882±0,166	5,889±0,204	1,671±0,137	3,838±0,125	5,867±0,205	4,152±0,259	2,007±0,142	2,145±0,176	4,196±0,175	2,028±0,142	2,167±0,137
		21-30	2,070±0,222	4,259±0,384	6,188±0,288	2,047±0,230	4,236±0,133	6,186±0,225	4,118±0,268	1,928±0,280	2,189±0,201	4,139±0,326	1,950±0,217	2,188±0,232
		31-40	1,963±0,208	4,152±0,273	6,144±0,215	1,986±0,265	4,132±0,278	6,097±0,337	4,180±0,207	1,992±0,126	2,188±0,282	4,110±0,205	1,964±0,158	2,146±0,187
	41-50	2,160±0,217	4,468±0,382	6,416±0,234	2,180±0,308	4,532±0,483	6,519±0,420	4,255±0,179	1,947±0,339	2,308±0,411	4,338±0,318	1,987±0,281	2,351±0,403	
	51-60	2,160±0,259	4,404±0,294	6,458±0,257	2,115±0,295	4,490±0,332	6,500±0,247	4,298±0,260	2,053±0,255	2,244±0,329	4,317±0,236	2,010±0,163	2,307±0,323	
	21-30	2,633±0,278	4,944±0,364	7,127±0,324	2,537±0,312	4,969±0,152	7,000±0,261	4,494±0,409	2,183±0,471	2,310±0,417	4,470±0,393	2,038±0,307	2,432±0,352	
	31-40	2,714±0,256	5,100±0,274	7,063±0,339	2,598±0,399	5,014±0,380	7,000±0,404	4,349±0,275	1,963±0,286	2,386±0,356	4,401±0,404	1,986±0,278	2,415±0,376	
	41-50	2,932±0,057	5,280±0,286	7,286±0,273	2,921±0,116	5,238±0,278	7,283±0,260	4,353±0,255	2,006±0,180	2,347±0,290	4,362±0,228	2,044±0,138	2,317±0,244	
	51-60	2,864±0,296	5,123±0,378	7,352±0,464	2,814±0,298	5,196±0,389	7,305±0,387	4,488±0,276	2,228±0,309	2,259±0,349	4,491±0,245	2,108±0,231	2,382±0,265	
Kadın	90	21-30	1,497±0,093	3,660±0,211	5,497±0,243	1,502±0,139	3,684±0,261	5,508±0,298	4,000±0,259	1,837±0,145	2,162±0,159	4,006±0,246	1,824±0,214	2,182±0,199
		31-40	1,524±0,121	3,674±0,107	5,529±0,195	1,526±0,127	3,626±0,177	5,507±0,169	4,004±0,193	1,855±0,144	2,149±0,151	3,981±0,158	1,880±0,134	2,100±0,162
		41-50	1,492±0,099	3,684±0,156	5,466±0,274	1,514±0,71	3,641±0,242	5,450±0,272	3,638±1,324	1,662±1,631	1,976±0,885	3,935±0,276	1,808±0,191	2,126±0,239
		51-60	1,676±0,205	3,782±0,195	5,600±0,267	1,649±0,213	3,743±0,196	5,617±0,254	3,924±0,184	1,818±0,200	2,106±0,143	3,968±0,214	1,874±0,184	2,094±0,149
		21-30	1,830±0,141	3,974±0,139	5,867±0,192	1,780±0,170	3,972±0,173	5,915±0,221	4,036±0,143	1,982±0,168	2,144±0,133	4,134±0,156	1,943±0,162	2,191±0,143
		31-40	1,906±0,197	4,058±0,226	5,975±0,223	1,940±0,170	4,019±0,267	5,947±0,212	4,068±0,110	1,916±0,146	2,152±0,129	4,006±0,160	1,928±0,183	2,078±0,209
	41-50	1,947±0,218	4,061±0,224	6,030±0,237	2,180±0,308	3,999±0,295	6,000±0,237	4,083±0,281	1,969±0,122	2,114±0,253	4,088±0,268	2,000±0,166	2,088±0,286	
	51-60	2,038±0,317	4,207±0,396	6,127±0,317	2,183±0,256	4,212±0,436	6,152±0,288	4,089±0,156	1,920±0,170	2,169±0,218	4,105±0,177	1,940±0,215	2,165±0,270	
	21-30	2,402±0,165	4,757±0,345	6,582±0,325	2,416±0,156	4,722±0,274	6,617±0,332	4,180±0,290	1,824±0,228	2,355±0,417	4,200±0,280	1,895±0,281	2,305±0,248	
	31-40	2,628±0,296	4,820±0,302	6,732±0,300	2,598±0,399	4,718±0,295	6,658±0,306	4,104±0,168	1,912±0,171	2,192±0,218	4,083±0,215	1,940±0,137	2,143±0,210	
	41-50	2,597±0,251	4,822±0,258	6,878±0,163	2,596±0,279	4,902±0,250	6,891±0,231	4,280±0,218	2,056±0,165	2,224±0,200	4,294±0,168	1,989±0,179	2,305±0,171	
	51-60	2,751±0,221	4,942±0,322	7,032±0,371	2,744±0,203	4,994±0,369	7,039±0,359	4,384±0,277	2,090±0,177	2,191±0,254	4,295±0,277	2,045±0,203	2,250±0,286	

## ÖZGEÇMİŞ

**Adı Soyadı:** Muhammet ESEN

**Doğum Yeri:** Etrek, Türkmenistan

**Doğum Tarihi:** 11.06.1984

**Medeni Hali:** Evli

**Bildiği Yabancı Diller:** İngilizce, Rusça, Almanca, İspanyolca

### **Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl):**

İstanbul Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksek Okulu /2001 - 2006/  
Lisans

### **Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl:**

Özel Referans Özel Eğitim ve Rehabilitasyon Merkezi, İstanbul 2006-2012  
Özel Beyaz Umut Özel Eğitim ve Rehabilitasyon Merkezi, Trabzon 2012-20..

e-posta: fztmami@hotmail.com