

T. C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KONUŞMA SESİ UYARANINA İŞİTSEL BEYİNSAPI CEVABI:
NORMATİF VERİ ÇALIŞMASI

Arş. Gör. Arzu KIRBAÇ

Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Programı

DOKTORA TEZİ

ANKARA

2018

Değerli Hocam Doç. Dr. Süha YAĞCIOĞLU Anısına...



T. C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KONUŞMA SESİ UYARANINA İŞİTSEL BEYİNSAPI CEVABI:
NORMATİF VERİ ÇALIŞMASI

Arş. Gör. Arzu KIRBAÇ

Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Programı

DOKTORA TEZİ

TEZ DANIŞMANI

DOÇ. DR. MERAL DİDEM TÜRKİYILMAZ

ANKARA

2018

**KONUŞMA SESİ UYARANINA İŞİTSEL BEYİNSAPI CEVABI:NORMATİF VERİ
ÇALIŞMASI**

Araş. Gör. Arzu KIRBAÇ

Bu çalışma 03/01/2018 tarihinde jürimiz tarafından "Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Programı" nda doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı:

Prof. Dr. Gonca SENNAROĞLU

(Hacettepe Üniversitesi)

Tez Danışmanı:

Doç.Dr. Meral Didem TÜRKYILMAZ

(Hacettepe Üniversitesi)

Üye:

Prof. Dr. Armağan İNCESULU

(Eskişehir Osmangazi Üniversitesi)

Üye:

Doç.Dr. Suna YILMAZ

(Ankara Üniversitesi)

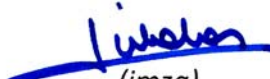
Üye:

Doç.Dr. Bülent GÜNDÜZ

(Gazi Üniversitesi)

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri tarafından uygun bulunmuştur.

Tarih **05 Ocak 2018**


(imza)

Prof. Dr. Diclehan Orhan

Enstitü Müdürü

YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kağıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

- Tezimin/Raporumun tamamı dünya çapında erişime açılabilir ve bir kısmı veya tamamının fotokopisi alınabilir.
- X Tezimin/Raporumun 01/01/2023 alınmasını (İç kapak, Özet, İçindekiler ve Kaynakça hariç) istemiyorum.
- Tezimin/Raporumun.....tarihine kadar erişime açılmasını istemiyorum ancak kaynak gösterilmek şartıyla bir kısmı veya tamamının fotokopisinin alınmasını onaylıyorum.
- Serbest Seçenek/Yazarın Seçimi



04 /01/2018

Arzu KIRBAÇ

ETİK BEYAN

Bu çalışmadaki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, yararlandığım kaynaklara bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu, tezimin kaynak gösterilen durumlar dışında zgn olduğunu, Tez Danışmanının Doç. Dr. M. Didem TÜRKYILMAZ danışmanlığında tarafımdan üretildiğini ve Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Yönergesine göre yazıldığını beyan ederim.



Arş.Gör. Arzu KIRBAÇ

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam ve ihtiyaç duyduğum her konuda güler yüzü, bilgi ve tecrübesi ile yanımda olan, yol gösteren değerli danışman hocam Doç. Dr. Meral Didem TÜRKYILMAZ'a,

Tez çalışmam süresince yardım ve bilgisini esirgemeyen, bu süreçte kendisini yakından tanıma şansına sahip olduğum, değerli danışman hocam merhum Doç. Dr. Süha YAĞCIOĞLU'na,

Çalışmama yaptıkları kıymetli katkılardan dolayı, Doç. Dr. Suna YILMAZ ve Doç. Dr. Bülent GÜNDÜZ'e,

Tez çalışmam sırasında verdikleri destek ve yardımlar için Dr. Nurhan ERBİL ve Dr. Sevilay KARAHAN'a,

Yüksek lisans ve doktora eğitimim boyunca fikirlerimi destekleyerek çalışmalarımda beni cesaretlendiren hocalarım, başta Prof. Dr. Gonca SENNAROĞLU olmak üzere, Prof. Dr. Esra YÜCEL, Prof. Dr. Songül AKSOY, Prof. Dr. Aydan GENÇ, Doç. Dr. Bilgehan BÖKE, Doç. Dr. Esra ÖZCEBE, Doç. Dr. Maviş Emel KULAK KAYIKCI'ya,

Değerli bilgileri ve desteğini esirgemeyerek içten samimiyeti ile her daim yanımda olduğunu hissettiğim hocam Prof. Dr. Armağan İNCESULU'ya,

Destekleri için tüm dönem ve araştırma görevlisi arkadaşlarıma,

Her zaman yanımda olan değerli ailem; Yüksel HOŞ, Fethiye HOŞ, Uğur HOŞ, Ebru YÜCEBİLGİÇ ve Remzi YÜCEBİLGİÇ'e, hayattaki en büyük şansım sevgili eşim Hakan KIRBAÇ'a ve Hasibe KIRBAÇ'a, varlıkları için şükrettiğim kızım Mina Irmak KIRBAÇ ve oğlum Mehmet Bartu KIRBAÇ'a,

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

Kırbaç, A., Konuşma Sesi Uyarısına İşitsel Beyinsapı Cevabı: Normatif Veri Çalışması, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Programı Doktora Tezi, Ankara, 2018. Konuşma sesi zengin harmonik bileşenler, dinamik amplitüd modülasyonları ve hızlı spektro-temporal değişimlerin olduğu kompleks bir yapıdır. Bu karmaşık yapıyı değerlendirmek için tone-burst, klik gibi basit uyarılar yetersiz kalır. Beyinsapı seviyesinde, konuşmanın temporal ve spektral kodlamasının bütünlüğünü değerlendirmek için konuşma sesi uyarını kullanılarak işitsel beyinsapı cevaplarının elde edilmesi gerekmektedir. S-ABR, konuşma hecesinin, işitsel beyinsapı tarafından nasıl kodlandığı hakkında doğrudan bilgi sağlayan, geçerli ve güvenilir bir araçtır. Çalışmamızda 18-35 yaş arası, ana dili Türkçe olan 30 sağlıklı bireyden (15 kadın, 15 erkek) 40 ms durasyona sahip yapay /da/ uyarını ile S-ABR kaydı yapılarak, cevabın 7 majör (V, A, C, D, E, F, O) dalga pik latans ve amplitüd bilgisini içeren *time domain* gösterimi ile spektral piklerin (F0, F1, F2_HF) amplitüd bilgisini içeren *frequency domain* gösterime ait, cinsiyete özgü normatif değerlerin belirlenmesi planlanmıştır. EEG verileri, 32 kanallı headbox kullanılarak her bireyden 5 oturumda toplanmış, veri analizleri kayıt sonrası MATLAB programında yapılmıştır. Çalışmaya katılan her birey için, dalga piklerinin amplitüd büyüklüğü ve latans değerleri belirlenmiştir. *Time domain* ve *frequency domain* dalga formları tüm katılımcılardan elde edilmiş, kadınlarda konuşma seslerinin, beyinsapında zamansal olarak daha erken kodlandığı, konuşma uyarısına ait fundamental frekans ve harmoniklerinin enerji kodlamasında ise cinsiyetin etkili olmadığı belirlenmiştir. Elde edilen bu verilerin, farklı gruplarla yapılacak çalışmalar için temel oluşturacağı düşünülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Konuşma uyarını, işitsel beyinsapı, elektroensefalografi, normatif veri.

ABSTRACT

Kırbaç, A., Speech Evoked Auditory Brainstem Responses: Normative Data Study, Hacettepe University Institute of Health Sciences, Doctor of Philosophy Thesis in Audiology and Speech Pathology Program, Ankara, 2018. Speech sound is a complex structure with rich harmonic components, dynamic amplitude modulations and rapid spectro-temporal changes. Simple stimuli such as tone-burst, click are insufficient in order to evaluate this complexity. At the brainstem level, auditory brainstem responses should be obtained using speech stimuli to assess the temporal and spectral encoding integrity of the speech stimulus. S-ABR is a valid and reliable tool that provides direct information on how the speech syllabus is coded by the auditory brainstem. It was planned in our study to determine the normative values specific to gender for the frequency domain display which includes the amplitude information of spectral peaks (F0, F1, F2_HF) with time domain display which includes 7 major (V, A, C, D, E, F, O) wave peak latency and amplitude information of the response by taking S-ABR records with artificial /da/ stimulus which has the duration of 40 ms from 30 healthy individuals between 18 and 35, whose native language is Turkish (15 males, 15 females). EEG data were collected from each individual in 5 sessions by using 32-channel headbox and data analyses were conducted in MATLAB software after the records. For each individual having participated in the study, amplitude and latency values of wave peaks were determined. Time domain and frequency domain wave forms were obtained from all participants and it was determined that speech sound are encoded earlier in brainstem in terms of time in females than it is done in males and gender is not effective in energy encoding of fundamental frequency and harmonics of the speech stimulus. It was considered that these data obtained shall form a basis for studies to be conducted for different groups.

Key Words: Speech stimulus, auditory brainstem, electroencephalography, normative data

İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI	iii
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI	iv
ETİK BEYAN SAYFASI	v
TEŞEKKÜR	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER	ix
SİMGELER ve KISALTMALAR	xi
ŞEKİLLER	xiii
GRAFİKLER	xiv
TABLOLAR	xv
1.GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. İşitsel Sistemin Temel Yapı ve Fonksiyonu	3
2.1.1. Kulak	3
2.1.2. İşitsel Sinir Cevabı	4
2.1.3. Merkezi İşitsel Yollar	6
2.2. Konuşma Sesinin Temel Akustik Özellikleri	7
2.2.1. Fundamental Frekans (F0)	8
2.2.2. Harmonik Yapı	8
2.2.3. Formant Yapı	8
2.2.4. Periyodisite	8
2.3. Konuşma Sesi Uyarısına İşitsel Beyinsapı Cevabı (<i>Speech Evoked Auditory Brainstem Response</i>)	9

2.3.1. Uyaran ve Önemli Parametreler	11
2.3.2. Dalga Formu	14
2.3.3. S-ABR ‘nin Nöral Kaynakları	17
3. BİREYLER ve YÖNTEM	18
3.1. Bireylerin Seçim Kriterleri	18
3.2. Araçlar ve Yöntem	19
3.2.1. Odyolojik Değerlendirme	19
3.2.2. S-ABR Kayıtları	20
3.3. İstatistiksel Değerlendirme	24
4. BULGULAR	25
4.1. Demografik Bilgiler	25
4.2. S-ABR Değerlendirme	26
4.2.1. <i>Time Domain</i> Gösterime Ait Bulgular	26
4.2.2. <i>Frequency Domain</i> Gösterime Ait Bulgular	31
4.2.3. Dalga Piklerinin Belirlenme Oranları	33
4.2.4. Çalışma Verilerinin Amerikan Normatif Veri ile Karşılaştırması	35
5. TARTIŞMA	38
6. SONUÇ ve ÖNERİLER	46
7. KAYNAKLAR	48
8. EKLER	51
EK-1: Tez Çalışması ile İlgili Etik Kurul İzni	
EK-2: S-ABR Katılımcı Veri Formu	
EK-3: Kulaklığa Ait Teknik Bilgiler	
EK-4: Tüm Katılımcılara Ait <i>Time Domain</i> Dalga Formu	
9. ÖZGEÇMİŞ	

SİMGELER ve KISALTMALAR

ABR	Auditory Brainstem Response
AEP	Auditory Evoked Potentials
CAS	Central Auditory System
CM	Cochlear Microphonic
CN	Cochlear Nucleus
EEG	Elektroensefalografi
F0	Fundamental Frekans
F1	Birinci Formant Frekans
F2	İkinci Formant Frekans
F2_HF	Second Formant Frequency _ High Frequency
F3	Üçüncü Formant Frekans
F4	Dördüncü Formant Frekans
F5	Beşinci Formant Frekans
FRR	Frequency Following Response
HL	Hearing Level
IAC	Industrial Acoustics Company
IC	Inferior Colliculus
ISI	Interstimulus Interval
LL	Lateral Lemniscus
LSO	Lateral Superior Olive
MSO	Medial Superior Olive
MGB	Medial Geniculate Body
S-ABR	Speech Evoked Auditory Brainstem Response

SOC	Superior Olivary Complex
SNR	Signal to Noise Ratio
SPL	Sound Pressure Level
VOT	Voice Onset Time
μV	Mikrovolt



ŞEKİLLER

Şekil	Sayfa
2.1. Aksiyon Potansiyeli	4
2.2. İşitsel Sinir <i>Tuning</i> Eğrileri	5
2.3. İşitsel Sistem	6
2.4. 40 Yapay ms /da/ Hecesine Ait Zaman-Amplitüd Dalga Formu ve Geniş Bant Spektrogramı	12
2.5. 40 ms Yapay /da/ Hecesine Ait İşitsel Beyinsapı Cevabının <i>Time Domain</i> Gösterimi	16
2.6. 40 ms Yapay /da/ Hecesine Ait İşitsel Beyinsapı Cevabının <i>Frequency Domain</i> Gösterimi	17
3.1. Headbox ve USB Arayüz	21

GRAFİKLER

Grafik	Sayfa
4.1. Gruplara Ait S-ABR Dalga Pik Latans Karşılaştırması	27
4.2. Gruplara Ait S-ABR Dalga Pik Amplitüd Karşılaştırması	28
4.3. Grup I Grand Average <i>Time Domain</i> Gösterim	29
4.4. Grup II Grand Average <i>Time Domain</i> Gösterim	29
4.5. Grup I ve II Grand Average <i>Time Domain</i> Gösterim	30
4.6. Tüm Katılımcılara Ait Grand Average <i>Time Domain</i> Gösterim	30
4.7. Gruplara Ait S-ABR Spektral Pik Amplitüd Karşılaştırması	32
4.8. Grup I Grand Average <i>Frequency Domain</i> Gösterim	32
4.9. Grup II Grand Average <i>Frequency Domain</i> Gösterim	33
4.10. Tüm Katılımcılara Ait Grand Average <i>Frequency Domain</i> Gösterim	33
4.11. Gruplara Ait Dalga Pik Belirlenme Oranlarının Karşılaştırılması	34
4.12. Gruplara Ait Pik Latans Karşılaştırması	35
4.13. Gruplara Ait Pik Amplitüd Karşılaştırması	36
4.14. Gruplara Ait Spektral Pik Amplitüd Karşılaştırması	37

TABLOLAR

Tablo	Sayfa
2.1. S-ABR, Koklear Mikrofonik ve Kortikal Uyarılmış Potansiyellerin Genel Özellikleri	10
2.2. Sık Kullanılan S-ABR parametreleri	14
3.1. Bireylere Ait Yaş Dağılımı	18
3.2. Kayıt ve Analiz Parametreleri	23
4.1. Gruplara Ait Demografik Bilgiler	25
4.2. Gruplara Ait S- ABR Dalga Pik Latans (ms) Değerleri	26
4.3. Gruplara Ait S- ABR Dalga Pik Amplitüd (μV) Değerleri	28
4.4. Gruplara Ait Spektral Pik Amplitüd (μV) Değerleri	31
4.5. Gruplara Ait Dalga Pik Belirlenme Oranları	34
4.6. Gruplara Ait Dalga Pik Latans (ms) Değerleri	35
4.7. Gruplara Ait Dalga Pik Amplitüd (μV) Değerleri	36
4.8. Gruplara Ait Spektral Pik Amplitüd (μV) Değerleri	37

1. GİRİŞ

İşitsel beyinsapı cevapları (*Auditory Brainstem Response*, ABR) akustik sinyale cevap olarak işitme siniri ve beyinsapında bulunan çekirdekler tarafından yaratılan, senkronize nöral aktivitelerin yansımaları olup, bir uzak saha ölçümüdür. İşitsel beyin sapının işlevselliğini, bütünlüğünü değerlendirmek için klinik uygulamalarda *tone-burst* ya da klik gibi basit uyaranlar yaygın şekilde kullanılır fakat bu uyaranlar, konuşma seslerinin beyinsapı seviyesinde işlenmesi hakkında bilgi vermez.

İşitsel uyaranlar dış ve orta kulak yolu ile mekanik olarak kokleaya iletilir, kokleanın birincil rolü gelen sinyalin spektral bilgisini ayırt etmektir, frekans analizi yapıldıktan sonra elektrik impulslarına dönüştürülen uyaran, işitsel sinire iletilir.

Merkezi işitsel sistem (*Central Auditory System*, CAS) birçok beyin sapı çekirdeği, orta beyin, talamus ve korteks arasındaki projeksiyonlardan oluşan kompleks bir ağdan meydana gelir. Temel fonksiyonu; konuşma seslerinin nöral kodlamasıdır. Nöral kodlama 8. sinirde başlar ve işitsel beyinsapı boyunca devam ederek talamo-kortikal yol ile işitsel kortekse aktarılır. Gelen sesler zaman, frekans ve şiddet gibi özelliklerine ayrılıp, analiz edilerek anlamlandırılır. Bu sürecin en önemli basamaklarından biri periferik işitme sisteminden gelen bilginin frekans ve zamansal kısmının beyinsapında kodlanmasıdır. Özellikle beyinsapı seviyesinde işitsel yolda bilginin kodlamasında problem ortaya çıktığında, işitsel kortekse eksik ya da doğru olmayan bir bilginin gitmesi muhtemel olacaktır.

Konuşma sesi gibi kompleks uyaranların beyinsapı seviyesinde işlenmesi, *tone-burst*, klik gibi basit uyaranlar ile belirlenemeyeceği için konuşma sesi uyaranlı işitsel beyinsapı cevaplarının (*Speech Evoked Auditory Brainstem Response*, S-ABR) elde edilmesi gerekmektedir. S-ABR, beyinsapı seviyesinde konuşma uyaranının temporal ve spektral kodlamasının nöral bütünlüğünü değerlendiren geçerli ve

güvenilir bir araçtır. İşitsel sistemde temporal işleme, belirli bir zaman içerisinde akustik sinyalde olan değişimleri, spektral işleme ise uyarının frekans bilgisini işleme ve gösterme yeteneğidir.

Klik gibi bir uyarın kullanılması ile elde edilen tekrarlanabilirlik ve güvenilirlik aynı şekilde konuşma uyarını kullanarak da elde edilir. S-ABR'nin güvenilirlik çalışması 2011 yılında yetişkinlerde ve 8-13 yaş arası çocuklarda yapılmıştır. Matürasyon ile ilişkili olarak 5 yaşından itibaren güvenilir şekilde kullanılmaktadır. Dalga formu doğal ya da yapay olarak üretilmiş, ünsüz ve ünlü sestten meydana gelen bir hece ile elde edilir. Ünsüz ve ünlü kısmına karşılık ortaya çıkan cevaplar ayrı ayrı analiz edilir.

S-ABR ölçüm ve değerlendirmesi için standardize bir protokol bulunmamakla birlikte cevaplar, uyarın ve sunum şekli, *transducer*, uyarın şiddeti, cinsiyet, yaş, ırk gibi birçok değişkenden etkilenmektedir. Ülkemizde S-ABR ile ilgili henüz klinik ya da araştırma amaçlı bir çalışma yapılmamıştır, yapılan bu çalışma normatif veri sağlaması açısından önem taşımaktadır.

Çalışmamızın amacı, öğrenme bozukluğu olan çocukların tanı ve eğitim etkinliğini değerlendirme sürecinde, dili işleme becerisinin anlaşılmasında, konuşma sesleri için işitsel işleme süreci üzerinde yaşın etkisini belirlemede, koklear implant ve işitme cihazı kullanımı, insan beyinsapı plastisite çalışmaları, işitsel nöropati spektrum bozukluğu, gürültüde ayırt etme problemi ve daha bir çok alanda merkezi işitsel sisteme hangi bilginin girdiğini gösteren bir pencere olarak değerlendirilen S-ABR'nin, 18-35 yaş arası sağlıklı bireylerde, cinsiyete özgü normatif verilerini belirleyerek klinik kullanıma girmesi ve elde edilen bu verilerin farklı gruplarla yapılacak çalışmalar için bir temel oluşturmasıdır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. İşitsel Sistemin Temel Yapı ve Fonksiyonu

İşitsel sisteme fiziksel düzen açısından bakıldığında dış, orta ve iç kulak, işitme siniri, merkezi işitsel yollar ve işitsel korteks olarak sıralanabilir (1).

2.1.1. Kulak

Dış kulak; kulak kepçesi ve dış kulak yolundan oluşur, kulak kepçesi gelen sesleri toplayarak özellikle yüksek frekans sesleri modifiye eder, bu durum sesi lokalize etme yeteneği için önemlidir, işitmeye en büyük katkısı, ses kaynağının lokalizasyonudur (1, 2).

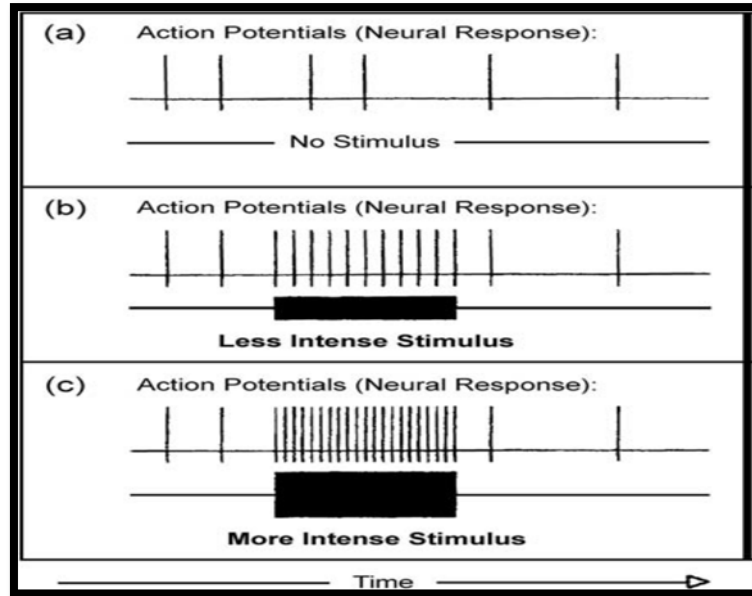
Kulak kepçesinin topladığı sesler, dış kulak kanalından geçerek kulak zarına doğru ilerler ve kulak zarını titreştirir, ortaya çıkan titreşimler orta kulakta bulunan malleus, inkus, stapes kemikçikleri aracılığı ile iç kulağa iletilir. Orta kulağın temel fonksiyonu, dış ortamdaki sesin iç kulağa etkili bir şekilde iletilmesini sağlamaktır. Orta kulak, dış ortam ve sıvı dolu iç kulak arasındaki enerji transferini arttırabilmek için mekanik bir *transformer* gibi çalışır. Orta kulakta kemikçiklere bağlı, yoğun sese maruz kaldıklarında kontraksiyona geçerek kokleadaki yapıların zarar görmesini engelleyen kas yapıları bulunur, orta kulak refleksi olarak bilinen bu durum alçak frekanslı sesler için önem taşımaktadır (2).

Kemik zincir aracılığı ile oval pencereye taşınan ses iç kulağa iletilir, iletim mekanizması olarak devam eden sistem, iç kulakta sensör mekanizma olarak işlenir. Koklea, uyarı sinir sistemi tarafından kullanılacak forma çeviren bir *transducer* olarak düşünülebilir. Gelen sesler, kokleanın uzunluğu boyunca devam eden baziler membran üzerinde, ilerleyen dalgalar (*traveling waves*) üretir, alçak frekanslı sesler maksimum vibrasyonu kokleanın apeks kısmına yakın bölgede ortaya çıkarırken, yüksek frekanslı sesler ise bazal kısımda ortaya çıkarır. Baziler membran filtre bankası gibi çalışarak, kompleks sesleri frekans bileşenlerine ayırıp, frekans analizi görevini yerine getirir (2, 3).

Baziler membranın hareketi, Corti organında yer alan tüy hücrelerine ait siliaların yer değiştirmesine yol açarak, işitsel sinir nöronlarında aksiyon potansiyeli başlatır. İç tüy hücreleri ile bağlantılı afferent nöronların büyük bir kısmı kokleadan aldığı bilgiyi işitsel sistemin daha üst seviyelerine iletirken, işitsel sistemdeki bilgiyi kokleaya ileten ise çoğunluğu beyinsapında bulunan süperior oliver kompleks'den (*Superior Olivary Complex*, SOC) orijin alan efferent sinir fibrilleridir. Bu fibrillerin büyük bir kısmı dış tüy hücreleri ile bağlantılıdır (2).

2.1.2. İşitsel Sinir Cevabı

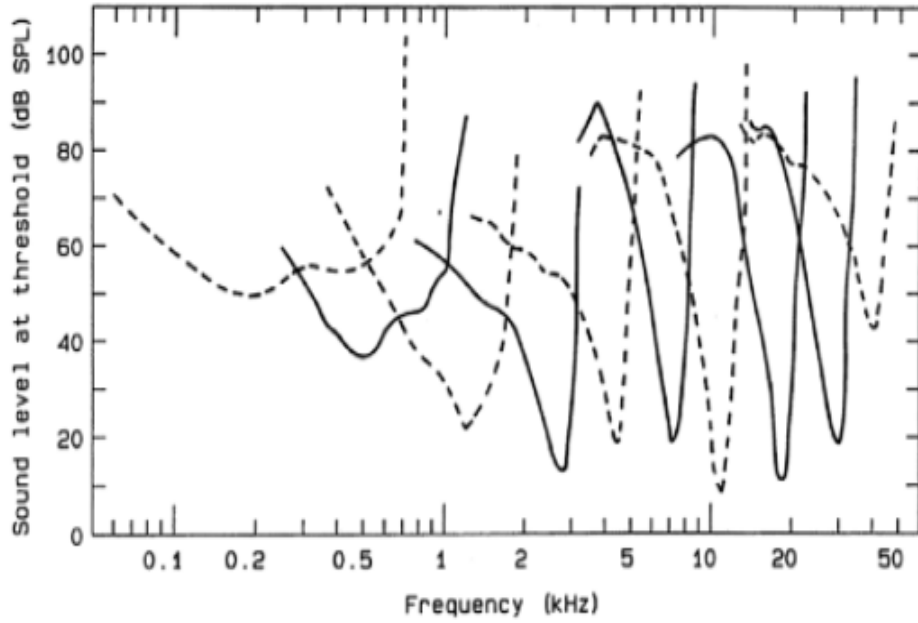
Kokleadan merkezi işitsel sisteme bilgiyi taşıyan, işitsel sinirdir. İşitsel sinir cevabında genel olarak 3 durum önemlidir. İlk durumda; işitsel nöronlar aksiyon potansiyeli ya da *spike* olarak isimlendirilen elektriksel deşarjlar üretir, saniyede ortaya çıkan *spike* sayısı ateşleme oranı olarak isimlendirilir. İşitsel nöronlar, spontan ateşleme oranı olarak bilinen, ses uyarımı olmadan da belli bir ateşleme oranına sahiptirler (1-3). Uyarının şiddet seviyesine göre sinir fibrillerinde ortaya çıkan aksiyon potansiyeli cevabı Şekil 2.1.'de gösterilmiştir (1).



Şekil 2.1. Aksiyon Potansiyeli (1).

(a) Uyarı yok (spontan ateşleme oranı) (b) Düşük şiddetli uyarı varlığında (c) Yüksek şiddetli uyarı varlığında

İşitsel sinir fibrillerinin yaklaşık % 61'i yüksek spontan ateşleme oranına (18-250 *spike*), % 23'ü orta (0,5-18 *spike*), %16'sı da düşük spontan ateşleme oranına (0.5'den daha düşük *spike*) sahiptir. Nöronun cevabında ölçülebilecek bir değişime yol açacak en düşük ses seviyesi ise nöron eşiği olarak ifade edilir. Nöron eşiği, uyarının şiddetinin kodlanması ile ilişkilidir. Yüksek spontan ateşleme oranına sahip nöronlar, 0 dB SPL'e yakın eşiğe sahip, en yüksek sinapsa neden olabilecek hassas nöronlardır. İkinci durum; işitsel sinir fibrilleri frekans seçicidir, bazı frekanslara diğerlerine göre daha iyi cevap verirler. Tek bir işitsel nöronun frekans seçiciliği nöronun *tuning* eğrisi ile gösterilir. İşitsel sinir nöronuna ait *tuning* eğrileri Şekil 2.2.'de gösterilmiştir.



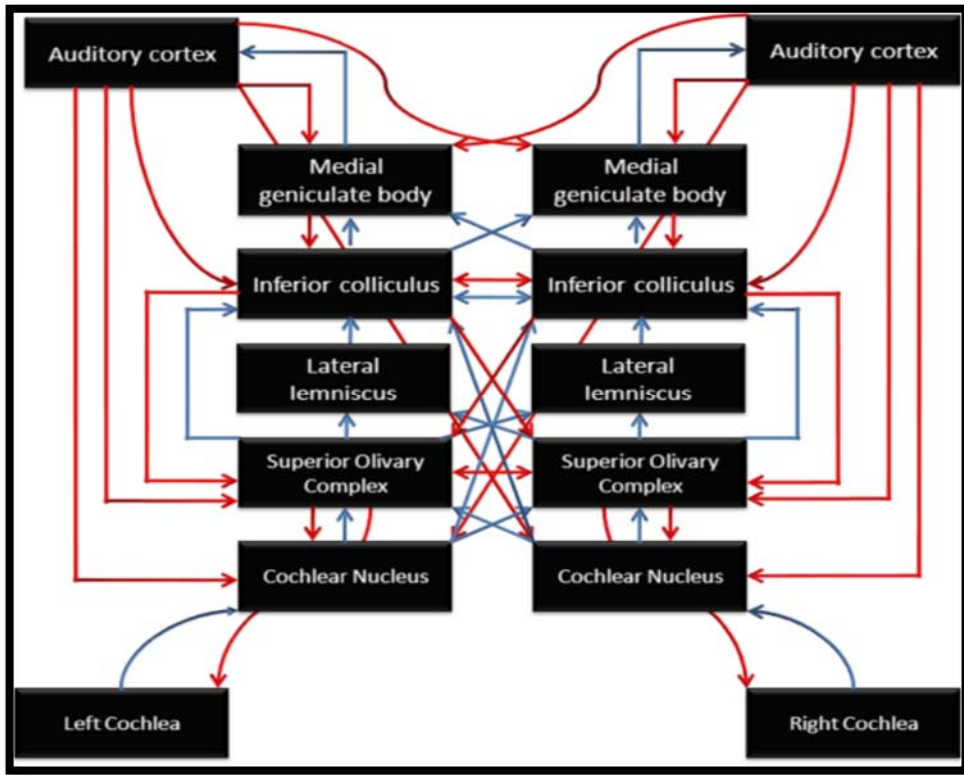
Şekil 2.2. İşitsel Sinir *Tuning* Eğrileri (2).

Bu eğri frekansın bir fonksiyonu olarak sinir fibrilin eşiğini gösterir. En düşük eşiğe sahip veya en büyük ateşleme hızına sahip frekans o nöronun karakteristik frekansı olarak isimlendirilir ve işitsel sinirin frekans kodlamasını yansıtır (2, 3). Son durumda ise periyodik bir uyarana yanıt olarak, nöronun ateşleme modelinde zamansal bir düzenlilik vardır, nöral *spike*'lar uyarın dalga formunun belirli bir aşamasında ortaya çıkma eğilimi gösterir, işitsel fibrillerin bu durumuna faz kilitleme (*phase-locking*) denir (2). İşitsel nöronlar kendi karakteristik

frekanslarına yakın formantlara faz kilitleme yapar, bu durum konuşma sesinin kodlanması için oldukça önemlidir (1).

2.1.3. Merkezi İşitsel Yollar

İşitsel nöronların ateşleme oranlarındaki farklılığa bağlı olarak, işitme sinirine kıyasla koklear çekirdek (*Cochlear Nucleus*, CN) daha büyük derecelerde faz kilitleme ve senkronize yanıtlara sahiptir ve CN işitme sinirinin getirdiği bilgiyi üst merkezlere iletir. Şekil 2.3'de işitsel sistemin şematik olarak gösterimi verilmiştir (4).



Şekil 2.3. İşitsel Sistem (4).

SOC, işitsel sistem içerisinde binaural bilginin karşılaştığı en düşük seviyedir. SOC'da bulunan nöronlar her iki kulaktan gelen bilgiyi şiddet ve zaman farklılığına göre kodlar. Lateral süperior oliver (*Lateral Superior Olive*, LSO) kulaklar arası şiddet seviyesi farklılığını ve yüksek frekans bilgisini kodlarken, medial süperior oliver (*Medial Superior Olive*, MSO) ise kulaklar arası zaman farklılığı ve alçak frekans bilgisini kodlar. Kulaklar arası zaman ve şiddet farklılığına SOC nöronlarının verdiği cevaplar benzer şekilde lateral lemniskus (*Lateral Lemniscus*, LL)

çekirdeklerinde de bulunur. LL çoğunlukla gelen bilgiyi aktarmada görevlidir. Inferior kollikulus (*Inferior Colliculus*, IC) ipsilateral MSO' dan kulaklar arası zaman farklılığı bilgisini, kontralateral LSO' dan da kulaklar arası şiddet farklılığı bilgisini alarak interaural farklılıklara yanıt verir. *Medial geniculate body* (MGB) nöronları da aynı şekilde ses kaynağının lokasyonu için çok önemli olan zaman ve şiddet farklılığı bilgisini işlemler. Binaural bilgiye duyarlılık, MGB boyunca devam edip işitsel talamus ve kortekse geçmektedir.

8.sinirden itibaren işitsel korteksin de içinde bulunduğu işitsel sistemin tüm seviyelerinde, işitsel nöronların kendi karakteristik frekansına göre frekans seçiciliği bulunmaktadır. İşitsel yolların tüm seviyelerinde frekanslar için bölgeler ayrılmıştır; alçak, orta ve yüksek frekanslar belli bölgelerde temsil edilmekte ve her bölge kendi frekans aralığına hassasiyet göstermektedir. Sanal bir haritalanma olduğu söylenebilir. Belli bölgelerde belli frekansların temsil edilmesi Tonotopik organizasyon olarak belirtilir (1, 3).

İşitsel korteks ise gelen uyarıların anlamlandırılmasında, algılanmasında büyük öneme sahiptir. Fonksiyonel görüntüleme, dikotik dinleme ve elektrofizyolojik cevaplar, konuşmanın işlenmesi için, sol hemisferin uzmanlaşmış olduğunu göstermektedir (5, 6).

2.2. Konuşma Sesinin Temel Akustik Özellikleri

Konuşma sesinin oluşabilmesi için solunum, fonasyon, artikülasyon ve rezonans süreçlerinin gerçekleşmesi gerekmektedir. Temel güç kaynağı akciğerlerdeki havadır, akciğerlerde bulunan hava solunum kaslarının kontrolü altında yukarı ve dışarı yönlendirilir. Konuşma sırasında yönlendirilen hava vokal foldların üzerinden geçer ve onları titreştirir. Oluşan ses dalgası çene, dudak ve dil gibi artikülatör organların hareketi ile şekillenip ilgili boşluklarda rezone edilerek konuşma seslerine dönüştürülür (7). Konuşma sesleri, ünlü ve ünsüz seslerden oluşur. Ünlü sesler, vokal foldun vibrasyonu ile üretilen, vokal yolun büyüklük ve şekline göre spektral özellikler kazanan periyodik seslerdir, ünsüz sesler ise vokal

yolun kısmen veya tamamen kapanmasına bağılı olarak üretilen aperiodyk seslerdir (1, 8). Ünsüz fonemler artikülasyon yeri, artikülasyon biçimi ve vokal foldların titreşim durumuna göre sınıflandırılmaktadır (1).

2.2.1. Fundamental Frekans (F0)

Vokal foldların periyodik olarak çalışmasından kaynaklanan alçak frekanslı bir konuşma bileşenidir ve bireyin sesinin tını algısını sağlar. Konuşmacıyı ve sesin duygusal tonunu tanımlamak için önemlidir (9, 10). Fundamental frekansın ortalama değeri erkeklerde 100 Hz, kadınlarda 200 Hz'dir (1).

2.2.2. Harmonik Yapı

Konuşmanın fundamental frekansı ile ilgili akustik bir fenomen olup, F0'ın tam sayılı katlarıdır. Fundamental frekans ve onun harmonikleri, konuşma içerisindeki periyodik kompleks sesleri oluşturur (9).

2.2.3. Formant Yapı

Konuşmacıya ait vokal yol rezonansı ile vokal fold vibrasyon frekansı arasındaki etkileşimin sonucu olarak, konuşmanın frekans spektrumunda bulunan farklı tepe noktaları serisidir. Konuşmanın formant yapısı, harmonik yapısı ile etkileşim halindedir. Formantların sayısı kelime içindeki konuşma seslerine göre değişmektedir. En düşük formant frekans, birinci formant olarak bilinir ve F1 olarak gösterilir, sonraki formantlar F2, F3 olarak numaralandırılır (9). Birinci formant frekans (F1), vokal yolun hacminin büyüklüğe bağılıyken, ikinci formant frekans (F2) büyük ölçüde dilin ağız içindeki hareketine bağılı olarak oluşan hacim büyüklüğü ile ilişkilidir. Formantlar konuşma algısı için önemlidir, ilk üç formant (F1 ve F2 ve F3) temel olarak ünlü fonemlerin algılanmasından sorumludur (1) F2 ve F3 formant frekans ise ünsüz fonemin tanınması ile ilgili bilgiyi içermektedir (11).

2.2.4. Periyodisite

Periyodisite, konuşma sinyalinde bulunan düzenli zamansal dalgalanmaları ifade eder. F0 ve formant yapılarının içinde olduğu akustik bilgiyi içeren, konuşma

sinyalinin önemli bir bölümüdür. Konuşma sinyalinde bulunan vurgu ve entonasyon gibi prosodik ipuçları ve fonetik bilgisiyi de taşımaktadır (9).

2.3. Konuşma Sesi Uyarısına İşitsel Beyinsapı Cevabı (*Speech Evoked Auditory Brainstem Response*)

İşitsel işleme becerileri, işitsel uyarılmış potansiyellerin (*Auditory Evoked Potentials*, AEP) değerlendirilmesi ile analiz edilebilir (12). AEP'lerin farklı tipleri arasında en geniş uygulama alanına sahip, işitsel beyinsapı cevaplarıdır (*Auditory Brainstem Response*-ABR). ABR, akustik sinyale cevap olarak, işitme siniri ve beyinsapında bulunan çekirdekler tarafından yaratılan, senkronize nöral aktivitelerin yansıması olup, bir uzak saha ölçümüdür (13). Rutin olarak klinik uygulamalarda beyinsapı seviyesinde işitsel nöral bütünlüğü değerlendirmek için *tone-burst*, *chirp* ya da klik gibi uyarılar yaygın şekilde kullanılmaktadır (9, 14).

İnsan sesi, zengin harmonik bileşenler, dinamik amplitüd modülasyonları ve hızlı spektro-temporal değişimlerin olduğu kompleks bir yapıdır (14), konuşmaların anlaşılabilmesi için bu karmaşık yapının nöral kodlamasının yapılması ve bozulmadan iletilmesi gerekmektedir (15). Nöral kodlama 8. sinirde başlayıp merkezi işitsel sistem boyunca devam eder, sistemin temel görevi konuşma seslerinin kodlanmasıdır (10). Klik vb. basit uyarılar, konuşma seslerinin işlenmesi hakkında gerçek bilgi vermemektedir (12, 14).

Beyinsapı seviyesinde, konuşma uyarısının temporal ve spektral kodlamasının bütünlüğünü değerlendirmek için konuşma sesi uyarını kullanılarak işitsel beyinsapı cevaplarının elde edilmesi gereklidir (11, 14). S-ABR, konuşma hecesine ait ses yapısının işitsel sistem tarafından nasıl kodlandığı hakkında doğrudan bilgi sağlayan (10), geçerli ve güvenilir bir araç olarak kullanılmaktadır (11, 16-18).

S-ABR yanıtları, uyarının başlangıcından birkaç milisaniye sonra ortaya çıktığı için, uyarının başlangıcı ile eş zamanlı olarak ortaya çıkan koklear mikrofonicleri (*Cochlear Microphonic*, CM) ve kortikal cevapları değil (4), nöral

kökenli cevapları yansıtır (14). Cevapların genel özellikleri Tablo 2.1.'de özetlenmiştir.

Tablo 2.1. S-ABR, Koklear Mikrofonik ve Kortikal Uyarılmış Potansiyellerin Genel Özellikleri (4).

	CM	S-ABR/FFR	KORTİKAL UYARILMIŞ POTANSİYELLER
Kaynak	Prenöral, koklea	CN, LL, IC	Korteks, (MGB'nin de aktivitesini yansıtabilir)
Polarite	<i>Alternating</i> polarite ile ortadan kalkar	<i>Alternating</i> polaritede iyi cevaplar	<i>Alternating</i> polaritede iyi cevaplar
Uyaranın saniyedeki tekrar sayısı (<i>Rate</i>)	Etkilemez	Latansı değiştirir	Hızlı <i>rate</i> 'de ortadan kalkar
Uyaran şiddeti	Latansı etkilemez	Latansı değiştirir	Latansı değiştirir
Cevap göstergesi	Uyarıyı yansıtır	Uyaranın <i>fine-structure</i> ve zarfını yansıtır	Uyaran zarfını yansıtır
Başlangıç latansı	< 1 ms	5-10 ms	> 50 ms
Büyükölük	Mikrovolt	Mikrovolt	Mikrovolt
Uyku	Etkilemez	Etkileyebilir	Ortadan kalkar veya azalır
Kişinin dikkati	Etkilemez	Büyük oranda etkilemez	Etkiler
Maturasyon	Çok erken maturasyon	Okul yaşından itibaren yetişkine benzer cevaplar	Geç adölesan dönemden itibaren yetişkine benzer cevaplar

CM: *Cochlear Microphonic*, CN: *Cochlear Nucleus*, LL: *Lateral Lemniscus*, IC: *Inferior Colliculus*, MGB: *Medial Geniculate Body*, FFR : *Frequency Following Response*

Klik gibi bir uyaran kullanılması ile elde edilen tekrarlanabilirlik ve güvenilirlik aynı şekilde konuşma uyarını kullanılarak da elde edilebilir (17). S-ABR'nin test-retest çalışması yetişkinlerde Song ve ark. tarafından (17) 8-13 yaş arasındaki çocuklarda ise Krause ve ark. tarafından 2011'de yapılmıştır (16). Matürasyonla ilişkili olarak 5 yaşında itibaren çocuklarda güvenilir şekilde kullanılmaktadır (19).

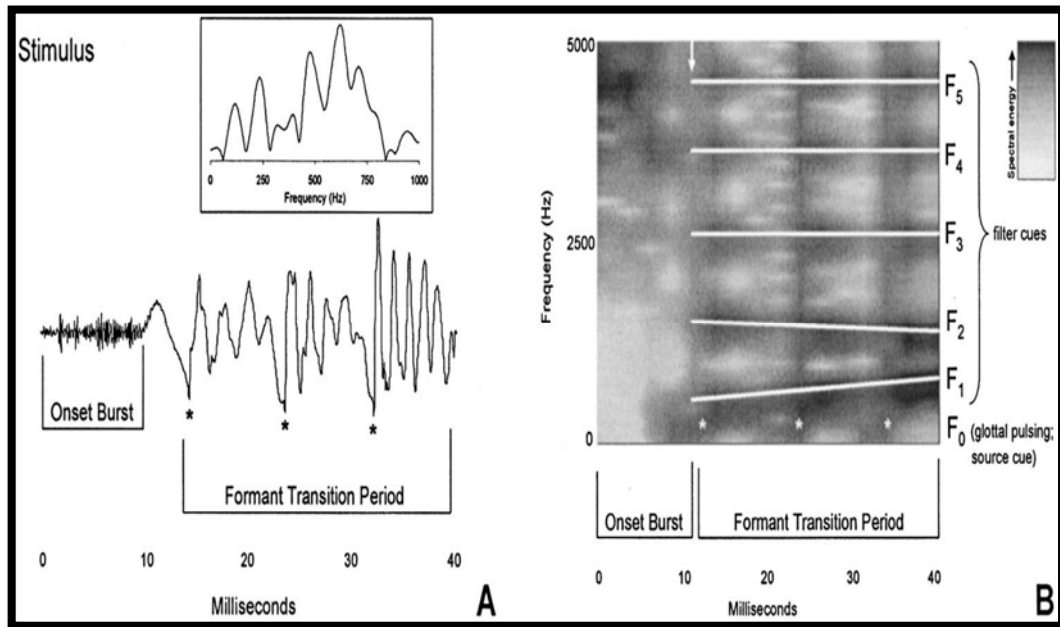
S-ABR öğrenme bozukluğu olan çocukların tanısında farklı alt grupların belirlenmesinde, öğrenme bozuklu tanısı alan çocukların eğitim etkinliğini değerlendirme sürecinde (20, 21), insan beyinsapı plastisite çalışmaları ve dili işleme becerisinin anlaşılmasında (19), spesifik dil bozukluğu (22), otizm spektrum bozukluğu, disleksi vb. değerlendirmelerinde, konuşma sesleri için işitsel işleme süreci üzerinde yaşı etkisini belirlemede (23), koklear implant ve işitme cihazı kullanımında (24), İşitsel nöropati spektrum bozukluğu (25), gürültüde ayırt etme problemi varlığında (26), kekemelikte (27) ve bir çok alanda merkezi işitsel sisteme hangi bilginin girdiğini gösteren (19, 28) bir pencere olarak değerlendirilmektedir.

2.3.1. Uyaran ve Önemli Parametreler

S-ABR'nin dalga formu ünsüz ve ünlü sestten oluşan hece ile elde edilir. Ünsüz ve ünlü kısmına karşılık oluşan cevap bölümleri ayrı ayrı analiz edilir. Harmonik yapısı zengin ve spektral olarak dinamik bir formant geçişe sahip olması gereken konuşma hecesi doğal ya da yapay olarak oluşturulabilir (14). Yapay olarak oluşturulması, akustik parametrelerin kontrol edilebilir olmasını sağlayarak dinleyiciye sunulacak uyarının kalitesini arttırır (12) Genellikle /ba/, /da/, /ga/ gibi ilk fonem patlamalı ünsüz, ikinci ise ünlü bir sestten oluşan hemen her dilde bulunan evrensel heceler kullanılmaktadır (12, 14).

En iyi bilinen model, bir bilgisayar yazılım programı tarafından sağlanan sentetik hece /da/ ile oluşturulmuştur. Bu uyaran modalitesi Northwestern Üniversitesinde Dr. Nina Kraus tarafından geliştirilmiştir (12).

Konuşma hecesi önce geçici-aperiyodik (*transient*) ve ardından periyodik olarak devam eden bölümlerden (*sustained*) oluşmuştur. Hecenin ilk bölümünü oluşturan patlamalı ünsüz sesin algılanması daha zordur. Patlamalı ünsüzler, ünlülere kıyasla hızlı ve düşük genlikte olduğundan, normal işitmeye sahip bireyler dahi gürültülü ortamlarda ünsüzleri ayırt etmekte zorlanır (10, 14). Şekil 2.4'de 40 ms /da/ hecesine ait zaman-amplitüd dalga formu ve geniş bant spektrogramı verilmiştir.



Şekil 2.4. 40 ms Yapay /da/ Hecesine Ait Zaman-Amplitüd Dalga Formu ve Geniş Bant Spektrogramı (11).

A: 40 ms yapay /da/ hecesinin zaman-amplitüd dalga formu: üstte bulunan şekil uyarının periyodik kısmı boyunca frekans spektrumunu, alttaki şekil ise ilk 10 ms /d/ ünsüzünün patlaması ve devamında 30 ms /a/ sesinin formant geçiş periyodunu gösterir. Yıldız işaretleri fundamental frekansın (≤ 120 Hz) periyodunu göstermektedir. **B:** /da/ hecesinin geniş bant spektrogramı: 5 formanttan oluşmuş /da/ hecesine ait spektrogramda koyu renk bölgeler, en yüksek spektral enerjinin olduğu bölgeleri temsil eder. Yıldız işaretleri glottal darbeleri gösterirken spektrumda dikey bantlar olarak görünerek uyarının F0'ını temsil etmektedir.

Uyaranın durasyonu çalışmalarda genel olarak 40-170 ms arasında değişmekte, monaural ya da binaural olarak sunulabilmektedir. Günlük yaşantıda binaural dinleme yapılması sebebiyle, uyaranın binaural sunumunun daha gerçekçi olması, daha büyük ve daha sağlam yanıtlara yol açmasından dolayı yetişkin popülasyonda kullanılmaktadır. Aynı zamanda, monaural sunum asimetrik işitme eşiklerine sahip bireyler, çocuklar ve test sırasında uzun süre oturmakta güçlük çeken manüplasyonu zor kişiler için tercih edilebilir (12, 14). Konuşma uyaranı için sağ kulak avantajının bulunduğu, sağ ve sol kulak sunumunun benzer fakat aynı olmayan S-ABR yanıtları ortaya çıkardığını bildiren çalışmalar da mevcuttur (14).

Uyaranın şiddeti S-ABR için önemli bir parametredir, uyaran genellikle 60 ile 85 dB SPL arasında en rahat dinleme seviyesinde verilir, çalışmalarda çoğunlukla 80 dB SPL kullanılmıştır (12, 14). Geleneksel ABR’de olduğu gibi şiddet, pik latans değerlerini etkilemektedir. Literatürde şiddet-cevap ilişkisi ile ilgili araştırmalar oldukça sınırlıdır. Yapılan bir çalışmada (29) 10 dB şiddet artışlarının *frequency following response* (FFR) ve *onset* cevaplar üzerine etkisi araştırılmış ve şiddetin artması ile birlikte her iki cevap grubunda latansın kısaldığı fakat bu cevapların farklı nörolojik süreçleri yansıtmasına bağlı olarak özellikle FFR’nin daha fazla etkilendiği bildirilmiştir.

Ses uyaranının polaritesi, S-ABR ile ilgili çalışmalarda en tutarlı parametredir. *Alternating* polarite, koklear mikrofonikleri dışlamak ve uyaran artefaktlarını azaltmak amacıyla tercih edilmektedir (11, 30, 31).

Uyaran sunumu için çoğunlukla *insert* kulaklık tercih edilmekle birlikte *supra-aural* kulaklık da kullanılmaktadır. Koklear implant ya da işitme cihazı vb. kullanan gruplar ile çalışıldığında ise hoparlör tercih edilmelidir ancak iki hoparlöründe aynı mesafede olması önemlidir (12, 14).

En yaygın kullanılan elektrod montajı 3 elektrodlu vertikal yerleşimdir fakat elektrod başlığı kullanımı da mevcuttur. Filtreleme, kortikal potansiyelden

subkortikal aktiviteyi ayırmak ve yanıtın sinyal gürültü oranını (*Signal to Noise Ratio*, SNR) arttırmak için kullanılır. Genel olarak 100 - 3000 Hz aralığında yada 30 - 3000 Hz tercih edilmektedir(14).

Literatürde S-ABR değerlendirmesi ile ilgili farklı parametreler mevcuttur, en çok kullanılan parametreler Tablo 2.2.'de özetlenerek sunulmuştur (12).

Tablo 2.2. Sık Kullanılan S-ABR parametreleri (12).

Parametreler	Ayarlar
Ekipman	<i>Biologic navigator pro</i>
Yazılım	<i>BioMARK</i>
Elektrod montajı	Cz, M1 ve M2
Uyaran	Yapay /da/ hecesi
Uyaran sunumu	Sağ kulak
Uyaran süresi	40 ms
Uyaran polaritesi	<i>Alternating</i>
Uyaran şiddeti	80 dB SPL
Uyaran <i>rate</i>	10.9/sn
<i>Sweep</i> sayısı	6000
<i>Transducer</i>	<i>Insert</i>

M: mastoid

2.3.2. Dalga Formu

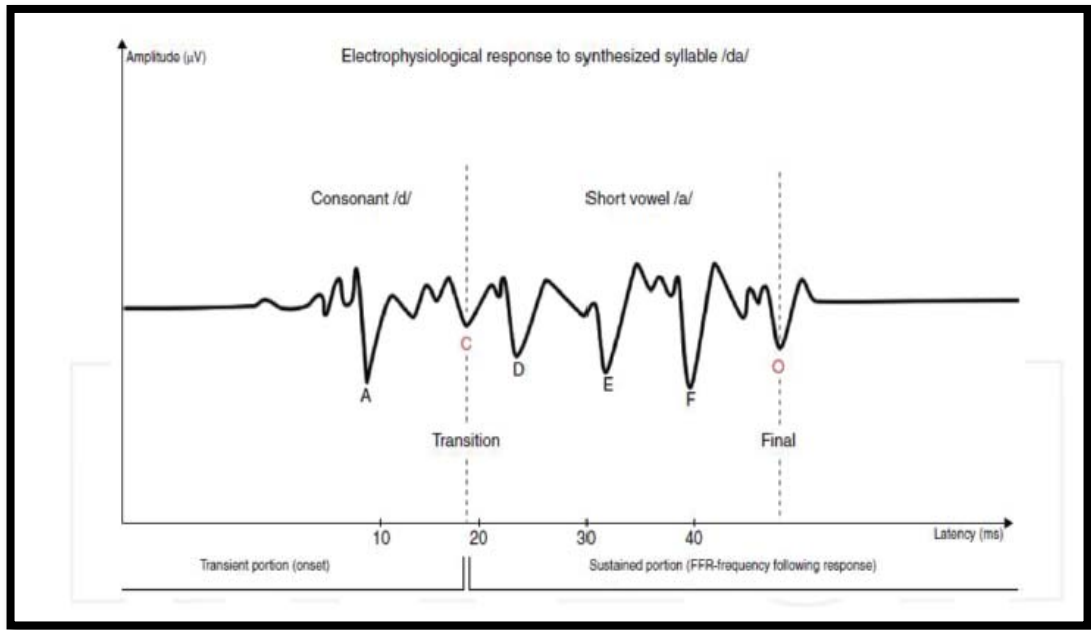
Konuşma uyarana, işitsel beyinsapının elektrofizyolojik cevabı kompleks bir dalga formudur (10) bu dalga formu, *time domain* ve *frequency domain* olarak 2 şekilde gösterilir (32).

Time Domain Gösterim

Konuşma sesi uyarana cevabın *time domain* gösteriminde V, A, C, D, E, F ve O olarak adlandırılan yedi adet majör karakteristik tepe noktası bulunur, bu pikler kulak ve rostral beyin sapı arasındaki sinir iletim süresiyle tutarlı olarak uyarının sunumundan 7-8 ms sonra ortaya çıkmaya başlar (14). V ve A pikleri *onset* cevap olarak isimlendirilir ve uyarının ünsüz sesinin kodlanmasının cevabıdır. Hızlı, geçici, aperiodyk olarak beyinsapı cevaplarının *transient* kısmını oluşturur (10, 12, 14). Ünsüz sesin kendi yapısında var olan hızlı zamansal değişikliklerinin çözülmesini yansıttığı, hızlı ve geçici olması sebebi ile de uyarının algılanmasının zor olduğu bu bölüm, konuşmanın anlaşılması için önemli akustik ip uçlarını içerir, arka plan gürültüden kolaylıkla etkilenir, dinleyicilerin algılamada en zorlandığı bölümdür (10).

Pik C; ünsüz fonemden ünlü foneme geçişi (formant geçiş periyodunu) temsil eder, vokal fold vibrasyonunun başlamasının cevabıdır (4).

Konuşma hecesini oluşturan ünlü sese yanıt ise; konuşma uyarınının periyodik ve devam eden kısmıdır, cevabın *frequency following response* bölümünü oluşturur. FFR, *onset* cevaptan sonra ortaya çıkan D, E, F pik cevapları olup, uyarının periyodik kısmına faz kilitli nöral aktiviteyi yansıtır. Kullanılan konuşma uyarınının fundamental frekans ve harmoniklerinin zamansal kodlamasını temsil etmektedir (33). FFR periyodik cevaplar olması sebebi ile arka plan gürültüden daha az etkilenir (10), konuşmanın anlaşılabilirliği, ortamdaki diğer eş zamanlı seslerin varlığında hedef konuşmanın ayrıştırılması, anlaşılabilmesi için çok kritiktir. Pik O ise uyarının bitişinin kodlamasını gösterir (4). Dalga formu içerisindeki her pikin, latans ve amplitüd değerleri belirlenmektedir (11). Şekil 2.5.'de 40 ms yapay /da/ hecesine ait beyinsapı cevabının *time domain* gösterimi sunulmuştur.



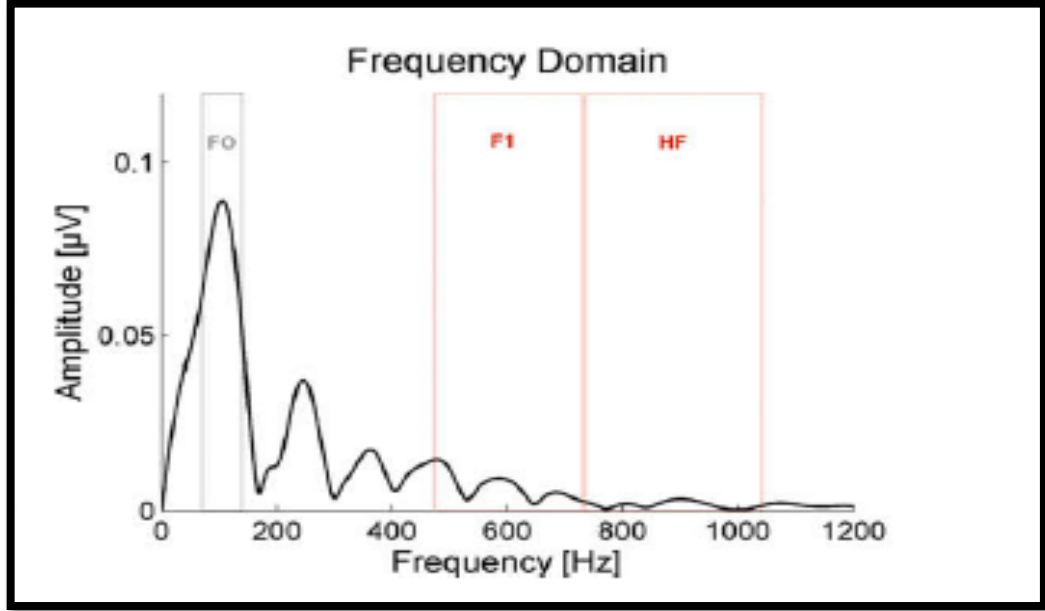
Şekil 2.5. 40 ms Yapay /da/ Hecesine Ait İşitsel Beyinsapı Cevabının *Time Domain* Gösterimi (12)

Frequency Domain Gösterim

Konuşma uyararı, periyodik dalga formunu içermektedir, iki veya daha fazla dalga etkileşime girdiğinde ortaya çıkan bu kompleks dalga formu, kendi bileşenlerinin toplamıdır.

Birçok frekans bileşeninden oluşan periyodik dalga formu *Fourier* analiz (4) ile kendini oluşturan sinüs dalgaları halinde ayrıştırılabilir. Her bir sinüs dalgasının büyüklüğü, o frekanstaki enerji miktarına karşılık gelir. Frekans spektrumları, konuşma uyararının sahip olduğu F0 ve harmoniklerinin enerjisine göre analiz edilir. En yüksek enerji, uyararın frekans aralığında ortaya çıkmaktadır. Dalganın spektral bileşeni, sinüs dalgasının frekansı x ekseninde ve büyüklüğü y ekseninde çizilerek temsil edilir. Aynı grafiğe iki spektrum çizerken amplitüdler mutlaka normalize edilmelidir. Bu yöntem, belirli frekanslarda veya frekans aralıklarında beyinsapı nöronlarının, nöral faz kilitleme hassasiyetini ve büyüklüğünü ölçmek için kullanılmaktadır (14).

Fundamental frekansı 103-125 Hz, F1 220-720 Hz, yüksek frekans formantı 1240-1700 Hz arasında olan 40 ms durasyona sahip /da/ hecesinin *Fourier* analiz sonucu, örnek *frequency domain* gösterimi Şekil 2.6.'da sunulmuştur.



Şekil 2.6. 40 ms Yapay /da/ Hecesine Ait İşitsel Beyinsapı Cevabının *Frequency Domain* Gösterimi (32).

2.3.3. S-ABR 'nin Nöral Kaynakları

S-ABR piklerinin anatomik kaynağı, temel olarak işitsel beyinsapı olmakla birlikte, detaylı literatür bilgisi kısıtlı ve tartışmalıdır. Johnson ve ark. (11) sentetik konuşma sesleri için, 8.sinir ve CN'den elde edilmiş, tek nöron yanıt özelliklerini tanımlamak amacıyla hayvan modellerinin kullanıldığını, ancak LL ve IC gibi daha rostral yapılarda konuşmanın sinirsel kodlamasının kapsamlı olarak incelenmemiş olduğunu bildirmişlerdir. Başka bir çalışmada ise pik V ve A'dan oluşan *onset* cevabın yalnızca IC'dan kaynaklandığını (19) aktarırken, Akhoun ve ark. (29) *onset* cevabın CN, LL ve IC'da bulunan octopus hücrelerindeki senkronize bir ateşleme sonucu olabileceğini, bununla birlikte FFR cevaplarının da *onset* cevaplar ile aynı beyin sapı çekirdeklerinde ancak farklı sinaptik etkileşimlerin olduğu ayrı bir ağ üzerinde işlendiğini bildirmişlerdir, diğer bir çalışmada da (4) FFR cevaplarının kökeninin CN, SOC, LL ve IC dahil olmak üzere bir dizi subkortikal işitsel yapı olduğu bildirilmiştir.

3. BİREYLER VE YÖNTEM

Bu çalışma, Hacettepe Üniversitesi Odyoloji Anabilim Dalı, Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Ünitesi'nde gerçekleştirilmiştir. Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 31/05/2016 tarihinde GO 16/363-15 karar no'lu izni ile onaylanmıştır. Etik kurul izni EK-1'de verilmiştir.

Çalışmamız, 18-35 yaş arası normal işitmeye sahip yetişkin bireylerin S-ABR değerlerini belirleyerek, klinik kullanıma girmesi ve elde edilen bu verilerin farklı gruplarla yapılacak çalışmalar için temel oluşturması amacı ile planlanmıştır.

Bireylerin seçiminde sosyal seviye farkı gözetilmemiş, katılımcılara çalışmanın içeriği, amacı ve yapılış şekli açıklanıp, yazılı izinleri alınmıştır. Grup I'de 15 kadın, Grup II'de 15 erkek olmak üzere 18-35 yaş arası toplam 30 sağlıklı yetişkin birey çalışmaya dahil edilmiştir. Bireylere ait yaş ortalaması Tablo 3.1'de gösterilmiştir.

Tablo 3.1. Bireylere Ait Yaş Dağılımı.

	GRUP	N	Ortalama	SS
YAŞ	Grup I	15	26,20	4,828
	Grup II	15	24,93	4,920

3.1. Bireylerin Seçim Kriterleri

Bireylerin seçiminde aşağıdaki kriterler göz önünde tutulmuştur:

1. 18-35 yaş aralığında olması
2. Ana dilin Türkçe olması

3. Sağ el dominansı
4. Dil-konuşma ve öğrenme probleminin bulunmaması
5. Normal işitmeye sahip olması
6. Teşhis edilmiş bilinen ya da gözlenen nörolojik, psikiyatrik bir hastalığın bulunmaması

3.2. Araçlar ve Yöntem

Çalışmamızda kullanılmak üzere S-ABR Katılımcı Veri Formu oluşturulmuş olup, bireylerin demografik bilgilerini ve değerlendirme sonuçlarını içermektedir. Bu form EK-2’de verilmiştir.

Tüm bireylerin öncelikle işitme taraması ve immitansmetrik değerlendirmesi yapılmış, ardından *System Plus Evolution* bilgisayar yazılım programı ve 32 kanallı SAM 32 RFO fc1 model (Brain Quick Brain spy, Micromed, Italy) *headbox* kullanılarak elektroensefalografi (EEG) kaydı yapılmıştır. Elde edilen EEG kayıtları MATLAB ve *Fourier* programları ile analiz edilmiş, analiz sonucu elde edilen sayısal veriler Excel programında grafik haline dönüştürülerek dalga formları elde edilmiştir.

3.2.1. Odyolojik Değerlendirme

Tüm bireyler *Industrial Acoustics Company* (IAC) sessiz odalarında, TDH-49P *supra-aural* kulaklıklar ve GSI-61 klinik odyometre kullanılarak her iki kulak saf ses odyometrisi ile değerlendirilmiştir. 500, 1000, 2000 ve 4000Hz frekanslarında 20 dB HL şiddet seviyesinde işitme taraması yapılmıştır(34).

Interacoustic AZ26 klinik impedansmetre kullanılarak 500, 1000, 2000 ve 4000Hz frekanslarda kontralateral, 500, 1000, 2000Hz frekanslarda ipsilateral refleksler ve timpanometrik değerlendirme yapılmıştır. Değerlendirmeler 226 Hz *probe* tonda gerçekleştirilmiştir. Her iki kulak işitme taramasından geçen, tip A

timpanogram ve belirtilen frekanslarda ipsilateral, kontralateral refleksleri elde edilen bireyler çalışmaya alınmıştır (35).

3.2.2. S-ABR Kayıtları

S-ABR kayıtları için çalışmamızda hazır bir cihaz ya da entegre modül kullanılmamıştır. Tarafımızdan bir düzenek hazırlanarak en güvenilir cevaplar elde edilmesi için kesin kayıtlara geçmeden önce geniş çaplı bir ön çalışma yapılmıştır. Bu ön çalışma 35 kişi üzerinde ve toplam 250 EEG kaydı yapılarak gerçekleştirilmiştir.

Ön çalışmada aşağıda bulunan parametreler değiştirilerek kayıtlar alınmıştır.

- 1- Uyarın şiddeti
- 2- Uyarın polaritesi
- 3- Uyarın sunumu (binaural, monaural)
- 4- Kulaklık (*supra-aural*, *insert*)
- 5- Elektrod montajı
- 6- Bireylerin gözü açık / kapalı olma
- 7- *Sampling rate* (örnekleme frekansı)
- 8- *Interstimulus interval* (ISI) süresi
- 9- Test ortamı

Bu çalışmada ayrıca elde edilen kayıtların artefakt olmadığını kanıtlamak amaçlı, elektrodlar hazırlanan tuzlu su içerisinde iken birkaç kez EEG kaydı yapıp, analizleri değerlendirilmiştir. Bu sonuçlar ile bireylerden elde edilen veriler karşılaştırıldığında benzer olmadığı tespit edilmiştir.

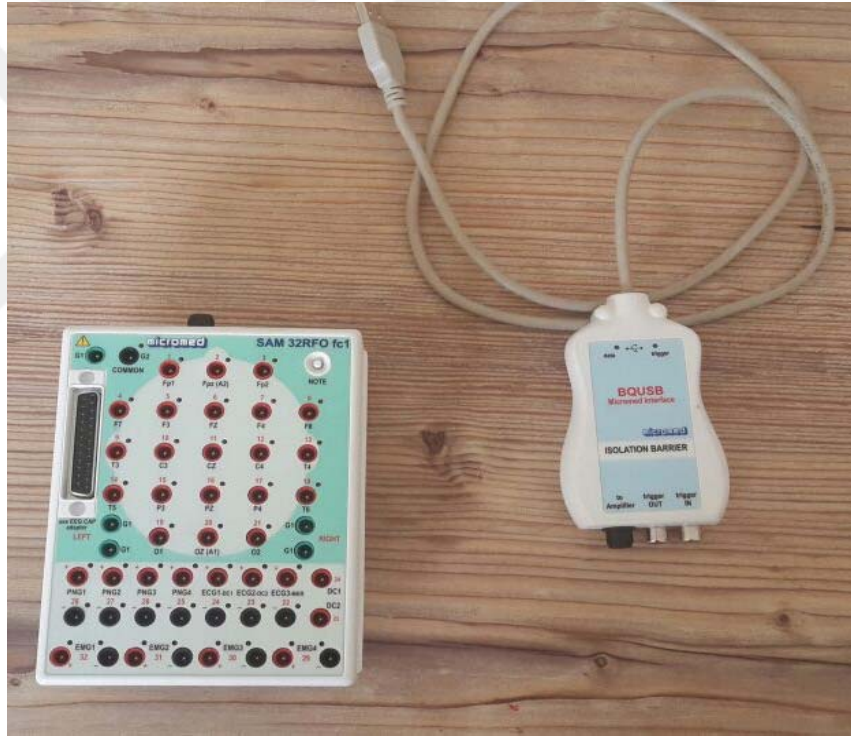
Yapılan çalışmanın ardından, açık kaynak kodlu hazırlanmış düzenek ve bağlantıları, kullanılacak parametreler netleştirilmiştir.

Hazırlanan düzenekte;

- 1- İki adet diz üstü bilgisayar

- 2- *System Plus Evolution* bilgisayar yazılım programı
- 3- MATLAB R2014a yazılım programı
- 4- 32 kanallı SAM 32 RFO fc1 model *headbox* (Brain Quick Brain spy, Micromed SD plus, İtalya)
- 5- USB arayüz (BQ USB EXPRESS, Micromed)
- 6- Ses dosyası
- 7- Sennheiser HDA 200 model *supra- aural* kulaklık
- 8- Bağlantı kabloları bulunmaktadır.

Şekil 3.1.'de kullanılan *headbox* ve USB arayüz bağlantısı gösterilmektedir



Şekil 3.1. *Headbox* ve USB Arayüz.

Çalışmada kullanılan 40 ms durasyona sahip /da/ hecesi Kraus ve ark. tarafından geliştirilmiştir. Konuşma uyarını Klatt bilgisayar programı ile 5 formant olacak şekilde üretilmiştir. Hecenin fundamental frekansı 103 -125 Hz arasında, F1 220 -720 Hz, F2 1700-1240 Hz, F3 2580-2500 Hz, F4 3600 Hz ve F5 4500 Hz'dir.

Yapılan araştırmalarda çoğunlukla /da/ hecesi kullanılarak S-ABR kaydı yapılması sebebiyle verilerimizi karşılaştırmada yararlı olacağı düşüncesi ile konuşma uyarını olarak /da/ hecesi kullanılmıştır.

Uyaran için belirlenen parametreler ve /da/ uyarını bir ses dosyası halinde hazırlanmış, *System Plus Evolution* yazılımı (*Micromed marka* EEG sistemleri ile uyumlu çalışan bir program) ile birlikte bilgisayara yüklenmiştir. Kulaklık, elektrod bağlantıları ve ara bağlantılar hazırlanarak, sistemin işleyişi her ölçüm öncesi kontrol edilmiştir. Kulaklıkla ilgili teknik özellikler EK- 3’de verilmiştir.

Elektrod yerleşiminde aktif elektrod (+) saç çizgisinin hemen altına olacak şekilde alın bölgesine (Fz), referans elektrod (-) sağ kulak memesine, toprak elektrod ise sol kulak memesine yerleştirilerek uyaran binaural olarak sunulmuştur. Uygun cilt temizliği yapılarak elektrodların yerleştirilmesi ve kayıt sırasında elektrod impedanslarının 5 kohm altında olmasına özen gösterilmiştir. Koklear mikrofonikleri dışlamak ve uyarana bağlı artefaktları minimize etmek için *alternating* polarite kullanılmıştır.

Tüm kayıtlar Faraday kafesli test odasında bireyler rahat bir koltukta oturma pozisyonunda iken yapılmış, kayıt esnasında göz hareketine bağlı artefaktları önlemek amacı ile bireylerden gözlerini kapatmaları istenmiştir.

Bireylerden elde edilen EEG verileri, 32 kanallı *headbox* kullanılarak 5 oturumda toplanmış, yapılan her oturum için çevre şartları ve test koşullarının aynı olmasına dikkat edilmiştir. Çalışmada kullanılan parametreler Tablo 3.2.’de özetlenmiştir.

Tablo 3.2. Kayıt ve Analiz Parametreleri

Uyaran	Yapay /da/ hecesi
Uyaran durasyonu	40 ms
Ekipman	SAM 32 RFO fc1 headbox, Micromed BQ USB EXPRESS Arayüz, Micromed
Kayıt yazılım programı	<i>System Plus Evolution</i>
Analiz yazılım programı	MATLAB
<i>Sampling rate</i> / örnekleme frekansı	4000 Hz örnek/ saniye
Uyaran sunumu	Binaural
Elektrod yerleşimi	Aktif elektrod (+): Fz Referans elektrod (-): sağ kulak memesi Toprak elektrod: sol kulak memesi
Filtre ayarı	0,0002 -1000 Hz
Uyaran polaritesi	<i>Alternating</i> polarite
Uyaran şiddeti	80 dB SPL
Uyaran <i>rate</i>	10.9/sn
<i>Sweep</i> sayısı	1000 x 5 oturum
<i>Interstimulus Interval</i>	51 ms
Elektrod	Ag - AgCl
Kulaklık	<i>Supra-aural</i> (Sennheizer HDA 200)
<i>Notch Filter</i>	Kullanılmadı

Oturumlardan elde edilen EEG verilerinin analizi, kayıt bittikten sonra MATLAB programında yapılmıştır. Analiz sonrası, S-ABR *time domain* dalga gösterimi yapabilmek için elde edilen sayısal veriler Excel programı kullanılarak dalga formu şekline dönüştürülmüştür. *Frequency domain* gösterimi için ise elde edilen EEG verilerine *Fourier* analiz yapılarak spektral pikler belirlenmiştir. *Time domain* gösterime ait dalga pikleri görsel olarak tanımlanıp, manuel olarak işaretlenmiştir. Çalışmaya katılan her birey için V, A, C, D, E, F, O piklerinin amplitüd büyüklüğü ve latans değerleri ile F0, F1 ve F2_HF (*High Frequency*, HF) spektral piklerinin amplitüd büyüklükleri belirlenmiştir.

3.3. İstatistiksel Değerlendirme

Sonuçların değerlendirilmesinde SPSS 24.00 istatistiksel analiz yöntemi kullanılmıştır. Her iki grubun ölçüm ile belirlenmiş verilerinin karşılaştırılmasında parametrik test koşullarının sağlanması nedeni ile t test kullanılmıştır. P değeri <0.05 istatistiksel ölçümlerde anlamlılık düzeyi olarak kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

Sağlıklı yetişkin bireylerin konuşma sesi uyarısına işitsel beyinsapı cevaplarının, cinsiyete özgü normatif verilerini belirlemek amacıyla yaptığımız çalışmamızda elde edilen bulgular aşağıda sunulmuştur. 30 katılımcıdan elde ettiğimiz bireylere ait *time domain* dalga formları ise EK-4’de verilmiştir.

4.1. Demografik Bilgiler

Grup I’de 15 kadın; Grup II’de 15 erkek olmak üzere 18-35 yaş arası toplam 30 sağlıklı yetişkin birey çalışmaya dahil edilmiştir. Kadınların yaş ortalaması (Grup I); 26,2 erkeklerin yaş ortalaması (Grup II); 24,9 olarak saptanmıştır (Bkz. Tablo 4.1.).

Tablo 4.1. Gruplara Ait Demografik Bilgiler.

		N	Ortalama	SS	p
YAŞ	Grup I	15	26,2	4,8	,48
	Grup II	15	24,9	4,9	,48

p<0.05

Her iki grubun yaş ortalamaları t-test ile istatistiksel olarak değerlendirilmiş ve gruplar arasında anlamlı fark bulunmamıştır (p>0,05). Grup I ve Grup II yaş ve cinsiyet açısından homojen dağılım göstermektedir.

4.2. S-ABR Değerlendirme

4.2.1. Time Domain Gösterime Ait Bulgular

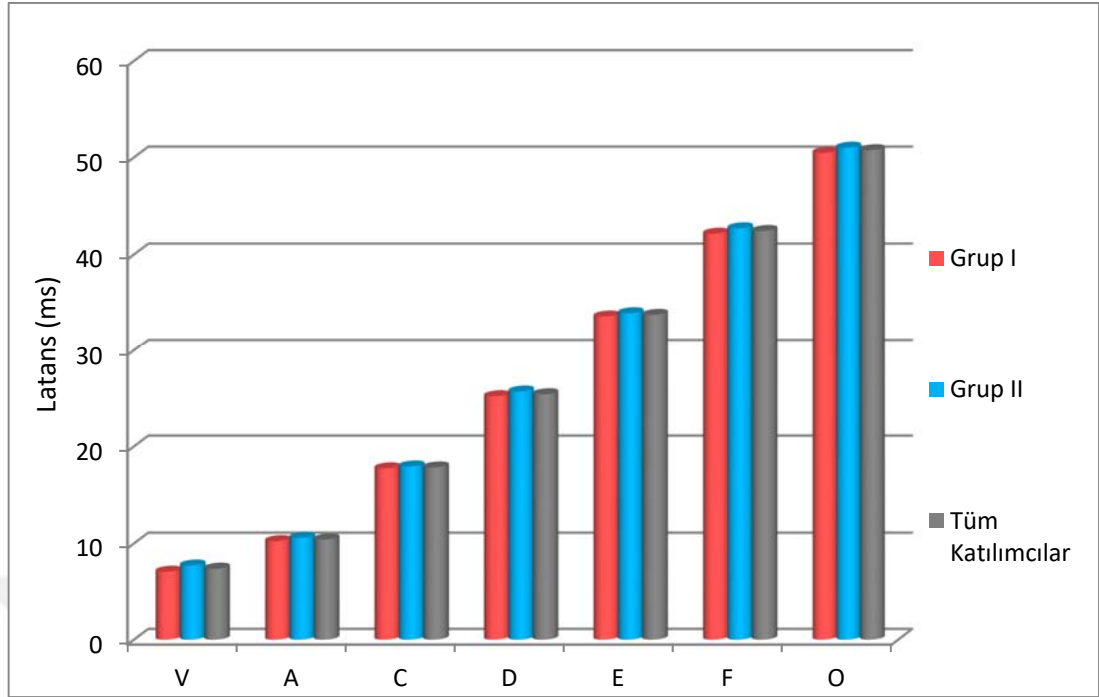
Çalışmaya dahil edilen tüm bireylerin V, A, C, D, E, F, O majör dalga pik latans değerleri belirlenmiş, gruplara göre ortalama, standart sapma, en küçük ve en büyük değerleri Tablo 4.2.'de verilmiştir.

Tablo 4.2. Gruplara Ait S- ABR Dalga Pik Latans (ms) Değerleri.

DALGA PIK	GRUP I (N=15)				GRUP II (N=15)				TÜM KATILIMCILAR (N=30)				p
	Ort.	SS	En küçük	En büyük	Ort.	SS	En küçük	En büyük	Ort.	SS	En küçük	En büyük	
V	7,05	,57	6,59	9,03	7,69	,72	6,84	9,28	7,37	,63	6,59	9,28	,042*
A	10,23	,38	9,52	10,74	10,57	,41	10,01	11,47	10,40	,43	9,52	11,47	,028*
C	17,71	1,28	16,11	20,26	17,91	,93	16,36	19,78	17,81	1,11	16,11	20,26	,653
D	25,19	,49	24,66	26,61	25,68	,73	24,90	26,86	25,40	,64	24,66	26,86	,067
E	33,56	,34	32,96	34,18	33,90	,76	32,23	35,16	33,73	,60	32,23	35,16	,126
F	42,15	,28	41,75	42,72	42,70	,82	41,02	44,43	42,43	,67	41,02	44,43	,021*
O	50,47	,65	48,58	51,51	51,00	,90	49,07	52,73	50,74	,82	48,58	52,73	,073

* p<0.05

S-ABR dalga pik latans değerlerinin karşılaştırılması için t-test uygulanarak yapılan analizde, Grup I ve Grup II arasında V, A ve F dalga piklerinde istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmiştir (p<0.05). Grup I'in bu dalga piklerinde latans değeri daha kısa bulunmuştur. Gruplar arası C, D, E, O dalga piklerinde anlamlı farklılık bulunmamıştır (p>0,05). Gruplara ait dalga pik latans değerleri Grafik 4.1.'de birlikte gösterilmiştir.



Grafik 4.1. Gruplara Ait S-ABR Dalga Pik Latans Karşılaştırması

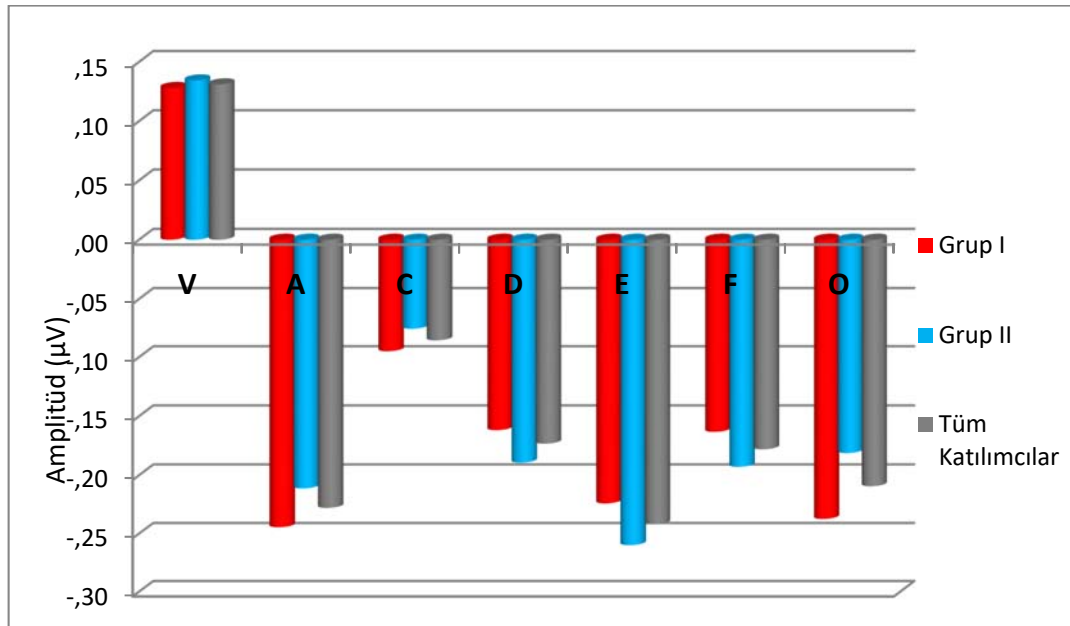
Çalışmaya dahil edilen tüm bireylerin V, A, C, D, E, F, O dalga pik amplitüd değerleri belirlenmiş, gruplara göre ortalama, standart sapma, en küçük ve en büyük değerleri Tablo 4.3’de verilmiştir.

Tablo 4.3. Gruplara Ait S- ABR Dalga Pik Amplitüd (μV) Değerleri.

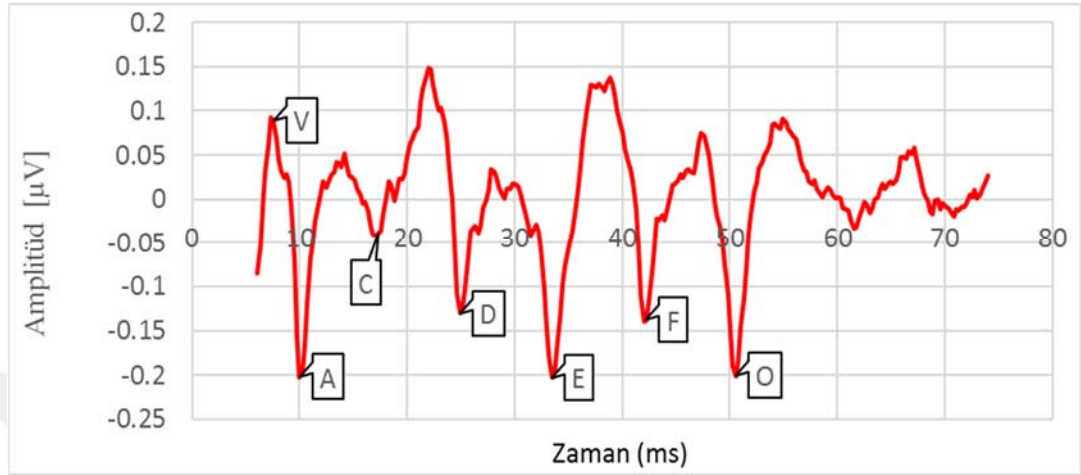
GRUP I					GRUP II				TÜM KATILIMCILAR				P
(N=15)					(N=15)				(N=30)				
DALGA PİK	Ort.	SS	En küçük	En büyük	Ort.	SS	En küçük	En büyük	Ort.	SS	En küçük	En büyük	
V	0,12	0,07	0,03	0,25	0,13	0,05	0,07	0,21	0,13	0,06	0,03	0,25	0,784
A	-0,24	0,09	-0,49	-0,12	-0,21	0,06	-0,34	-0,13	-0,22	0,08	-0,49	-0,12	0,263
C	-0,09	0,05	-0,17	-0,03	-0,08	0,05	-0,17	-0,02	-0,09	0,05	-0,17	-0,02	0,341
D	-0,16	0,06	-0,27	-0,06	-0,19	0,05	-0,27	-0,08	-0,17	0,06	-0,27	-0,06	0,284
E	-0,22	0,08	-0,36	-0,09	-0,26	0,07	-0,37	-0,13	-0,24	0,08	-0,37	-0,09	0,205
F	-0,16	0,09	-0,33	-0,03	-0,19	0,09	-0,42	-0,06	-0,17	0,09	-0,42	-0,03	0,379
O	-0,23	0,1	-0,44	-0,06	-0,18	0,05	-0,27	-0,09	-0,20	0,09	-0,44	-0,06	0,070

p<0.05

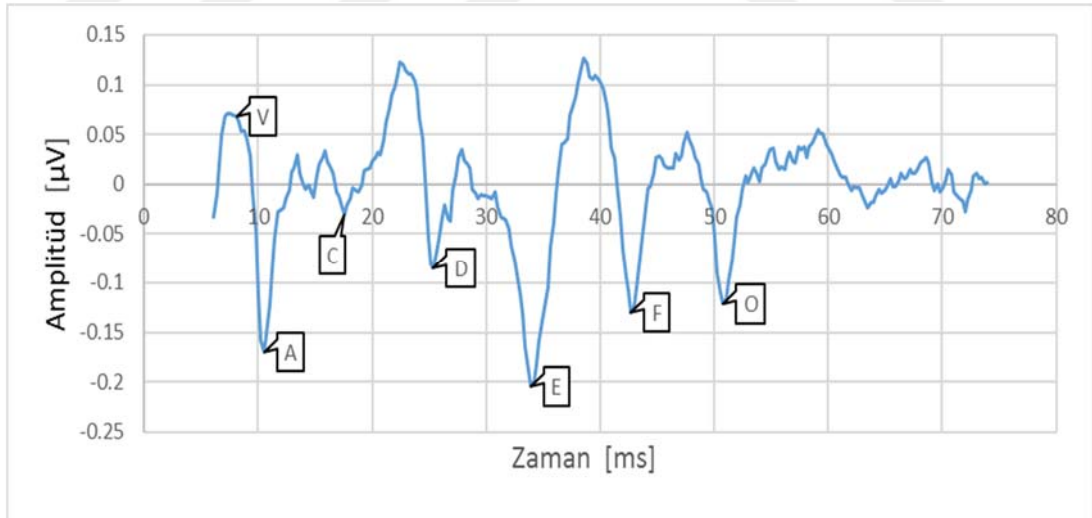
S-ABR dalga pik amplitüd değerlerinin karşılaştırılması için t-test ile yapılan istatistiksel analizde Grup I ve Grup II arasında anlamlı fark bulunmamıştır ($p>0,05$). Gruplara ait dalga pik amplitüd değerlerinin benzer olduğu tespit edilmiştir. Dalga pik amplitüd değerleri Grafik 4.2.'de birlikte gösterilmiştir.

**Grafik 4.2.** Gruplara Ait S-ABR Dalga Pik Amplitüd Karşılaştırması.

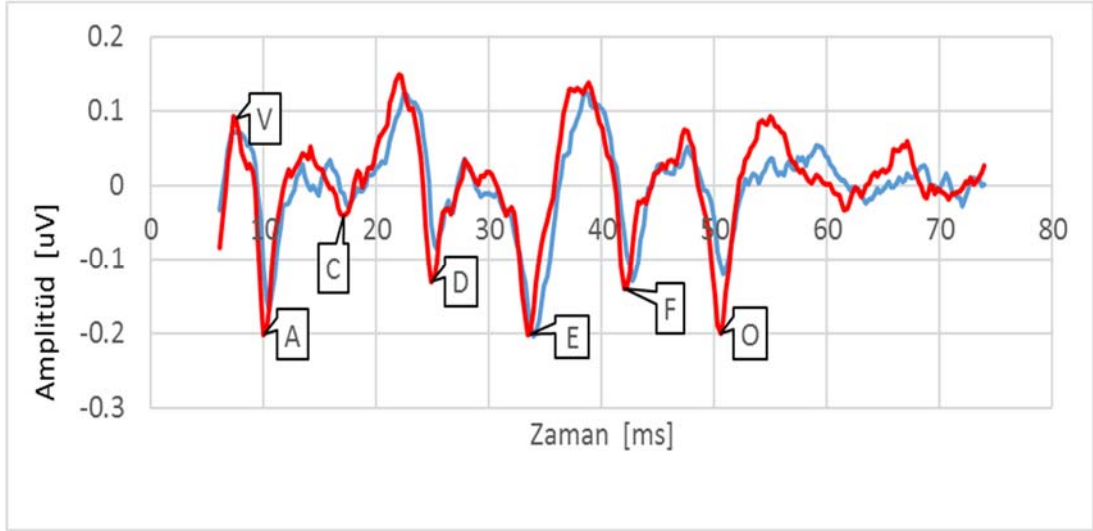
Gruplara ait dalga pik latans ve amplitüd bilgisini içeren S-ABR *grand average* dalga formlarının *time domain* gösterimi Grafik 4.3., 4.4., 4.5. ve 4.6.'da sunulmuştur.



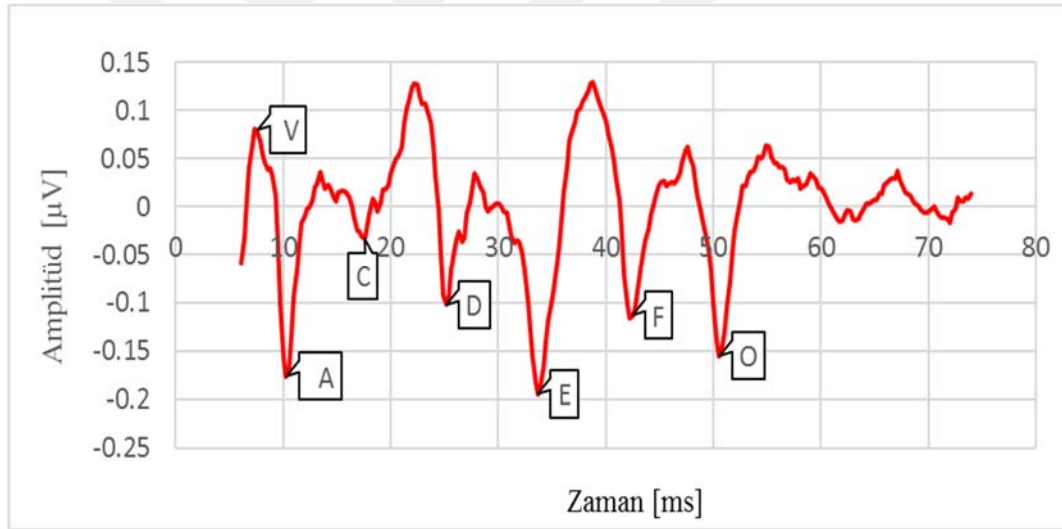
Grafik 4.3. Grup I *Grand Average Time Domain* Gösterim.



Grafik 4.4. Grup II *Grand Average Time Domain* Gösterim.



Grafik 4.5. Grup I ve II *Grand Average Time Domain* Gösterim.



Grafik 4.6. Tüm Katılımcılara Ait *Grand Average Time Domain* Gösterim

4.2.2. Frequency Domain Gösterime Ait Bulgular

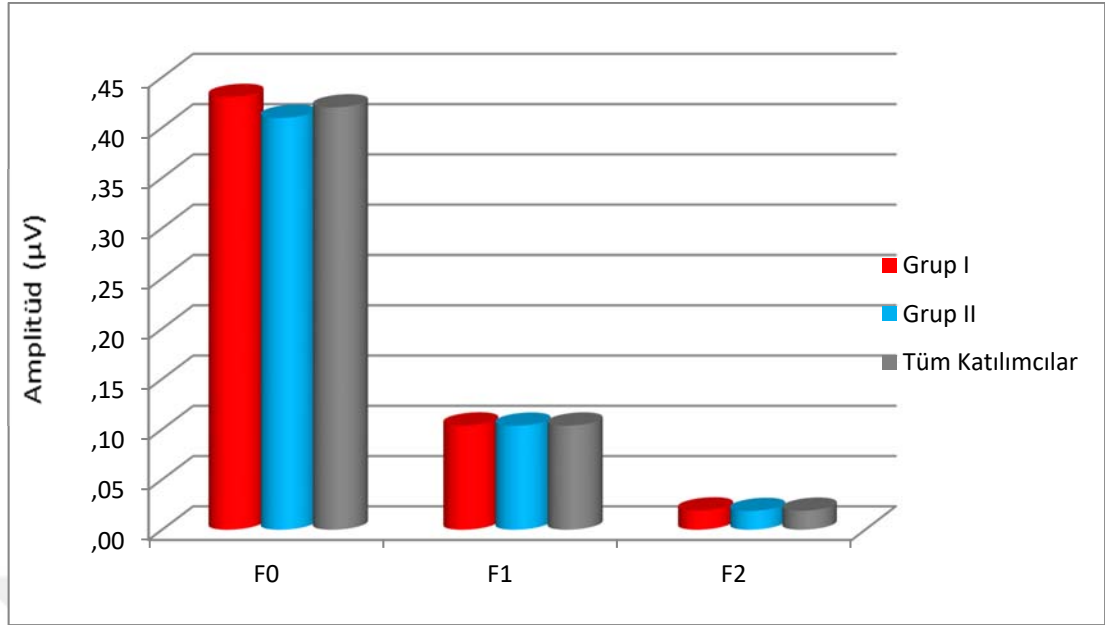
Çalışmaya katılan tüm bireylerin spektral pik (fundamental frekans, ilk formant ve yüksek formant frekans) amplitüd büyüklükleri belirlenmiş ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 4.4.'de verilmiştir.

Tablo 4.4. Gruplara Ait Spektral Pik Amplitüd (μV) Değerleri.

SPEKTRAL PİK	GRUP I		GRUP II		TÜM KATILIMCILAR			p
	(N=15)		(N=15)		(N=30)			
	Ort.	SS	Ort.	SS	Ort.	SS		
F0	0,430	0,138	0,410	0,204	0,420	0,172	,747	
F1	0,104	0,030	0,104	0,043	0,104	0,037	,988	
F2_HF	0,019	0,006	0,019	0,005	0,019	0,006	,811	

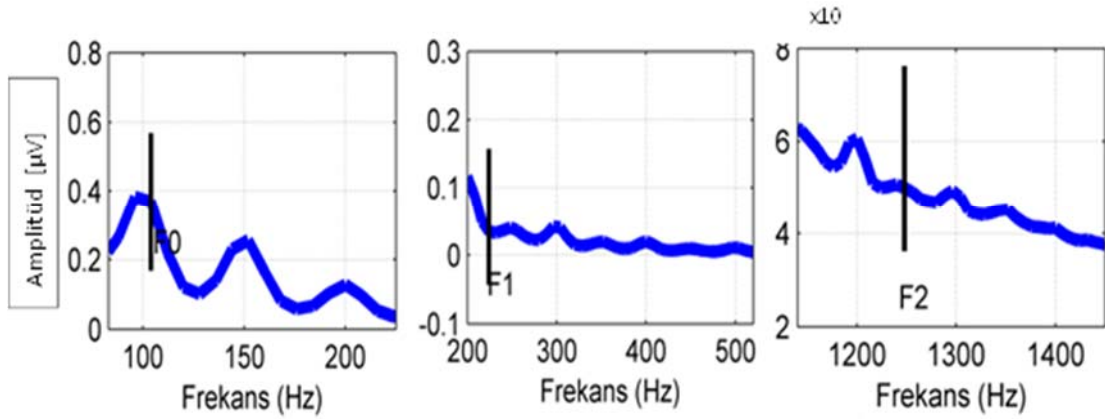
p<0.05

Gruplara ait F0, F1 ve F2_HF spektral pik amplitüd değerlerinin karşılaştırılması için t-test ile yapılan istatistiksel analizde Grup I ve Grup II arasında anlamlı fark tespit edilmemiştir ($p>0,05$). Gruplara ait spektral pik amplitüd değerleri Grafik 4.7.'de birlikte gösterilmiştir.

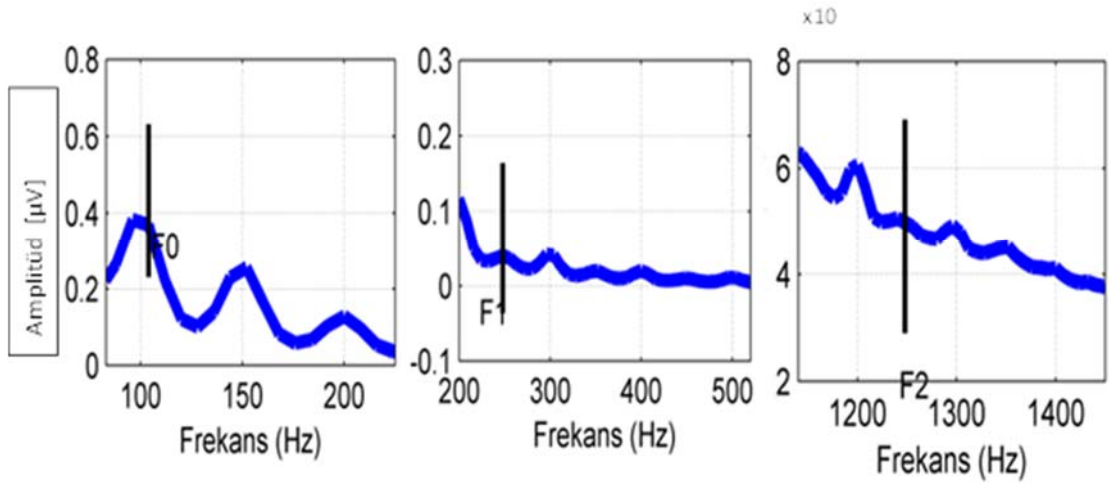


Grafik 4.7. Gruplara Ait S-ABR Spektral Pik Amplitüd Karşılaştırması.

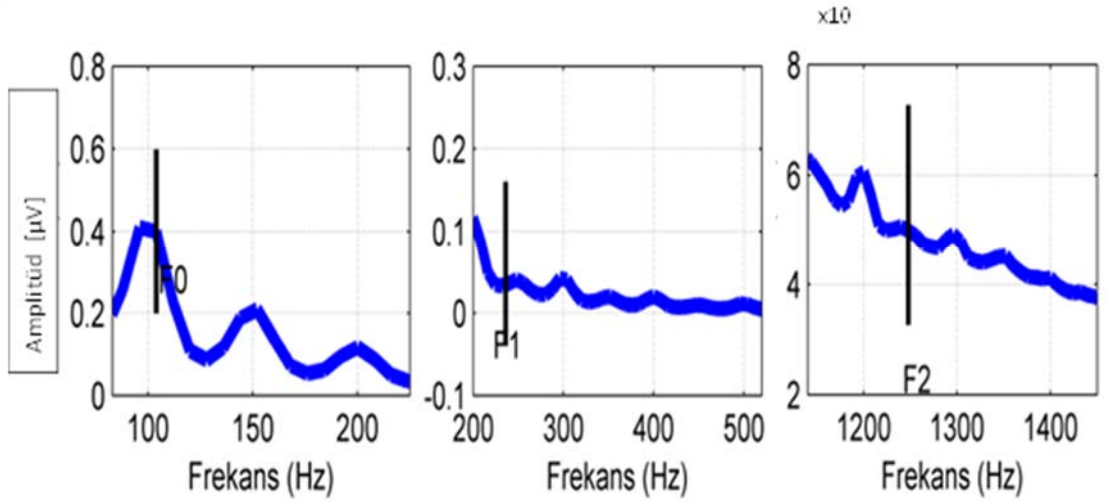
Gruplara ait spektral piklerin *grand average frequency domain* gösterimi Grafik 4.8., 4.9., 4.10. 'da verilmiştir.



Grafik 4.8. Grup I *Grand Average Frequency Domain* Gösterim.



Grafik 4.9. Grup II *Grand Average Frequency Domain* Gösterim.



Grafik 4.10. Tüm Katılımcılara Ait *Grand Average Frequency Domain* Gösterim.

4.2.3. Dalga Piklerinin Belirlenme Oranları

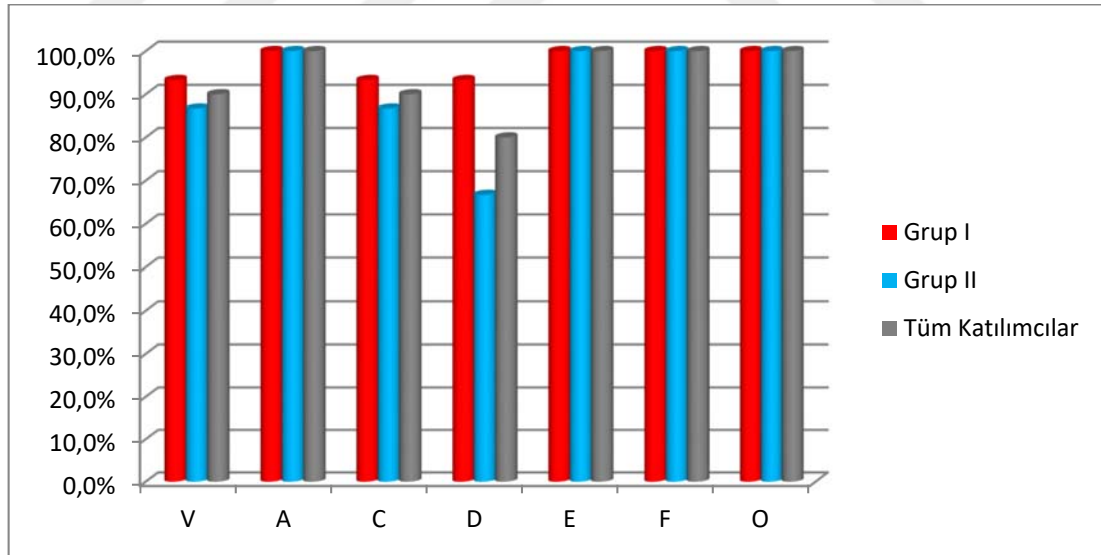
Çalışmaya katılan tüm bireylerde 7 majör dalga pikin (V, A, C, D, E, F, O) belirlenme oranları hesaplanmış ve % değerleri Tablo 4.5.'de verilmiştir.

Tablo 4.5. Gruplara Ait Dalga Pik Belirlenme Oranları.

PİK	GRUP I	GRUP II	TÜM KATILIMCILAR	p
	%	%	%	
V	93,3	86,7	90	1,000
A	100	100	100	
C	93,3	86,7	90	1,000
D	93,3	66,7	80	0,169
E	100	100	100	
F	100	100	100	
O	100	100	100	

$p < 0.05$

Gruplara ait dalga piklerinin belirlenme oranlarının karşılaştırılması için t-test ile yapılan istatistiksel analizde, gruplar arası anlamlı fark bulunmamıştır ($p > 0,05$). Gruplara ait oranlar Grafik 4.11. 'de birlikte gösterilmiştir.

**Grafik 4.11.** Gruplara Ait Dalga Pik Belirlenme Oranlarının Karşılaştırılması.

4.2.4. Çalışma Verilerinin Amerikan Normatif Veri ile Karşılaştırması

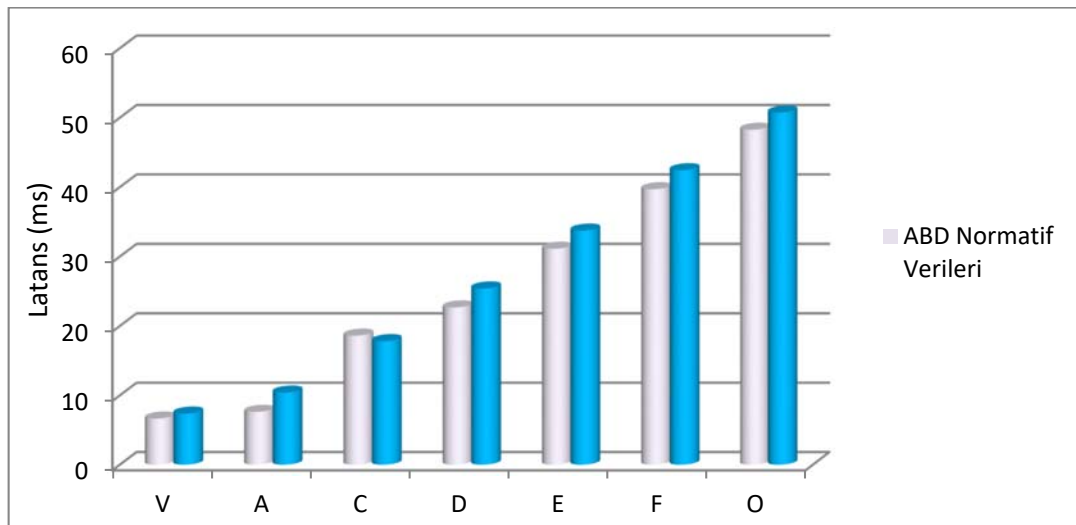
Çalışmaya katılan tüm bireylerden elde edilen V, A, C, D, E, F, O dalga pik latans değerleri, aynı yaş grubu Amerikan normatif değerler ile karşılaştırılmış, gruplara ait değerler Tablo 4.6.'da sunulmuştur.

Tablo 4.6. Gruplara Ait Dalga Pik Latans (ms) Değerleri

DALGA PİK	ABD Normatif Verileri		Çalışma Verileri		P
	Ort.	SS	Ort.	SS	
V	6,65	0,27	7,37	0,63	0,000*
A	7,62	0,35	10,4	0,43	0,000*
C	18,6	0,68	17,81	1,11	0,001*
D	22,67	0,59	25,4	0,64	0,000*
E	31,12	0,53	33,73	0,6	0,000*
F	39,7	0,57	42,43	0,67	0,000*
O	48,26	0,43	50,74	0,82	0,000*

$p < 0.001$

Grupların V, A, C, D, E, F, O dalga pik latans karşılaştırmasında t-test kullanılmış ve tüm latanslarda istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p < 0.05$). Çalışmamızdan elde edilen dalga pik latans değerleri, Amerikan değerlerinden daha uzun olarak tespit edilmiştir. Gruplara ait latanslar Grafik 4.12.'de birlikte gösterilmiştir.



Grafik 4.12. Gruplara Ait Pik Latans Karşılaştırması.

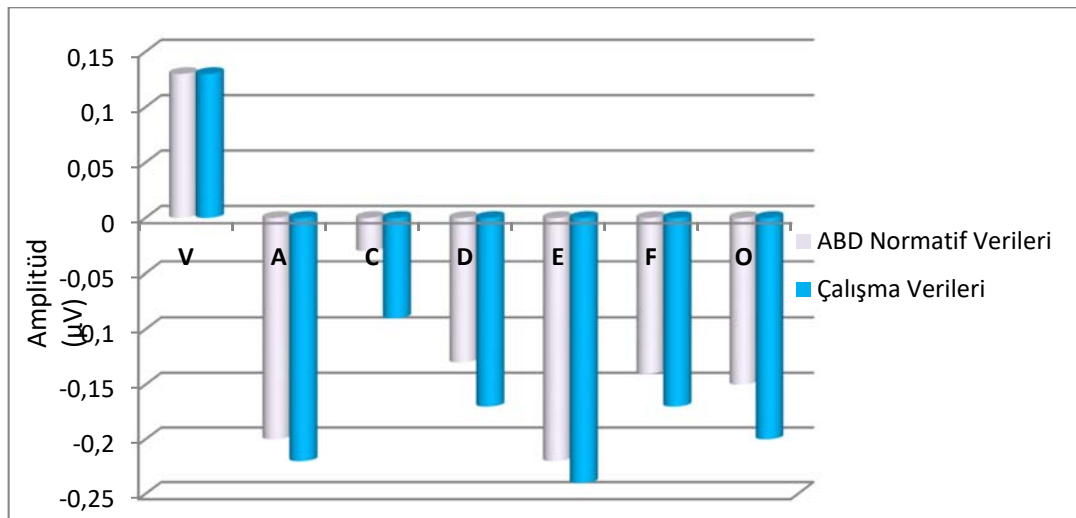
Çalışmaya katılan tüm bireylerden elde edilen V, A, C, D, E, F, O dalga pik amplitüd değerleri, aynı yaş grubuna ait Amerikan normatif değerler ile karşılaştırılmış, gruplara göre değerler Tablo 4.7.'de verilmiştir.

Tablo 4.7. Gruplara Ait Dalga Pik Amplitüd (μV) Değerleri.

DALGA PİK	ABD Normatif Verileri		Çalışma Verileri		p
	Ort.	SS	Ort.	SS	
V	0,13	0,05	0,13	0,06	,927
A	-0,2	0,06	-0,22	0,08	,068
C	-0,03	0,06	-0,09	0,05	,000*
D	-0,13	0,07	-0,17	0,06	,002*
E	-0,22	0,06	-0,24	0,08	,128
F	-0,14	0,09	-0,17	0,09	,029*
O	-0,15	0,06	-0,2	0,09	,001*

* $p < 0.05$

Grupların V, A, C, D, E, F, O dalga pik amplitüd karşılaştırmasında t-test kullanılmış ve C, D, F, O amplitüdlerinde anlamlı farklılık bulunmuştur ($p < 0.05$). Çalışmamızdan elde edilen dalga pik amplitüdlerinin, Amerikan norm değerlerinden daha büyük olduğu tespit edilmiştir. Gruplara ait amplitüd büyüklükleri Grafik 4.13.'de birlikte gösterilmiştir.



Grafik 4.13. Gruplara Ait Pik Amplitüd Karşılaştırması.

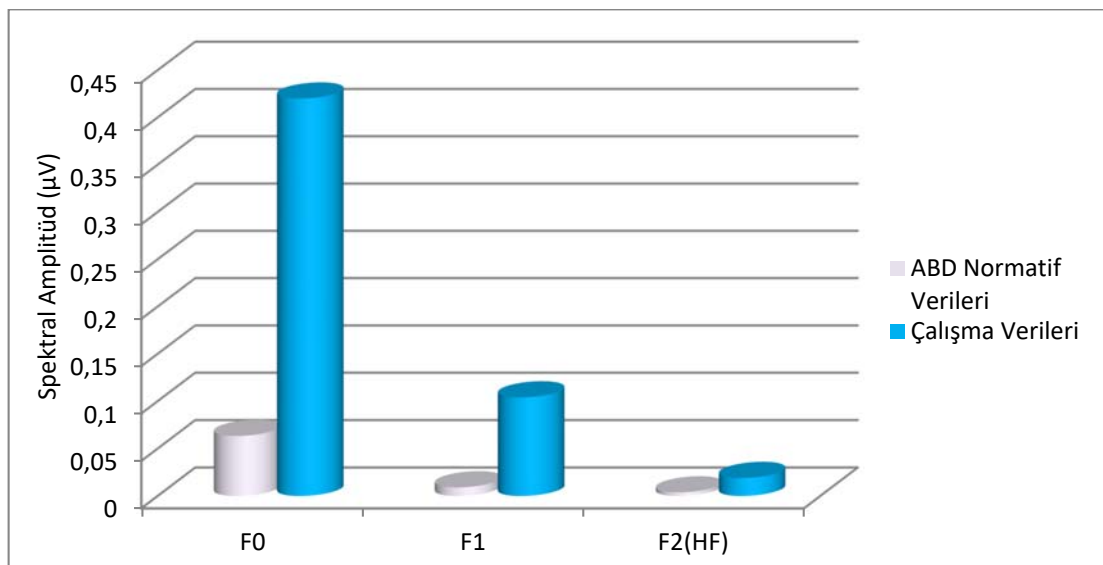
Çalışmaya katılan tüm bireylerden elde edilen F0, F1 ve F2_HF spektral pik amplitüd değerleri, aynı yaş grubu Amerikan normatif değerler ile karşılaştırılmış, gruplara göre değerler Tablo 4.8.'de verilmiştir.

Tablo 4.8. Gruplara Ait Spektral Pik Amplitüd (μV) Değerleri

SPEKTRAL PİK	ABD Normatif Verileri		Çalışma Verileri		P
	Ort.	SS	Ort.	SS	
F0	0,063	0,027	0,420	0,172	,000*
F1	0,009	0,004	0,104	0,037	,000*
F2_HF	0,003	0,001	0,019	0,006	,000*

$p < 0.001$

Spektral pik amplitüd değerlerinin karşılaştırılması için t-test ile yapılan istatistiksel analizde gruplar arası tüm değerler için anlamlı fark bulunmuştur ($p < 0.05$). Çalışmamıza ait F0, F1 ve F2_HF amplitüd değerleri Amerikan verilerine kıyasla daha büyük elde edilmiştir. Gruplara ait spektral amplitüd büyüklükleri Grafik 4.14.'da birlikte gösterilmiştir.



Grafik 4.14. Gruplara Ait Spektral Pik Amplitüd Karşılaştırması

5. TARTIŞMA

Akustik bir uyarının işitsel kortekse iletilip, anlamlandırılabilmesi için öncelikle dış ve orta kulak aracılığı ile mekanik olarak kokleaya aktarılması, kokleada spektral analizlerin yapılması, ardından 8.sinire aktarımı ve kodlanması, kodlanan bilginin beyinsapında bulunan çekirdeklere sorunsuz şekilde iletilmesi, bu çekirdeklerde zaman, frekans gibi uyarının özelliklerine göre nöral kodlamanın yapılıp, işitsel kortekse doğru bir şekilde aktarılması olarak özetlenebilecek bir dizi karmaşık süreçten geçmesi gerekmektedir (18). Bu sürecin önemli basamaklarından biri olan beyinsapı seviyesinde konuşma uyarısının nöral kodlamasının objektif olarak anlaşılabilmesi, sadece konuşma uyararı kullanılarak elde edilmiş elektrofizyolojik değerlendirmeler ile mümkündür (16, 18). S-ABR işitsel beyinsapı seviyesinde kompleks konuşma uyarısının zaman ve frekans kodlamasının değerlendirildiği nörofizyolojik bir ölçümdür (14, 18, 36).

S-ABR, disleksi, spesifik dil bozukluğu, işitme kaybı, işitsel işleme bozuklukları ve otitis media gibi hastalıkların değerlendirilmesi için kullanıldığı gibi okul öncesi çocuklarda okuma-yazma süreçlerinde meydana gelebilecek olası değişiklikleri erken ve doğru bir şekilde tahmin etmede de kullanılabilen objektif ve hızlı bir değerlendirme yöntemidir (12, 19).

Literatüre sunulmuş parametrik araştırmalar, araştırmacılara ve klinisyenlere belli bir yön verebilir ancak, özellikle norm verilerin aynı şekilde kullanılması konusunda, verilerin toplanmış olduğu denek grubu, toplama yöntemi, kullanılan parametreler ve analiz yöntemleri gibi bilgilere detaylı şekilde sahip olunması gerekmektedir (12). S-ABR gibi elektrofizyolojik değerlendirmelerde, norm verileri elde etmek için uygulanmış parametreleri kullanarak ölçüm yapmak oldukça önemlidir. S-ABR yaş, cinsiyet, uyarı ve durasyonu, uyarının sunum şekli, uyarı şiddeti, işitsel eğitim, ırk, dil deneyimi gibi birçok değişkenden etkilenmektedir (5, 29, 33, 36-40). Yaş değişkeni için, S-ABR dalga pikleri 5 yaşından itibaren matürasyonla ilişkili olarak 8-13 yaş okul çağı çocuklarına benzer zaman ve

morfolojide ortaya çıkmaktadır (16, 19), S-ABR kaydının 5 yaş altı çocuklardan elde edilmesi veya bu değerlerin çocuk ya da yetişkin norm veriler ile karşılaştırılıp, yorumlanması ciddi sorunlara yol açabilir.

Ansari ve ark.(41) normal işiten 60-75 yaş arası geriatrik grup ile 18-25 yaş arası yetişkin grup karşılaştırması yaptıkları çalışmalarında, hem latans hem de amplitüd değerleri açısından gruplar arası önemli farklılıklar bulduklarını belirtmişlerdir. Yaşın artmasından kaynaklı genel sistemik dejenerasyonun, subkortikal alanda nöral senkronizasyon bozukluklarına yol açtığını ve S-ABR değerlendirmesinde yaşın önemli bir parametre olduğunu vurgulamışlardır.

Jalaei ve ark. (33) cinsiyet farklılıklarını araştırdıkları çalışmalarında, kadın ve erkek bireyler arasında özellikle *onset* cevabın amplitüd ve latansında önemli farklılıklar olduğu ve cinsiyete özgü norm verinin yararlı olacağını bildirmişlerdir.

Zakaria ve ark.(38) 2016 yılında yaptıkları çalışmalarında, Asya ırkına sahip Malay ve Çin halkının, benzer anatomik yapılarla sahip olmaları nedeni ile benzer S-ABR değerleri elde ettiklerini, fakat bu verileri Kafkas ırkına mensup bireylerin norm verileri ile karşılaştırdıklarında anlamlı farklılıklar tespit ettiklerini, ırka özgü normatif verilere ihtiyaç olduğunu bildirmişlerdir.

S-ABR ölçümünde aynı konuşma uyararı kullanılsa dahi, uyarının durasyonu farklı ise elde edilen cevapların farklı olacağı belirtilmiştir. Nada ve ark.(40) kullandıkları /da/ uyarısının durasyonunu, 40 ms yerine 206 ms olarak seçtiklerinde, tüm dalga pik latanslarının önemli derecede uzadığını bildirmişlerdir.

S-ABR verilerinin farklı gruplarda güvenilir şekilde yorumlanması için her araştırma merkezi veya kliniğin, kendi normatif çalışmasını yürütmesinin uygun olacağı belirtilmektedir (12, 33).

Çalışmamızda 18-35 yaş arası, ana dili Türkçe olan sağlıklı bireylerden, S-ABR kaydı yapılarak, cevabın 7 majör (V, A, C, D, E, F, O) dalga pik latans ve amplitüd bilgisini içeren *time domain* gösterimi ile spektral piklerin (F0, F1, F2_HF) amplitüd bilgisini içeren *frequency domain* gösterimine ait normatif değerler belirlenmiştir.

Literatürde konuşma uyararı ile yapılan kayıtların büyük çoğunluğu, Northwestern Üniversitesi'nde Dr.Nina Kraus'un geliştirdiği /da/ uyararı ve S-ABR ölçümü için özel olarak tasarlanmış, latans, amplitüd vb. tüm değerleri otomatik olarak analiz eden bir modül aracılığı ile yapılmıştır, diğer çalışmalarda, uyarılmış potansiyelleri değerlendiren farklı marka sistemler ve farklı konuşma uyararıları kullanılmıştır. Çalışmamızda ise Kraus'un /da/ uyararı kullanılmış ancak uyararının sunumu, kayıt ve analizleri tarafımızdan hazırlanan sistem ile yapılmıştır.

Yapılan çalışmalarda, S-ABR analiz sonrası beklenen 7 adet dalga piki, tüm bireylerde aynı oranda elde edilemediği, belirlenebilirliği düşük olan C, D, E, F piklerinin olduğu belirtilmektedir (6, 11, 38, 42, 43).

Johnson ve ark. (11) 40 ms /da/ uyararı kullanarak 88 yetişkin bireyde monaural yaptıkları S-ABR kaydında, D piki % 95, E piki %98 ve diğer pikleri ise %100 oranında belirlediklerini bildirmişlerdir.

Hornickel ve ark.(6) 21-30 yaş aralığında bulunan bireylerden monaural sunum ile yaptıkları değerlendirmede V-A pikleri % 100 elde edilirken, D % 87.5, E % 91.6, F % 91.6, O piki %83.3 oranında elde edilmiştir.

Banai ve ark. (43) ve Rocha-Muniz ve ark. (44) çocuk grubunda yaptıkları kayıta C, D, F ve O piklerini elde ederken problem yaşadıklarını, bazı bireylerden elde edemediklerini belirtmişlerdir.

Ahadi ve ark.(42) ise binaural uyaran sunumu ile yetişkinlerden elde ettikleri kayıtlarda C, D, E dalga piklerinin elde edilemediği bireyler olduğunu iletmiştir. Binaural uyaran sunumu ile yaptığımız çalışmamızda, S-ABR dalga formu tüm bireylerden elde edilmiş olmakla birlikte literatür ile benzer şekilde bazı bireylerde V, C, D pikleri belirlenememiştir, V- C % 90, D % 80 oranında, diğer pikler ise tüm bireylerde elde edilmiştir. Pik C'nin amplitüd büyüklüğünün diğer piklere oranla çok küçük olması, V ve D piklerinin ise EEG aktivitesinin arka plandaki dalgalanmalar ve gürültüden etkilenmesi nedeni ile bu dalga piklerinin tespiti zorlaşmaktadır (38).

S-ABR değerlendirmesinde önemli parametrelerden cinsiyetin etkisi ile ilgili çalışmalar, literatürde oldukça sınırlıdır (33).

Jalaei ve ark. (33) 19-30 yaş arası 29 sağlıklı bireyde kafa büyüklüğünün cinsiyet üzerine etkisini değerlendirdikleri S-ABR kayıtlarında, cinsiyetler arasında anlamlı derecede kafa büyüklüğü farkının olduğu, daha küçük kafa ölçüsüne sahip kadınların, V-A pik latanslarının daha kısa ve pik amplitüdlerinin daha büyük olduğunu tespit etmişlerdir. FFR cevaplarında ise fark bulamamışlardır. Buldukları farklılıkların yalnızca kafa büyüklüğü ile ilgili olamayacağını beynin kapladığı alan, kafatası inceliği, daha kısa sinir fibrilleri, kokleanın boyutu gibi anatomik yapı farklılıklarından olabileceği gibi hormonal farklılıktan da kaynaklanabileceğini ileri sürmüşlerdir.

Trune ve ark. (45) eşit kafa büyüklüğüne sahip yetişkin kadın ve erkek bireyler arasında, işitsel beyinsapı cevapları üzerinde yaptıkları çalışmada, ABR latanslarının farklı olduğunu, kafa büyüklüğünün önemli bir etken olmadığını bildirmişlerdir.

Ahadi ve ark. (46) yaş aralığı 20-28 olan 48 sağlıklı bireyden elde ettikleri verilerde, kadınların V-A pik latanslarının daha kısa F0, F1 ve yüksek frekans spektral amplitüdlere ise daha büyük olduğunu tespit etmişlerdir. Cinsiyetler arası farklılıkta anatomik ve hormonal etmenlerin yanı sıra vücut ısı, orta kulak transfer

fonksiyonu gibi değişkenlerin de etkili olabileceğini belirtmişlerdir. Binaural dinlemenin günlük yaşantıya daha çok benzediği ve daha gür bir ses algısı yaratması sebebiyle, uyarının frekans kodlamasını etkileyerek daha yüksek amplitüd değerleri elde edildiğini, norm veri oluştururken, uyarın sunum şeklinin de dikkate alınması gerektiği vurgulanmıştır.

Liu ve ark. (47) cinsiyet hormonlarının (estradiol ve testosteron) beyinsapındaki işitsel işlemeleme üzerine etkisini araştırmak amacı ile genç yetişkin grupta yaptıkları çalışmada, diğer çalışmalardan farklı olarak yalnızca V-A pik latansında değil D, E, F, O latans sresinde de kısalık ve V-A-F pik amplitüdlerinde kadınlar lehine artış tespit etmişlerdir. Bu sonuçlar ışığında uyarının başlangıç kısmına olan nöral cevapların kadınlarda daha senkronize olduğunu fakat beyinsapında bulunan nöronların, faz kilitleme yeteneğinin cinsiyet tarafından fazla etkilenmediğini bildirmişlerdir.

Liu ve arkadaşlarının diğer bir çalışmasında (48) bireyler 6-12 ve 24-34 yaş gruplarına ayrılarak karşılaştırılmış, yetişkin kadınların V-A-D-E-F dalga piklerinde, erkeklere göre kısa latans ve daha büyük amplitüde sahip olduğu fakat okul ağı çocuklarında cinsiyetler arası fark olmadığını, kız çocuklarında yaşın ilerlemesi ile birlikte latansların kısaldığı ve amplitdlerin büyüdüğünü tespit etmişleridir. Bu değişimin hormonların etkisine bağlı bir durum olabileceğini bildirmişlerdir.

Krizman ve ark. (5) 20-29 yaş arası sağlıklı bireyle yaptıkları çalışmalarında, erkeklere kıyasla kadınların dalga pik V ve A latansında kısalma, yüksek frekans (HF) spektral amplitüd değerinde artış elde ettiklerini ancak dalga pik amplitüd değerlerinde farklılık bulunmadığını dolayısıyla cinsiyetin amplitüd üzerinde farklılık yaratmadığını fakat latans sresinde etkili olduğunu bildirmişlerdir. Bu sonuçların, erkeklerdeki dil bozukluğunun daha fazla görülmesini aıklemek için temel oluşturabilecek nitelikte olduğunu vurgulamışlardır.

Literatürde cinsiyet farklılığına ait çalışmaların genel olarak ortak bulgusu, dalga pik latanslarının kadınlarda kısa olduğu yönündedir. Elde ettiğimiz veriler de bu literatür bilgisini desteklemektedir. Çalışmamızda V-A-F dalga piklerinin latansı kadınlarda daha kısa bulunmuşken, pik amplitüd ve spektral amplitüd değerlerinde fark bulunmamıştır. Bu bulgular, beyinsapı seviyesinde, konuşma uyarınının akustik içeriğine ait zamansal bilgisinin kodlamasında cinsiyetler arasında fark olduğunu ve kadınların zamansal kodlamayı daha erken yaptığını ancak frekans bilgisinin kodlamasında ise fark olmadığını göstermektedir. Erkek ve kadın genç yetişkinlerde, konuşma uyarısına karşılık ortaya çıkan nöral yanıtlar, objektif olarak ölçülebilir şekilde farklı bulunmuştur.

Ahadi ve ark. (42) monaural ve binaural uyaran sunumunu karşılaştırdıkları çalışmalarında, binaural sunumun dalga pik latansı etkilemediği, amplitüdlere etkileyerek tüm dalga pik amplitüd (V, A, C, D, E, F, O) ve spektral amplitüdlere (F0, F1, F2_HF) büyük elde ettiklerini bildirmişlerdir. Amplitüdlerdeki bu büyüklüğü, binaural dinlemede ortaya çıkan sumasyon etkisi ile uyarının yaklaşık 5 dB daha gür algılanmasının, iyi bir sinyal gürültü oranı yaratmasına bağlı olduğunu bildirmişlerdir. Binaural uyaran sunumu ile elde edilen çalışma verilerimiz, Ahadi ve arkadaşlarının binaural elde ettikleri pik amplitüd ve spektral amplitüd değerleri açısından benzerlik göstermektedir.

Zakaria ve ark. (38) monaural uyaran sunumu ile yaptıkları çalışmalarında, Asya ırkına mensup 2 etnik kökenden (Malay ve Çin) bireylerin S-ABR pik latans ve amplitüd değerlerinde fark bulunmadığını, kendi verilerini Amerikan norm verileri ile karşılaştırdıklarında ise 7 majör pikin tamamında daha kısa latans ve daha büyük amplitüd değerlerinin olduğunu tespit etmişlerdir. Bu farklılığın anatomik yapılarla özellikle kafa büyüklüğü ve kokleanın boyutu ile ilişkili olabileceği, Asya ırkının Amerikalılara göre daha küçük boy ve kafa yapısına sahip olmasından kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir. Çalışma verilerimizi, Zakaria ve ark. ile benzer şekilde 19-31 yaş arası Amerikan norm verileri (17) ile karşılaştırdığımızda çalışmamıza ait birçok veride istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. ($p < 0.05$) Çalışmamızda, C dalga piki dışındaki diğer dalga pikleri uzun latansa

sahipken C, D, F, O dalga pik amplitüd ve F0, F1 ve F2_HF spektral amplitüd değerleri daha büyük elde edilmiştir.

Tahaei ve ark. (27) 16-35 yaş aralığında bulunan sağlıklı 25 İranlı bireyden monaural uyaran sunumu ile elde ettikleri majör pik latans değerleri ile verilerimizi karşılaştırdığımızda yalnızca dalga pik V latans değeri benzerlik göstermektedir. Çalışmamızda latans değerleri daha uzun elde edilmiş F0, F1, F2_HF spektral amplitüd değerleri de daha büyük bulunmuştur.

Benzer yaş grubu Arap, Yahudi (49), İran (27) ve Amerikan (17) normatif verileri ile çalışma verilerimizi karşılaştırdığımızda, S-ABR değerleri benzeşmediği dikkati çekmektedir. Bu farklılığın temelinde kafa büyüklüğü, (33) kokleanın boyutu (5) gibi anatomik faktörler, ırk (38) ve konuşulan dil farklılığı gibi nedenler olabileceği, bununla birlikte bahsedilen çalışmalarda uyaran sunumunun çalışmamızın aksine, monaural olması sebebi ile de farklı değerler elde ettiğimiz düşüncesindeyiz.

Sanfins ve ark.(28) yaptıkları derleme çalışmasında, Arapça, Portekizce, Fransızca, Yunanca, Japonca, Farsça ana diline sahip bireylerden elde edilen S- ABR normatif verilerinin, Amerikan norm verileri ile iyi bir korelasyonunun bulunduğunu bildirmişlerdir.

Karawani ve ark. (49) köken olarak aynı dil ailesine mensup olan (Sami) Arapça ve İbranice ana diline sahip 37 kişilik 2 grupta, /da/ hecesinin ses çıkış zamanını (*Voice Onset Time*, VOT) ölçerek İngilizlere ait değerler ile karşılaştırmışlardır. İngilizcenin ayrı bir dil ailesi (Hint-Avrupa) grubundan olması ve VOT süresinin bu iki dilden farklı olması sebebiyle Arapça ve İbranice konuşan bireylerin S-ABR majör pik latans değerlerinin benzer, İngilizlerin ise farklı olacağını düşündükleri çalışmalarının neticesinde, her 3 ülke halkı için benzer latans değerleri tespit etmişlerdir. Karawani ve ark. kendi çalışma verilerine dayanarak, dil farklılığının S-ABR verilerini etkilemediği ve norm veri olarak Amerikan verilerinin

kullanılabileceğini öne sürmüşlerdir. Ancak bizim çalışmamızda elde edilen S-ABR değerlerini, istatistiksel olarak Amerikan norm verileri ile karşılaştırdığımızda, benzerlik söz konusu değildir. Karawani ve ark. çalışmalarında, Dünya dillerini yalnızca kökenine göre sınıflandırarak verilerini yorumlamışlardır fakat diller, dili oluşturan kelime ve eklerin yapı bakımından gösterdikleri benzerliklere göre de sınıflandırılabilir. Yapı bakımından Arapça, İbranice ve İngilizce çekimli diller grubundadır (50). Bu açıdan bakıldığında bu dilleri konuşan bireylerde benzer S-ABR değerlerinin çıkması, çalışmanın sonucunu açıklar niteliktedir. Türkçe ise farklı olarak eklemeli diller grubunda yer almakla birlikte uzun süreli dil deneyimi subkortikal işitsel işlemlemeyi değiştirir (39) bilgisinin, çalışmamıza ait S-ABR latans değerlerindeki farklılığı açıklamak için bir dayanak oluşturabileceğini düşüncesindeyiz.

Beyinsapı seviyesinde, konuşma sesine ait zaman ve frekans bilgisinin kodlamasını objektif olarak değerlendiren S-ABR'nin, güvenilir bir ölçüm aracı olarak kullanılabilmesi için uyaran ve durasyonu, uyarının sunum şekli, şiddeti, müzik ve dil deneyimi, yaş, cinsiyet, ırk gibi birçok parametrenin dikkate alınarak normatif verilerinin hazırlanmasının gerekli olduğu ve çalışmamızın ana dili Türkçe olan bireyler üzerinde yapılan ilk S-ABR verileri olması sebebi ile kliniklerde ve araştırmalarda kullanımının faydalı olacağı inancındayız.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Çalışmamızda 18-35 yaş arası, ana dili Türkçe olan sağlıklı bireylerden S-ABR kaydı yapılarak, cevabın 7 majör dalga (V, A, C, D, E, F, O) pik latans ve amplitüd bilgisini içeren *time domain* gösterimi ile spektral piklerin (F0 ,F1, F2_HF) amplitüd bilgisini içeren *frequency domain* gösterimine ait normatif değerler elde edilmiştir. Çalışmanın temel sonuç ve önerileri aşağıda sunulmuştur:

- 1- 18-35 yaş arası, sağlıklı genç yetişkin bireylerde, S-ABR kayıtları hazır bir cihaz kullanmadan açık kaynak kodlu olarak, güvenilir bir şekilde yapılmıştır.
- 2- S-ABR *time domain* ve *frequency domain* dalga formları tüm katılımcılardan elde edilmiştir.
- 3- *Time domain* gösterime ait majör dalga pikleri, kadınlarda daha yüksek oranda belirlenmiştir.
- 4- Her 2 cinsiyet için belirlenme oranı en düşük dalga piki, D olarak tespit edilmiştir.
- 5- Kadınlarda V-A-F dalga pik latans değerleri erkeklere göre daha kısa, amplitüd büyüklükleri ise benzer elde edilmiştir. Latans değerlerindeki anlamlı farklılığı temel alarak S-ABR'nin bu dalga piklerine denk gelen *onset* (V- A pikleri) ve *frequency following* (F piki) cevapları üzerinde cinsiyetin etkili olduğu ve kadınlarda konuşma seslerinin, beyin sapında zamansal olarak daha erken kodlandığı belirlenmiştir.
- 6- Spektral pikler açısından kadınlar ve erkekler arasında benzer değerler elde edilmiş, beyinsapında konuşma uyarana ait fundamental frekans ve harmoniklerinin enerji kodlamasında cinsiyetin etkili olmadığı tespit edilmiştir.
- 7- Türkçe konuşan bireylerden elde edilen değerler ile Amerikan normatif veriler karşılaştırıldığında, tüm dalga (V, A, C, D, E, F, O) piklerinin latans, C, D, F, O ve spektral piklerin (F0,F1,F2_HF) amplitüd değerlerinin istatistiksel olarak farklı olduğu tespit edilmiştir. Bu

farklılıklar, araştırma merkezleri ve kliniklerin kendi normatif değerlerini belirlemesi gerektiği görüşünü desteklemiştir.

- 8- Uyaran sunumunun S-ABR değerleri üzerinde etkili olması nedeni ile monaural sunum yapılarak ve yaş gruplarına (pediatrik-yetişkin-geriatrik) dikkat edilerek normatif verilerin elde edilmesi yararlı olacaktır.

Literatür incelendiğinde, Türkçe konuşan bireylerde S-ABR değerlendirmesi ile ilgili çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışma ile Türkçe konuşan, sağlıklı genç yetişkin bireylerde cinsiyete özgü normal S-ABR bulguları belirlenerek, referans değerler elde edilmiştir. Bu verilerin klinik kullanıma girmesi ve farklı gruplarda yapılacak çalışmalara kaynak olması yönünde bir katkı sağladığı düşünülmektedir.

7. KAYNAKLAR

1. Gelfand SA. Hearing: An introduction to psychological and physiological acoustics: CRC Press; 2016.
2. Moore BC. An introduction to the psychology of hearing. USA: Elseiver; 2003.
3. Stanley G. Essential of Audiology: New York. Stuttgart: Theime; 2001.
4. Chandrasekaran B, Kraus N. The scalp-recorded brainstem response to speech: Neural origins and plasticity. *Psychophysiology*. 2010;47(2):236-46.
5. Krizman J, Skoe E, Kraus N. Sex differences in auditory subcortical function. *Clinical Neurophysiology*. 2012;123(3):590-7.
6. Hornickel J, Skoe E, Kraus N. Subcortical laterality of speech encoding. *Audiology and Neurotology*. 2009;14(3):198-207.
7. Cheung C, Hamilton LS, Johnson K, Chang EF. The auditory representation of speech sounds in human motor cortex. *Elife*. 2016;5:e12577.
8. Mitterer H, Cutler A. Speech perception. *Encyclopedia of Language and Linguistics* (vol 11): Elsevier; 2006. p. 770-82.
9. Abrams DA, Kraus N. Auditory pathway representations of speech sounds in humans. *Issues in Hand Book of Clinical Audiology* 2009. p. 611-76.
10. Russo N, Nicol T, Musacchia G, Kraus N. Brainstem responses to speech syllables. *Clinical Neurophysiology*. 2004;115(9):2021-30.
11. Johnson KL, Nicol TG, Kraus N. Brain stem response to speech: a biological marker of auditory processing. *Ear and hearing*. 2005;26(5):424-34.
12. Sanfins MD, Skarzynski PH, Colella-Santos MF. Speech-Evoked Brainstem Response. *Advances in Clinical Audiology: InTech*; 2017.
13. Muş N, Özdamar Ö. İşitsel Beyin Sapı Yanıtları 2005.
14. Skoe E, Kraus N. Auditory brainstem response to complex sounds: a tutorial. *Ear and hearing*. 2010;31(3):302.
15. Nicol T, Kraus N. Speech-sound encoding: physiological manifestations and behavioral ramifications. *Supplements to Clinical neurophysiology*. 2004;57:628-34.
16. Hornickel J, Knowles E, Kraus N. Test-retest consistency of speech-evoked auditory brainstem responses in typically-developing children. *Hearing research*. 2012;284(1):52-8.
17. Song JH, Nicol T, Kraus N. Test-retest reliability of the speech-evoked auditory brainstem response. *Clin Neurophysiol*. 2011;122(2):346-55.
18. Sinha SK, Basavaraj V. Speech evoked auditory brainstem responses: a new tool to study brainstem encoding of speech sounds. *Indian Journal of Otolaryngology and Head & Neck Surgery*. 2010;62(4):395-9.
19. Johnson KL, Nicol T, Zecker SG, Kraus N. Developmental plasticity in the human auditory brainstem. *Journal of Neuroscience*. 2008;28(15):4000-7.
20. Wible B, Nicol T, Kraus N. Atypical brainstem representation of onset and formant structure of speech sounds in children with language-based learning problems. *Biological psychology*. 2004;67(3):299-317.
21. King C, Warrier CM, Hayes E, Kraus N. Deficits in auditory brainstem pathway encoding of speech sounds in children with learning problems. *Neuroscience letters*. 2002;319(2):111-5.

22. Gabr TA, Darwish ME. Speech auditory brainstem response audiometry in children with specific language impairment. *Hearing, Balance and Communication*. 2016;14(1):50-8.
23. Liu JF, Wang NY, Fu X, Li L, Li JL, Wen XH, et al. [Comparison of the basic characters of speech-evoked auditory brainstem response between school-age children and young adults]. *Zhonghua Er Bi Yan Hou Tou Jing Wai Ke Za Zhi*. 2012;47(8):646-50.
24. Bellier L, Veuillet E, Vesson JF, Bouchet P, Caclin A, Thai-Van H. Speech Auditory Brainstem Response through hearing aid stimulation. *Hear Res*. 2015;325:49-54.
25. Krishnamurti S, Forrester J, Rutledge C, Holmes GW. A case study of the changes in the speech-evoked auditory brainstem response associated with auditory training in children with auditory processing disorders. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2013;77(4):594-604.
26. Schoof T, Rosen S. The role of age-related declines in subcortical auditory processing in speech perception in noise. *Journal of the Association for Research in Otolaryngology*. 2016;17(5):441-60.
27. Tahaei AA, Ashayeri H, Pourbakht A, Kamali M. Speech evoked auditory brainstem response in stuttering. *Scientifica (Cairo)*. 2014;2014:328646.
28. Sanfins M, Colella-Santos M. A review of the clinical applicability of speech-evoked auditory brainstem responses. *Journal of Hearing Science*. 2016;6(1):9-16.
29. Akhoun I, Gallégo S, Moulin A, Ménard M, Veuillet E, Berger-Vachon C, et al. The temporal relationship between speech auditory brainstem responses and the acoustic pattern of the phoneme/ba/in normal-hearing adults. *Clinical Neurophysiology*. 2008;119(4):922-33.
30. Kumar K, Bhat JS, D'Costa PE, Srivastava M, Kalaiah MK. Effect of Stimulus Polarity on Speech Evoked Auditory Brainstem Response. *Audiol Res*. 2013;3(1):e8.
31. Aiken SJ, Picton TW. Envelope and spectral frequency-following responses to vowel sounds. *Hearing research*. 2008;245(1):35-47.
32. Dhar S, Abel R, Hornickel J, Nicol T, Skoe E, Zhao W, et al. Exploring the relationship between physiological measures of cochlear and brainstem function. *Clinical Neurophysiology*. 2009;120(5):959-66.
33. Jalaei B, Zakaria MN, Mohd Azmi MHA, Nik Othman NA, Sidek D. Gender Disparities in Speech-evoked Auditory Brainstem Response in Healthy Adults: Any Relation to Head Size? *Annals of Otology, Rhinology & Laryngology*. 2017;126(4):290-5.
34. Guidelines for Audiologic Screening. American Speech-Language-Hearing Association. 1997.
35. Onusko E. Tympanometry. *American family physician*. 2004;70(9):1713-20.
36. Akhoun I, Moulin A, Jeanvoine A, Menard M, Buret F, Vollaire C, et al. Speech auditory brainstem response (speech ABR) characteristics depending on recording conditions, and hearing status: an experimental parametric study. *J Neurosci Methods*. 2008;175(2):196-205.
37. Kumar Neupane A, Gururaj K, Mehta G, Sinha SK. Effect of Repetition Rate on Speech Evoked Auditory Brainstem Response in Younger and Middle Aged Individuals. *Audiol Res*. 2014;4(1):106.

38. Zakaria MN, Jalaei B, Aw CL, Sidek D. Are speech-evoked auditory brainstem response (speech-ABR) outcomes influenced by ethnicity? *Neurol Sci.* 2016;37(6):943-8.
39. Russo NM, Nicol TG, Zecker SG, Hayes EA, Kraus N. Auditory training improves neural timing in the human brainstem. *Behavioural brain research.* 2005;156(1):95-103.
40. Nada NM, Kolkaila EA, Gabr TA, El-Mahallawi TH. Speech auditory brainstem response audiometry in adults with sensorineural hearing loss. *Egyptian Journal of Ear, Nose, Throat and Allied Sciences.* 2016;17(2):87-94.
41. Ansari M, Rangasayee R, Ansari M. Neurophysiological aspects of brainstem processing of speech stimuli in audiometric-normal geriatric population. *The Journal of Laryngology & Otology.* 2017;131(3):239-44.
42. Ahadi M, Pourbakht A, Jafari AH, Jalaie S. Effects of stimulus presentation mode and subcortical laterality in speech-evoked auditory brainstem responses. *International journal of audiology.* 2014;53(4):243-9.
43. Banai K, Hornickel J, Skoe E, Nicol T, Zecker S, Kraus N. Reading and subcortical auditory function. *Cerebral cortex.* 2009;19(11):2699-707.
44. Rocha-Muniz CN, Befi-Lopes DM, Schochat E. Investigation of auditory processing disorder and language impairment using the speech-evoked auditory brainstem response. *Hear Res.* 2012;294(1-2):143-52.
45. Trune DR, Mitchell C, Phillips DS. The relative importance of head size, gender and age on the auditory brainstem response. *Hearing research.* 1988;32(2):165-74.
46. Ahadi M, Pourbakht A, Jafari AH, Shirjian Z, Jafarpisheh AS. Gender disparity in subcortical encoding of binaurally presented speech stimuli: an auditory evoked potentials study. *Auris Nasus Larynx.* 2014;41(3):239-43.
47. Liu J, Wang D, Li X, Wang N. Association Between Sex and Speech Auditory Brainstem Responses in Adults, and Relationship to Sex Hormone Levels. *Medical Science Monitor: International Medical Journal of Experimental and Clinical Research.* 2017;23:2275.
48. Liu J, Fu X, Wang D, Li X, Wang N. The sex difference of speech evoked auditory brainstem responses in children and young adults. *Zhonghua er bi yan hou tou jing wai ke za zhi= Chinese journal of otorhinolaryngology head and neck surgery.* 2016;51(8):583-8.
49. Karawani H, Banai K. Speech-evoked brainstem responses in Arabic and Hebrew speakers. *International journal of audiology.* 2010;49(11):844-9.
50. Akar A. *Türk Dili Tarihi.* İstanbul: Ötüken Yayınları; 2005.

8. EKLER

EK-1: Tez Çalışması ile İlgili Etik Kurul İzni



T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Sayı : 16969557 -578

Konu :

ARAŞTIRMA PROJESİ DEĞERLENDİRME RAPORU

Toplantı Tarihi : 31.05.2016 SALI
Toplantı No : 2016/12
Proje No : GO 16/363 (Değerlendirme Tarihi : 31.05.2016)
Karar No : GO 16/363 – 15

Üniversitemiz Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Bölümü öğretim üyelerinden Doç Dr. M. Didem TÜRKİYILMAZ'ın sorumlu araştırmacı olduğu, Arş. Gör. Arzu KIRBAÇ'ın Tezi olan, GO 16/363 kayıt numaralı ve *"Konuşma Sesi Uyarısına İşitsel Beyinsapı Cevabı: Normatif Veri Çalışması"* başlıklı proje önerisi araştırmacının gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş olup, etik açıdan uygun bulunmuştur.

- | | |
|---|--|
| 1.Prof. Dr. Sevdâ F. MÜFTÜOĞLU (Başkan) | 10 Prof. Dr. Oya Nuran EMİROĞLU (Üye) |
| 2. Prof. Dr. Nurten AKARSU (Üye) | 11 Yrd. Doç. Dr. Özay GÖKÖZ (Üye) |
| İZİNLİ | |
| 3. Prof. Dr. M. Yıldırım SARA (Üye) | 12. Doç. Dr. Gözde GİRGIN (Üye) |
| 4. Prof. Dr. Necdet SAĞLAM (Üye) | İZİNLİ |
| 5. Prof. Dr. Hatice Doğan BUZOĞLU (Üye) | 13. Doç. Dr. Fatma Visal OKUR (Üye) |
| 6. Prof. Dr. R. Köksal ÖZGÜL (Üye) | 14.Yrd. Doç. Dr. Can Ebru KURT (Üye) |
| 7. Prof. Dr. Ayşe Lale DOĞAN (Üye) | İZİNLİ |
| 8. Prof. Dr. Elmas Ebru YALCIN (Üye) | 15. Yrd. Doç. Dr. H. Hüsrev TURNAGÖL (Üye) |
| 9. Prof. Dr. Mintaze Kerem GÜNEL (Üye) | 16. Öğr. Gör. Dr. Müge DEMİR (Üye) |
| 17. Öğr. Gör. Meltem ŞENGEL (Üye) | |
| 18. Av. Meltem ONURLU (Üye) | |

ASLI GİBİDİR

Bilgisayar İşletmeni
Tülay ATAC
Hacettepe Üniversitesi
Etik Kurulları Sekreteri

Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Ayrıntılı Bilgi için:

06100 Sıhhiye-Ankara

Telefon: 0 (312) 305 1082 • Faks: 0 (312) 310 0580 • E-posta: goetik@hacettepe.edu.tr

EK-2: S-ABR Katılımcı Veri Formu**S-ABR KATILIMCI VERİ FORMU**

Ad-Soyad / yaş:

Ana dil :

Meslek:

El dominansı:

Tanı almış hastalık

Test tarihi:

İmpedans:

Uyarının sunumu:

Kulaklık Marka /Model:

Uyarının Şiddeti :

Elektrod yerleşimi:

- a. Aktif elektrod , non-inverting : Fz
- b. Referans elektrod, inverting : sağ kulak memesi
- c. Toprak elektrod: sol kulak memesi

EEG cihazı: Micromed SD plus Flexi , 4 kHz örneklem sayısı

EEG numaraları:

ODYOLOJİK DEĞERLENDİRME

1-İşitme Taraması (cevap var/cevap yok)

FREKANS (Hz)	SAĞ KULAK (20 dB)	SOL KULAK (20 dB)
500		
1000		
2000		
4000		

2-Akustik Refleks Ölçümü (var/yok)

FREKAN S (Hz)	SAĞ İPSİLATERA L REFLEKS	SOL KONRALATER AL REFLEKS	SOL İPSİLATERA L REFLEKS	SAĞ KONRALATER AL REFLEKS
500				
1000				
2000				
4000				

3-Timpanogram Türü:

Speech ABR TEST ANALİZ

1-Time Domain Gösterim

DALGA PİKİ	LATANS (ms)	AMPLİTÜD (μ V)
V		
A		
C		
D		
E		
F		
O		

2-Frequency Domain Gösterim

SPEKTRAL PİK	AMPLİTÜD (μ V)
F0	
F1	
F2_HF	



EK-3: Kulaklığa Ait Teknik Bilgiler



HDA 200 Audiometric Headphone

Closed dynamic headphones designed for extended high frequency testing.

Features

- ◆ Excellent passive attenuation (based on Peltor™ Ear Defenders)
- ◆ Very high quality sound reproduction
- ◆ Convenient single sided cable
- ◆ Padded headband and additional adjustable/removable cushions for increased comfort
- ◆ Soft, replaceable circumaural ear pads
- ◆ Color coded ear cups, right (red) left (blue)



HDA200 is PTB approved. Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig, Germany. PTB is equivalent to the National Bureau of Standards.

HDA 200 Frequency Response Test Conditions

- All measurements are done on a calibrated coupler B&K 4153 (artificial ear) with the standard cone YJ0304 above the adapter plate, type DB 0843.
- The pressure of the headband shall be $10\text{N} \pm 1\text{N}$.
- The RMS input voltage to the headphone is 0.5 V.
- The measurements are done with steady state sine wave signals.
- The output impedance of the signal source shall be $<1\text{ Ohm}$.
- Climatic conditions:

Temperature	$T=20^\circ\text{C}$
Humidity	$H=50\%\text{rel}$
Atmospheric pressure	$P=\text{approx. } 100\text{kPa}$

Technical Data

Frequency response	< 20 to > 20,000 Hz
PTB calibrated	see table
Transducer principle	dynamic, closed
Nominal impedance	40 Ohm
Characteristic SPL	100 dB at 1 kHz, 1 mW
Max permanent load	500 mW
Coupling	circumaural
Caliper pressure	10 N
Weight (with cable)	330 g
Cable approx. 3 m,	single-sided, open-ended
Connection	yellow + L black - L red + R white - R

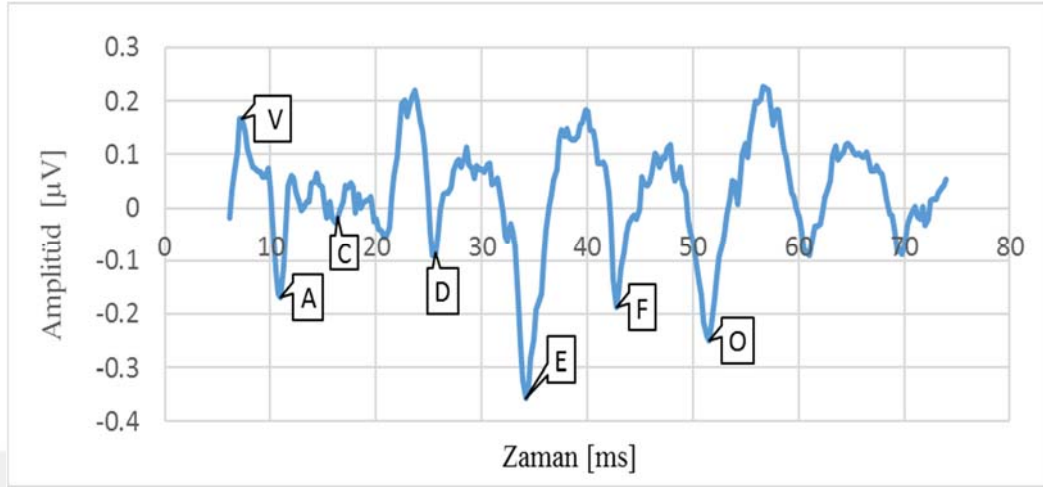
Standard frequencies (Hz)	SPL (dB 20 μPa) @ .5 Vrms	Passive attenuation (dB)	Maximum SPL (<10 min. @ 5 V RMS)
125	112.5	14.3	132 ± 3
250	113.0	15.9	132 ± 3
500	112.0	22.5	132 ± 3
750	111.0	-	131 ± 3
1,000	108.5	28.6	129 ± 3
2,000	104.0	32.0	124 ± 3
3,000	104.0	-	124 ± 3
4,000	104.0	45.7	124 ± 3
5,000	106.5	-	127 ± 3
6,000	107.5	-	125 ± 3
8,000	105.5	43.8	125 ± 5
9,000	105.0	-	123 ± 5
10,000	102.5	-	122 ± 5
11,200	102.0	-	123 ± 5
12,500	103.0	-	118 ± 5
14,000	98.5	-	119 ± 5
16,000	100.0	-	120 ± 5

All data are influenced by temperature, humidity and static pressure.

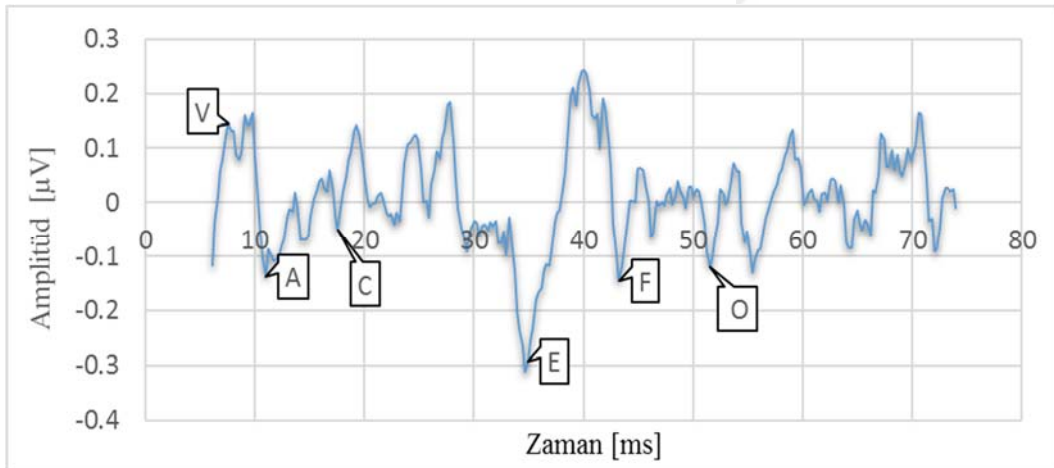
Sennheiser Electronic Corporation One Enterprise Drive PO Box 987, Old Lyme, CT 06371
Tel: 860-434-9190 Fax: 860-434-1759 Web site: www.sennheiserusa.com

EK-4: Tüm Katılımcılara ait Time Domain Dalga Formu

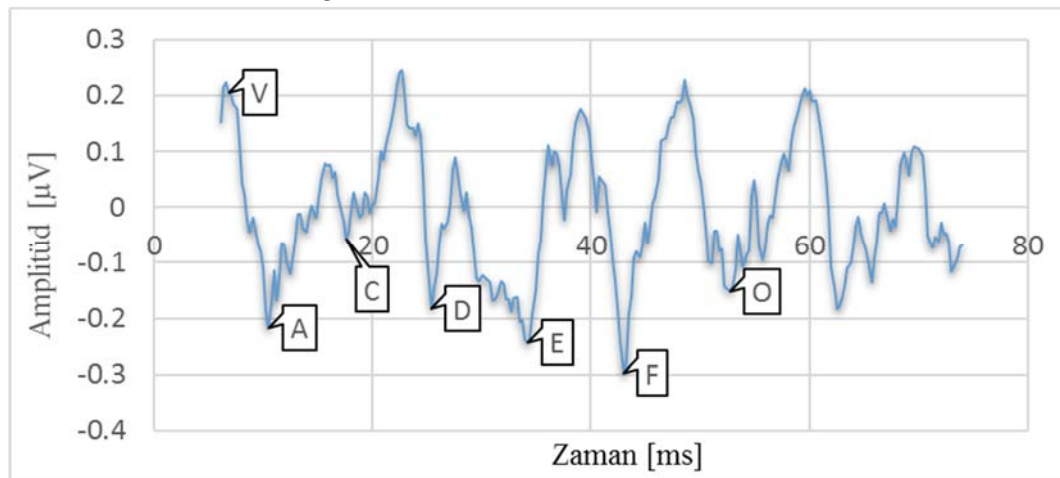
ERKEK KATILIMCI 1



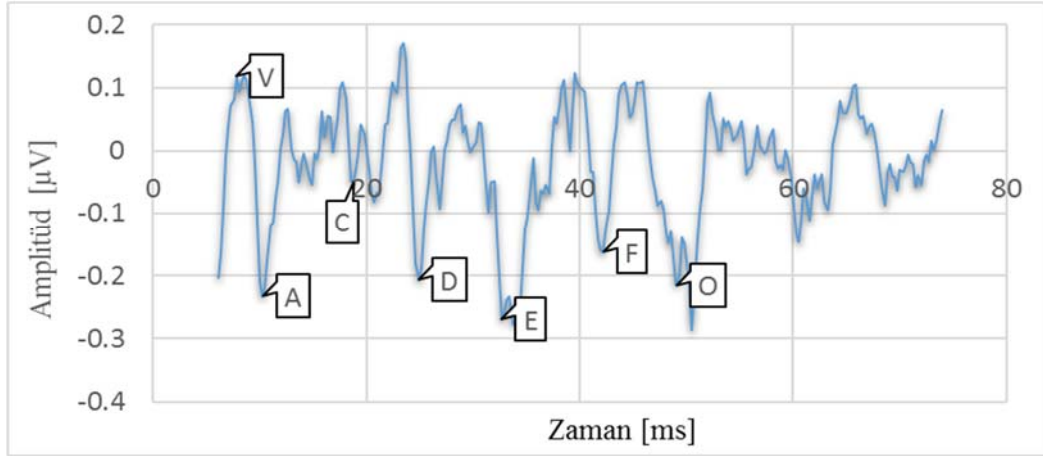
ERKEK KATILIMCI 2



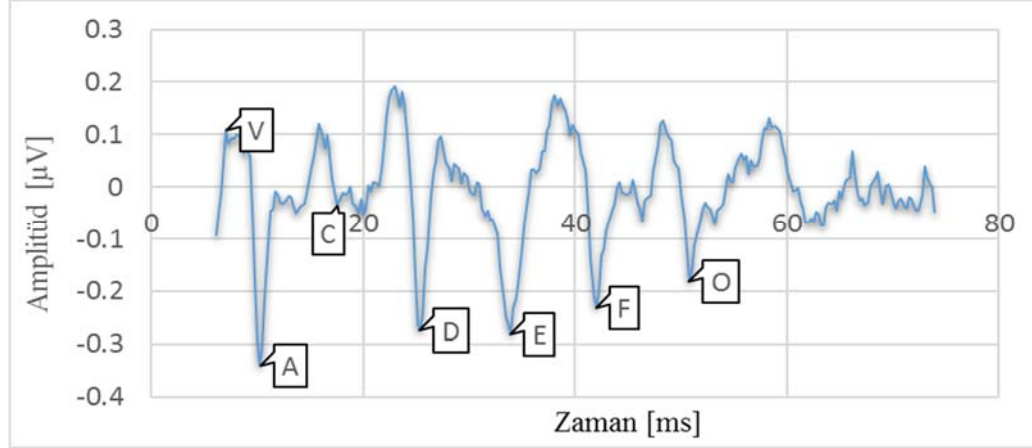
ERKEK KATILIMCI 3



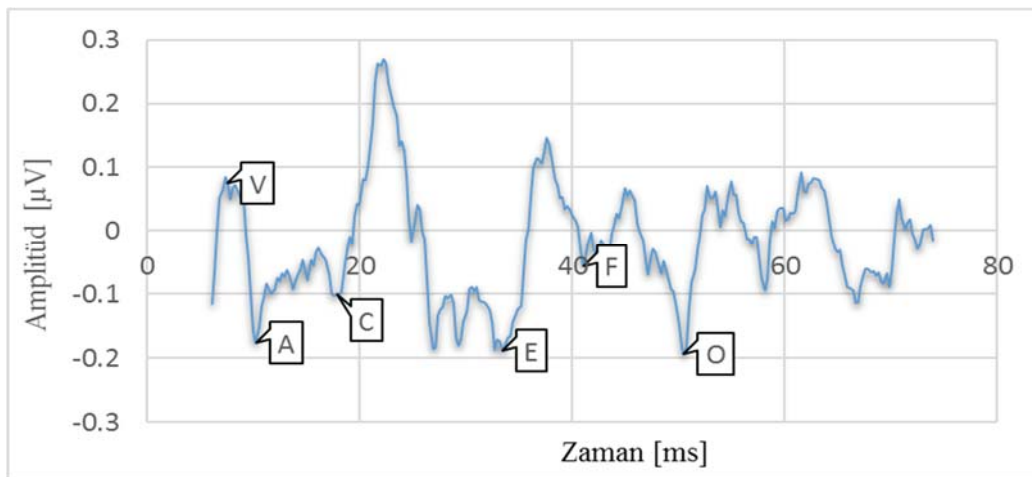
ERKEK KATILIMCI 4



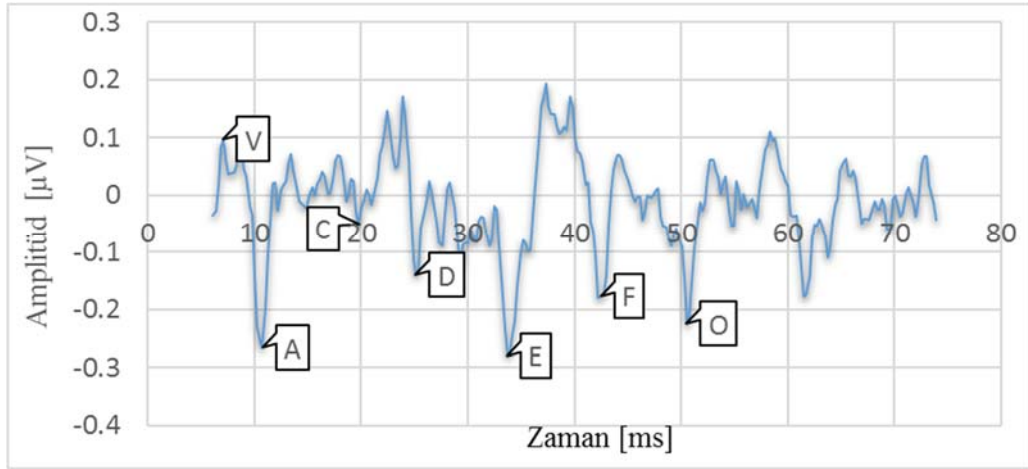
ERKEK KATILIMCI 5



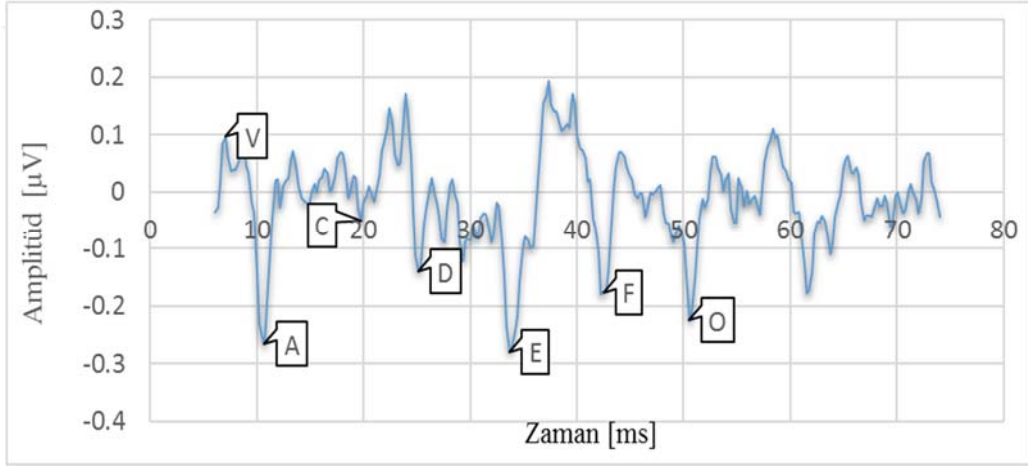
ERKEK KATILIMCI 6



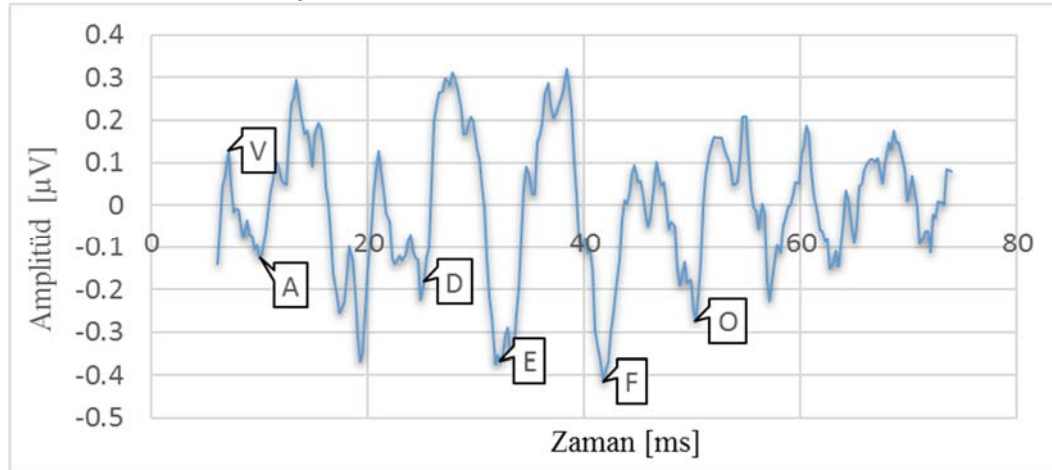
ERKEK KATILIMCI 7



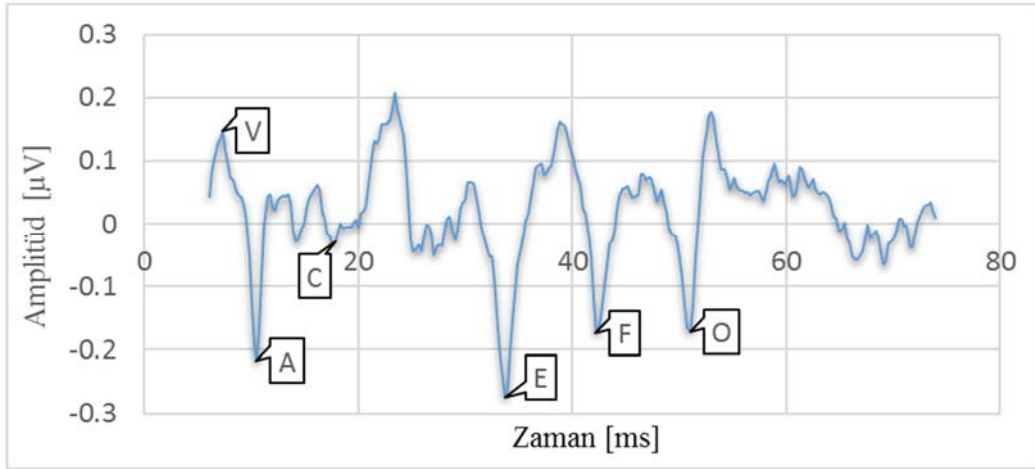
ERKEK KATILIMCI 8



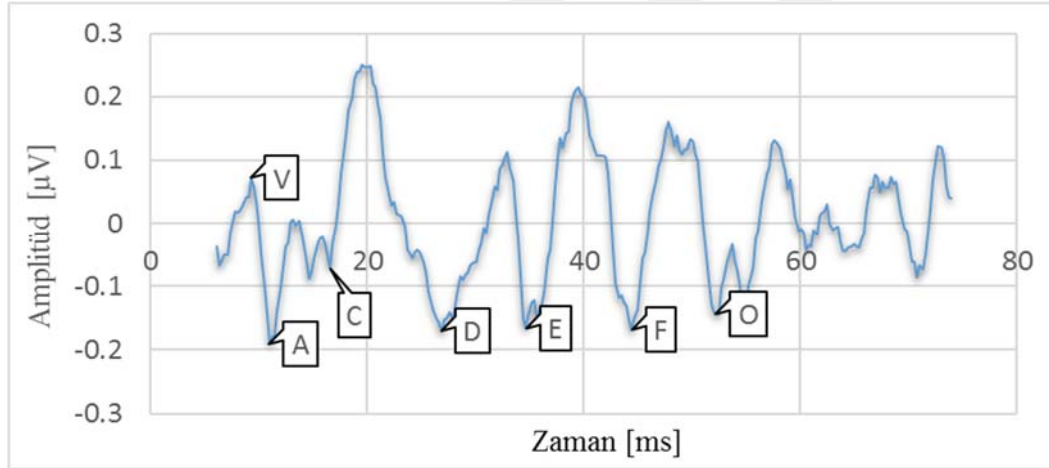
ERKEK KATILIMCI 9



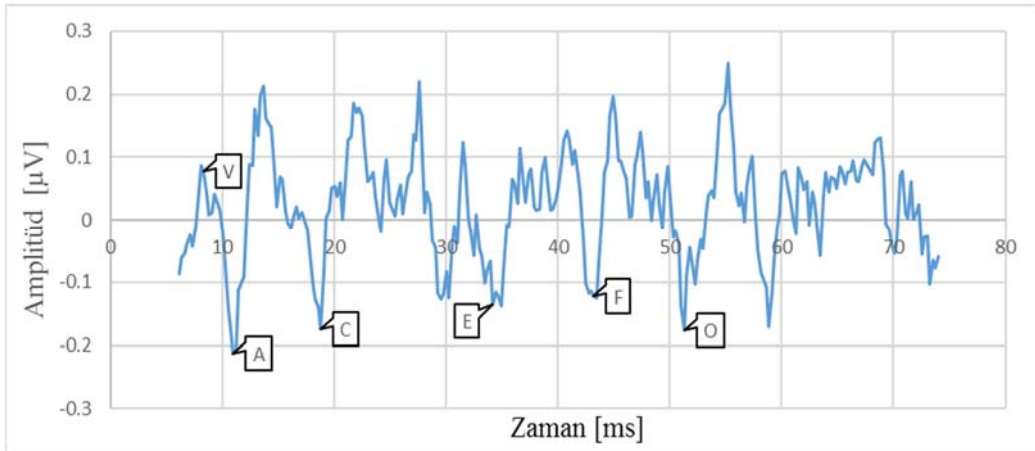
ERKEK KATILIMCI 10



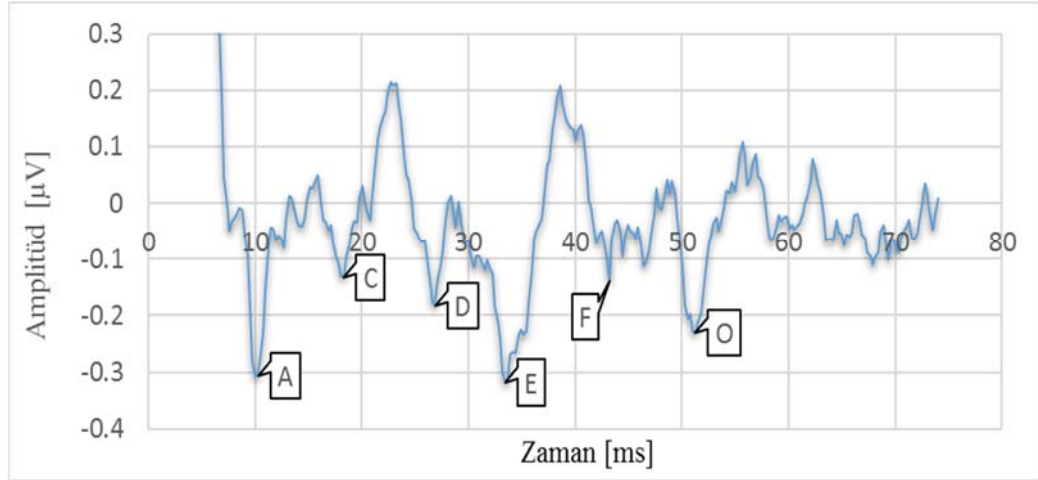
ERKEK KATILIMCI 11



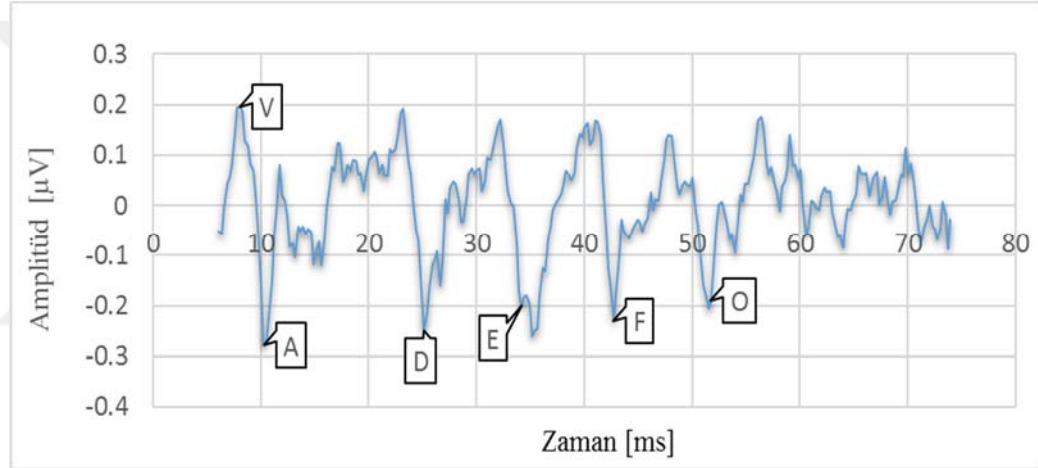
ERKEK KATILIMCI 12



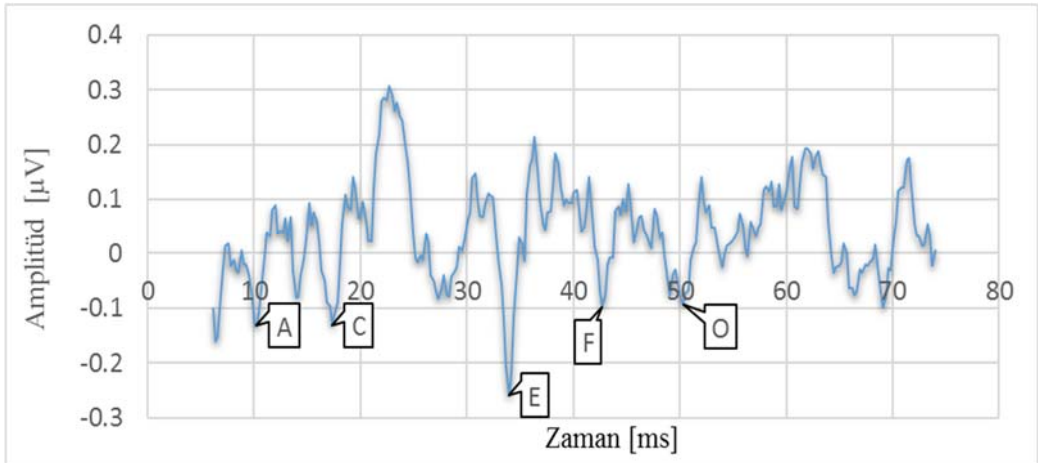
ERKEK KATILIMCI 13



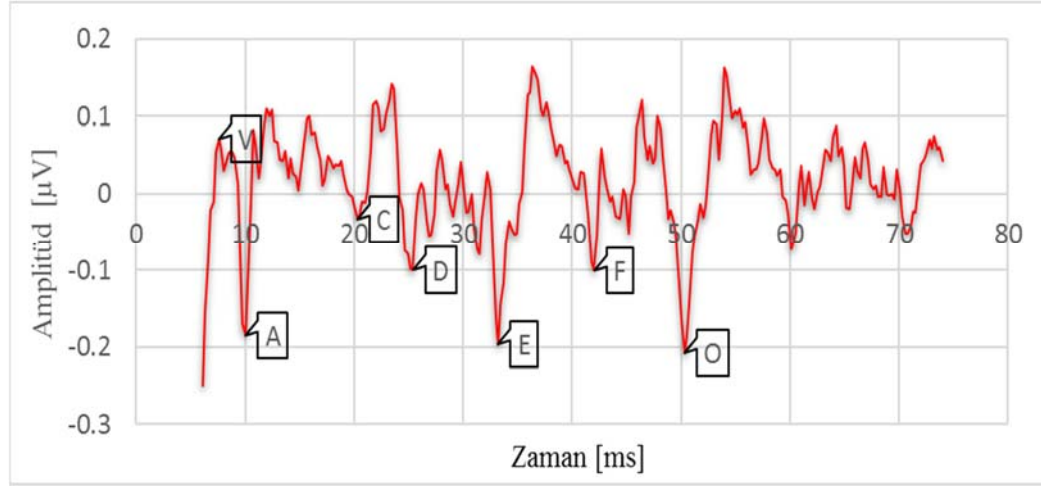
ERKEK KATILIMCI 14



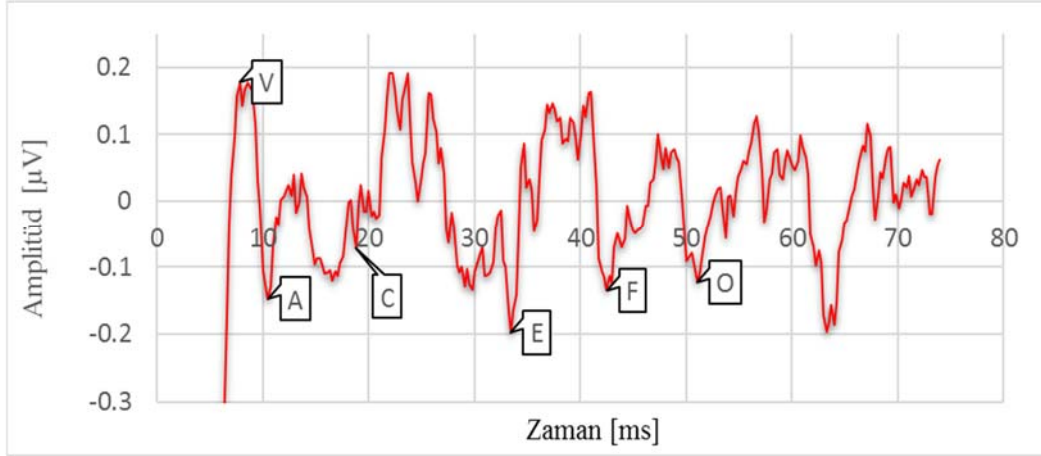
ERKEK KATILIMCI 15



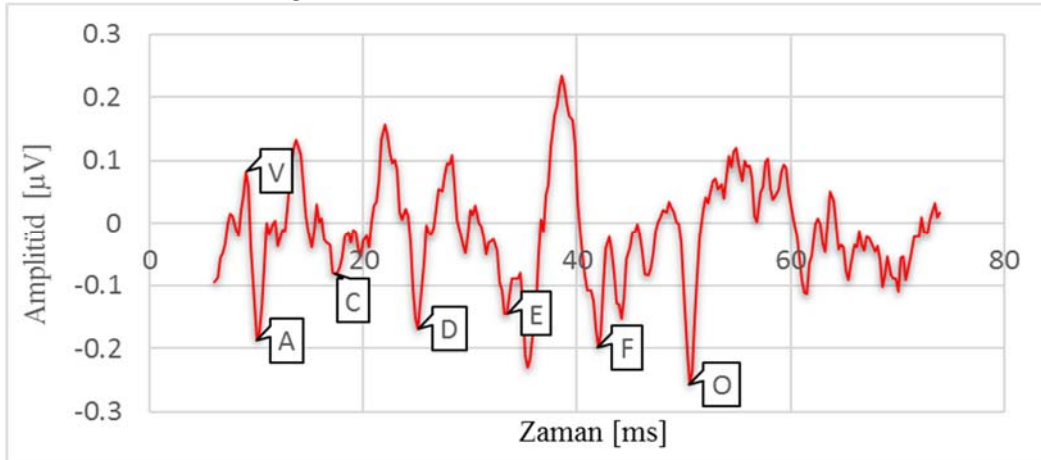
KADIN KATILIMCI 1



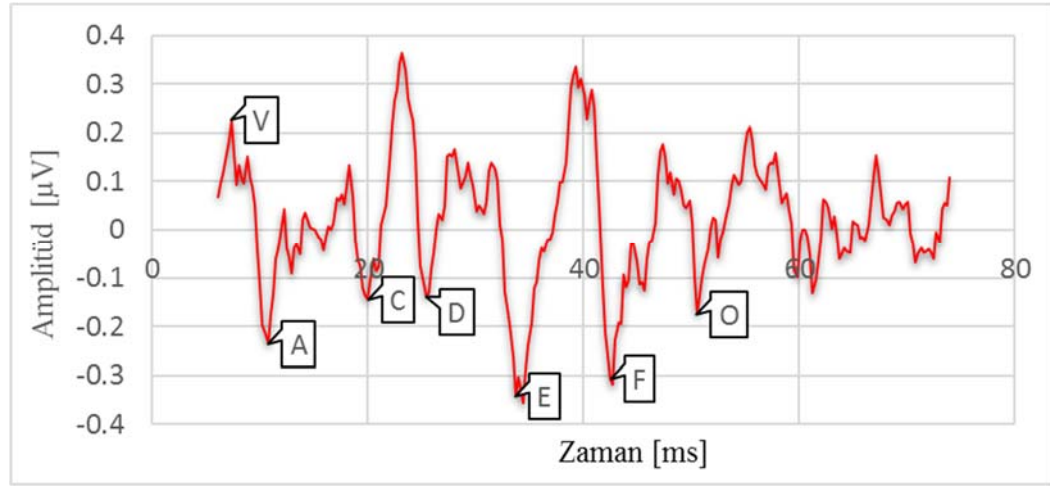
KADIN KATILIMCI 2



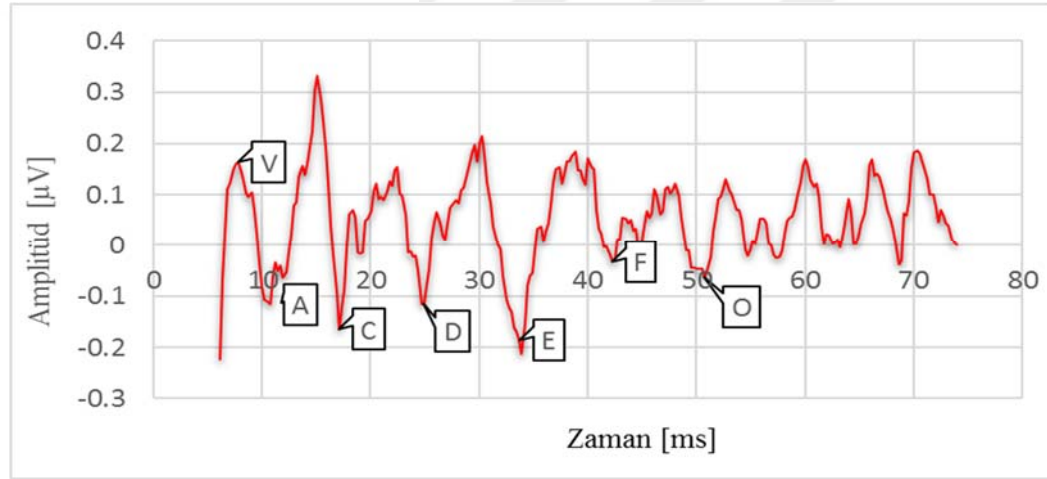
KADIN KATILIMCI 3



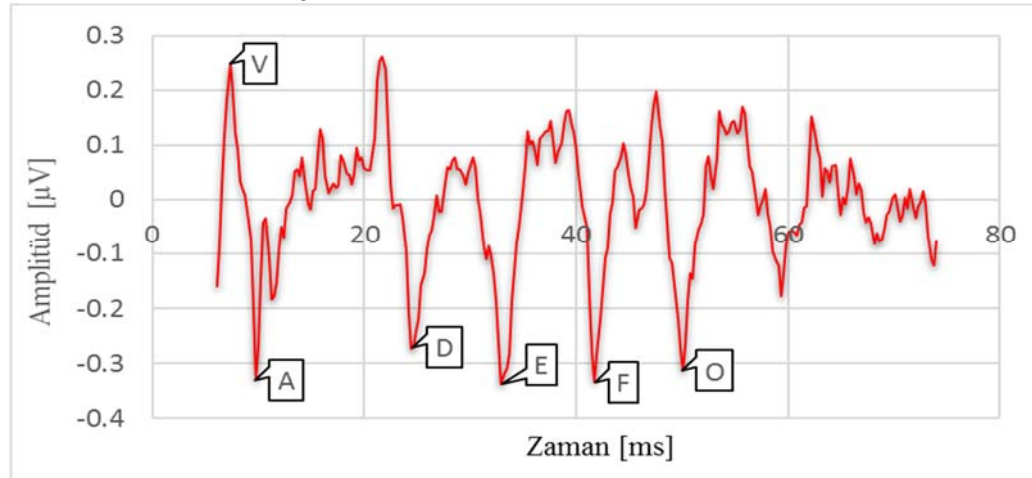
KADIN KATILIMCI 4



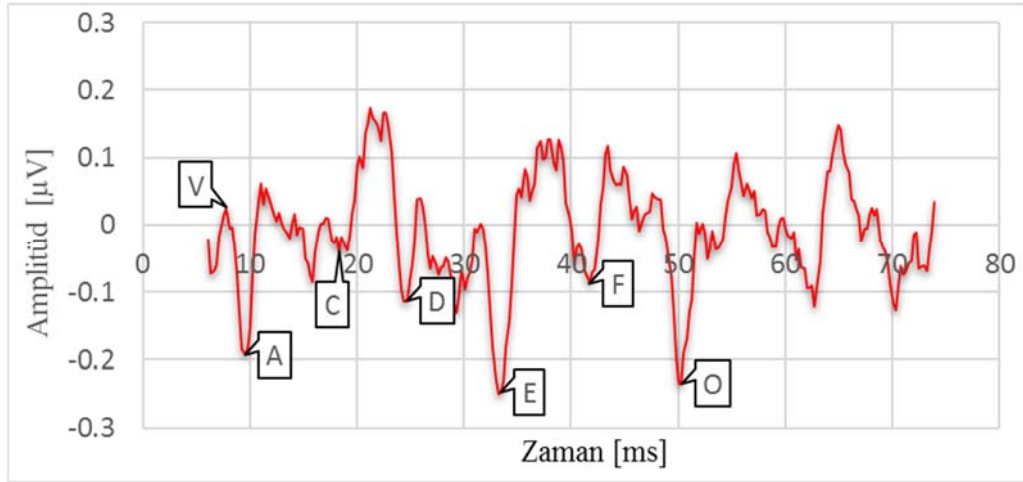
KADIN KATILIMCI 5



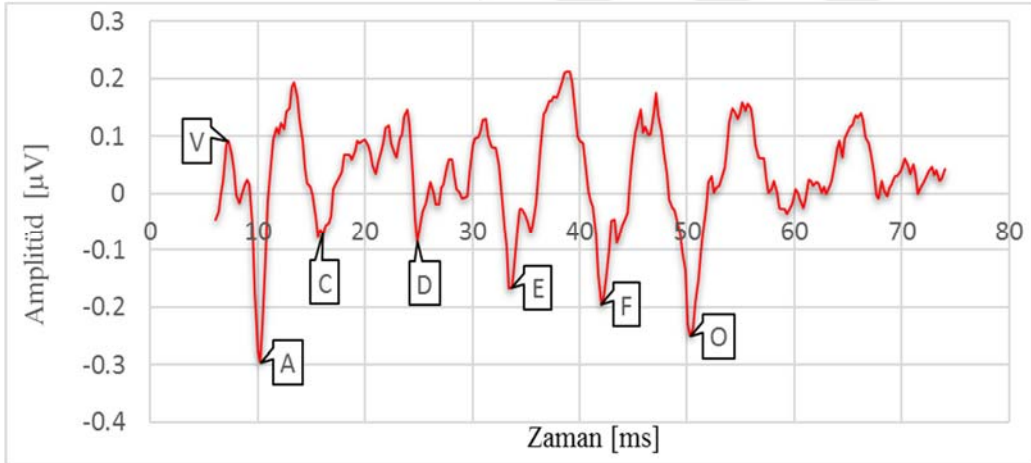
KADIN KATILIMCI 6



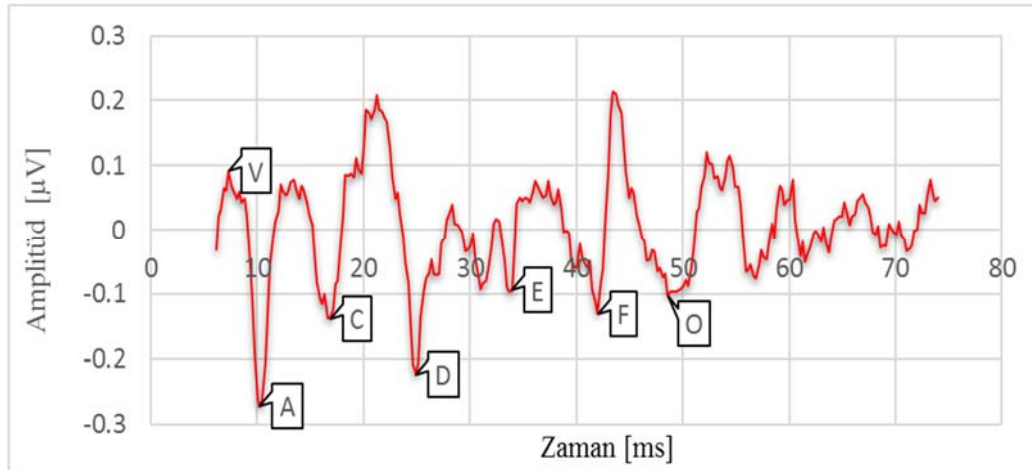
KADIN KATILIMCI 7



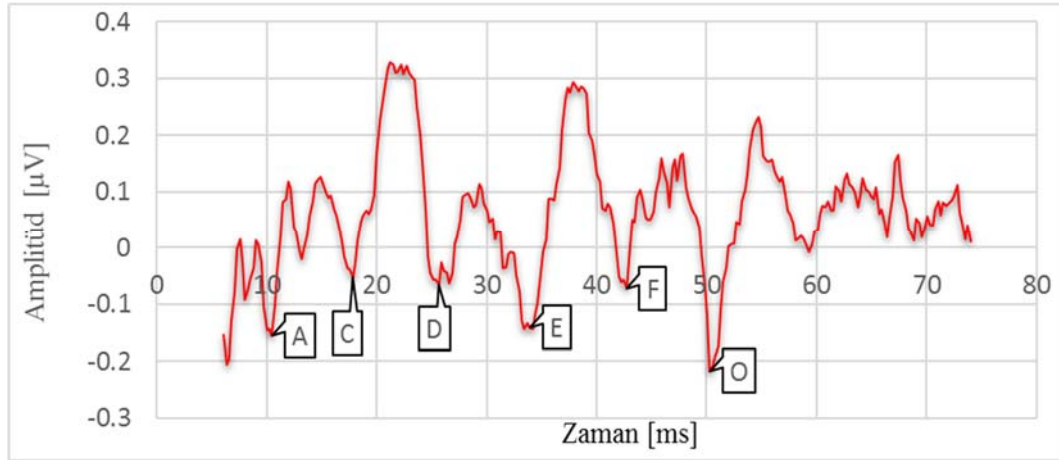
KADIN KATILIMCI 8



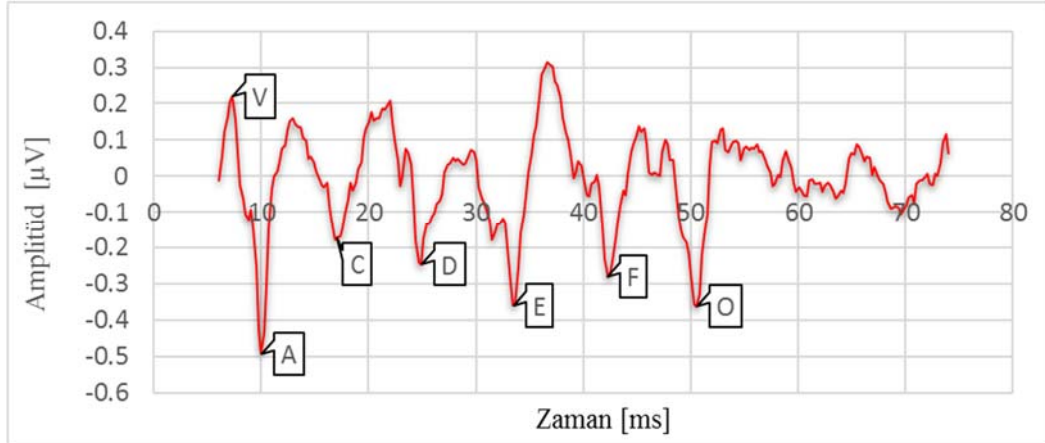
KADIN KATILIMCI 9



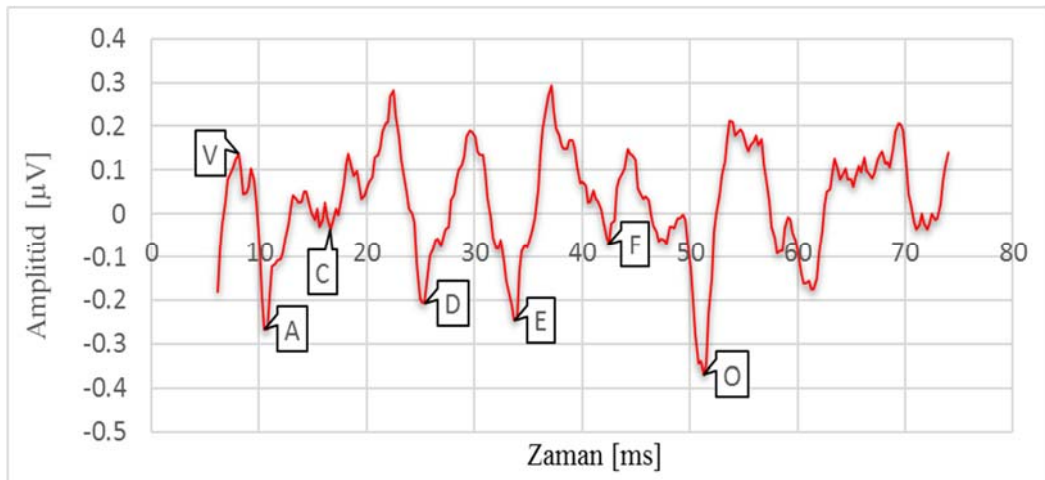
KADIN KATILIMCI 10



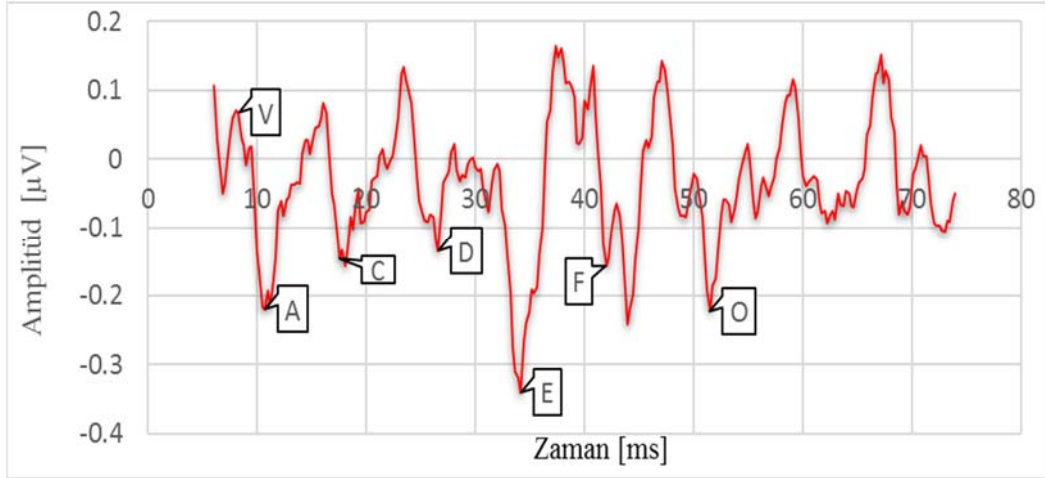
KADIN KATILIMCI 11



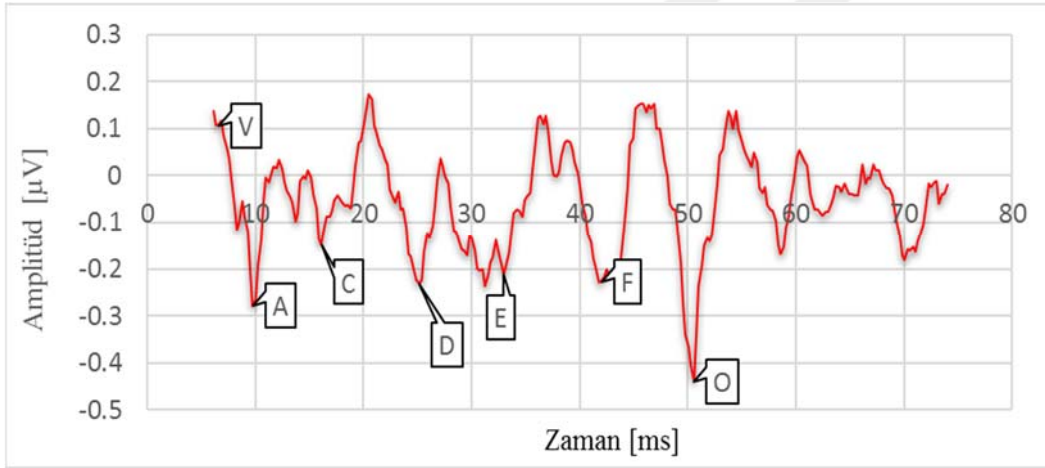
KADIN KATILIMCI 12



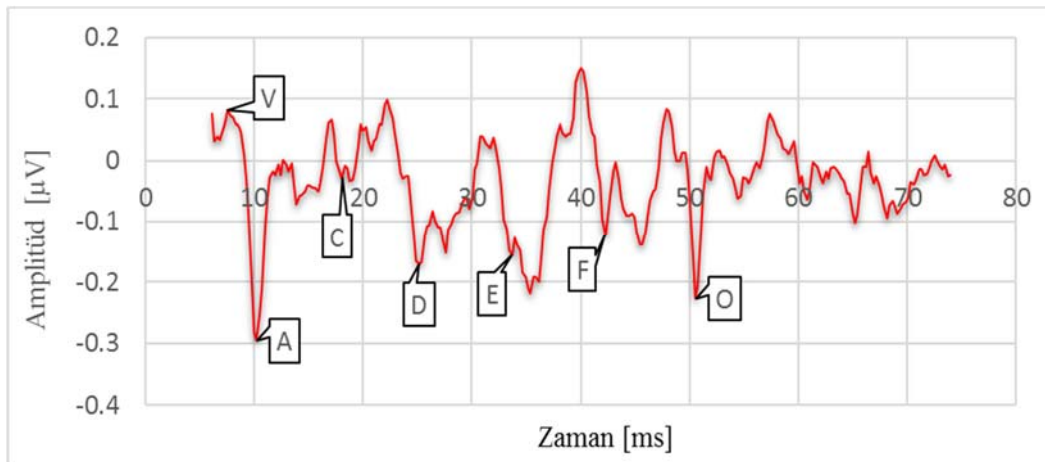
KADIN KATILIMCI 13



KADIN KATILIMCI 14



KADIN KATILIMCI 15



9. ÖZGEÇMİŞ

I-Bireysel Bilgiler

Adı-Soyadı : Arzu KIRBAÇ
 Doğum yeri ve tarihi : Göle – 08/09/1981
 Uyruğu : TC

İletişim adresi ve telefon: Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Odyoloji bölümü , 0 (222) 2393750 /1549

II- Eğitim

2018-2014 Doktora

2010-2006 Yüksek Lisans

2006-2000 Lisans

III- Bilimsel Faaliyetler

1. Hipertansif Hastaların İşitme Fonksiyonlarının Yüksek Frekans Odyometre İle İncelenmesi

Arzu Kırbaç, Bilgehan Böke, Sanem Şahlı, Elife Barmak, Alev Pektaş, Dilek Demiral, Özge Korkmaz, Erol Belgin. (1.Ulusal Otoloji Ve Nörotoloji Kongresi 12-16 Mayıs 2010 Kıbrıs, Sözlü Bildiri)

2. Koklear İmplantlı Çocukların Ailelerinin Aile İşlevlerinin İncelenmesi

Elife Barmak, Sanem Şahlı, Alev Pektaş, Dilek Demiral, Özge Korkmaz, **Arzu Kırbaç**, Erol Belgin. (1.Ulusal Otoloji Ve Nörotoloji Kongresi 12-16 Mayıs 2010 Kıbrıs, Sözlü Bildiri)

3. Cerrahi Menapoz ve Doğal Menapoza Girmiş 45-55 Yaş Arası Kadınlarda Odyolojik Bulguların Karşılaştırılması

Dilek Demiral, Sanem Şahlı, Özge Korkmaz, **Arzu Kırbaç**, Elife Barmak, Alev Pektaş, Erol Belgin (1.Ulusal Otoloji ve Nörotoloji Kongresi 12-16 Mayıs 2010 Kıbrıs, Sözlü Bildiri)

4. İşitme Cihazı Kullanan Bireylerde Aphab Formu İle Yaşam Kalitesinin Değerlendirilmesi

Özge Korkmaz, Sanem Şahlı, **Arzu Kırbaç**, Elife Barmak, Alev Pektaş, Dilek Demiral, Erol Belgin. (1.Ulusal Otoloji ve Nörotoloji Kongresi 12-16 Mayıs 2010 Kıbrıs, Sözlü Bildiri)

5. Kekeme Bireylerin Ritim Algısının Değerlendirilmesi

Alev Pektaş, Sanem Şahlı, Dilek Demiral, Özge Korkmaz, **Arzu Kırbaç**, Elife Barmak, Erol Belgin. (1.Ulusal Otoloji ve Nörotoloji Kongresi 12-16 Mayıs 2010 Kıbrıs, Sözlü Bildiri)

6. Cerrahi Menopoz ve Doğal Menopoza Girmiş Kadınlarda Odyolojik Bulguların Karşılaştırılması

Dilek Demiral, **Arzu Kırbaç**, Alev Pektaş, Erol Belgin.(7.Ulusal Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Kongresi 9-12 Ekim 2014, Poster)

7-Diüretik İlaç Kullanan ve Kullanmayan Hipertansiyon Hastalarında Odyolojik Bulguların Karşılaştırılması

Arzu Kırbaç, Bilgehan Böke (7.Ulusal Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Kongresi 9-12 Ekim 2014 Ankara, Poster)

8-Kekeme Olan Ve Olmayan Bireylerde Vot Karşılaştırması

Arzu Kırbaç, M. Emel Kulak Kayıkçı (8.Ulusal Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Kongresi 12-15 Ekim 2016 Ankara, Sözlü Bildiri)

9-Konuşma Uyarınlı İşitsel Beyinsapı Cevabı

Arzu Kırbaç- Davetli Konuşmacı, (8.Ulusal Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Kongresi 12-15 Ekim 2016 Ankara) .

10-Primer Hipertansiyon Hastalarında Koklear Fonksiyonların Değerlendirilmesi

Arzu Kırbaç, Bilgehan Böke (1.Uluslararası Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Kongresi 29 Haz-1 Temmuz 2017, Aydın Sözlü Bildiri)

11-Konuşma Sesi Uyarınlı İşitsel Beyinsapı Cevabı

Arzu Kırbaç, M. Didem Türkyılmaz, Süha Yağcıoğlu, Armağan İncesulu (1.Uluslararası Adnan Menderes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Kongresi 29 Haz- 1 Temmuz 2017, Aydın Sözlü Bildiri)

12- Konuşma Uyarınının Nöral Kodlamasında Cinsiyet Farklılığı Önemli Mi?

Arzu Kırbaç, M. Didem Türkyılmaz (Koklear İmplantasyon, Otoloji, Nörootoloji - Odyoloji Kongresi, 7-10 Aralık 2017 Antalya, Sözlü Bildiri)

Sözlü bildiri 1.lik ödülü ***

13-Farklı Uyarılarla Elde Edilen İşitsel Beyinsapı Cevaplarında Binaural Etkileşim Komponenti (BIC)

Arzu Kırbaç - Davetli Konuşmacı (Koklear İmplantasyon, Otoloji, Nörootoloji - Odyoloji Kongresi, 7-10 Aralık 2017, Antalya)

Diğer Kongre, Seminer ve Eğitimler

Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Eğitim Seminerleri –VIII, İşitsel Değerlendirme ve Rehabilitasyon, 14 Aralık 2007, Ankara

Intensive Programme On Audiology And Complex Needs (IPAC), March 14-24 2008, Belgium

Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Eğitim Seminerleri-IX, Santral İşitsel İşleme Bozuklukları, 27-28 Haziran 2008, Bartın

IV. Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Kongresi 16-18 Ekim 2008, Samsun

Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Eğitim Seminerleri –X, Yarık Damakta Ses ve Konuşma Bozuklukları, 19 Aralık 2008, Ankara

V. Koklear İmplantasyon Otoloji-Nörotoloji Odyoloji Kongresi, 4-7 Ekim 2009, Eskişehir

Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Eğitim Seminerleri –XII, İşitme Engeli ve Müzik 18 Aralık 2009, Ankara

Dudak-Damak Yarıkları Konseyi 1.Multidisipliner Toplantısı 27 Mart 2010, Ankara

Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Eğitim Seminerleri –XIII, Çok Engelli Çocuklarda Rehabilitatif Yaklaşımlar, 25 Haziran 2010, Ankara

Erişçi Akademi İşitsel Uyarılmış Potansiyeller Eğitimi, 3 Nisan 2014, Ankara

Akdeniz Ülkeleri Otoloji ve Odyoloji Derneği” Odyolojide Özel Konular Tanı-Tedavi ve Eğitsel Yaklaşımlar” Eğitimi 25 Ekim 2014, Eskişehir

XII. Congress of The European Federation of Audiology Societies (EFAS) 27-30 May 2015, İstanbul

XII. Congress of The European Federation of Audiology Societies (EFAS), Tinnitus for Management of Tinnitus and Hyperacusis Kursu 27-30 May 2015, İstanbul

Hacettepe Üniversitesi Uluslararası Katılımlı 1.Odyoloji Öğrenci Kongresi 3 Haziran 2015, Ankara

9. Ulusal Larengoloji Kongresi, 27-29 Nisan 2017- Eskişehir