

**T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**UYARAN İÇERİSİNDEKİ AKUSTİK
KOMPONENTLERİN AKUSTİK DEĞİŞİM KOMPLEKSİ
CEVABINA KATKISI**

Sare YILDIRIM ALTAY

**Odyoloji Programı
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

ANKARA

2023

**T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**UYARAN İÇERİSİNDEKİ AKUSTİK KOMPONENTLERİN
AKUSTİK DEĞİŞİM KOMPLEKSİ CEVABINA KATKISI**

Sare YILDIRIM ALTAY

**Odyoloji Programı
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. Mehmet YARALI**

ANKARA

2023

ONAY SAYFASI

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
UYARAN İÇERİSİNDEKİ AKUSTİK KOMPONENTLERİN AKUSTİK DEĞİŞİM KOMPLEKSİ
CEVABINA KATKISI
Öğrenci: Sare YILDIRIM ALTAY
Danışman: Doç. Dr. Mehmet YARALI

Bu tez çalışması 22.11.2023 tarihinde jürimiz tarafından "Odyoloji Programı" nda yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: *Prof. Dr. Gonca SENNAROĞLU*
Hacettepe Üniversitesi

Tez Danışmanı: *Doç. Dr. Mehmet YARALI*
Hacettepe Üniversitesi

Üye: *Doç. Dr. Şule ÇEKİÇ*
Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi

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

27 Kasım 2023

Prof. Dr. Müge YEMİŞÇİ ÖZKAN
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.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan **“Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge”** kapsamında tezimin aşağıda belirtilen koşullar haricince YÖK Ulusal Tez Merkezi / H.Ü. Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- Enstitü / Fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 2 yıl ertelenmiştir. ⁽¹⁾
- X Enstitü / Fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 6 ay ertelenmiştir. ⁽²⁾
- Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir. ⁽³⁾

15/12/2023

(İmza)

Sare Yıldırım Altay

ⁱ“Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge”

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

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

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

Madde 7.2. Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir

* Tez **danışmanın** önerisi ve **enstitü anabilim dalının** uygun görüşü üzerine **enstitü** veya **fakülte yönetim kurulu** tarafından karar verilir.

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, Doç. Dr. Mehmet YARALI danışmanlığında tarafımdan üretildiğini ve Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Yönergesine göre yazıldığını beyan ederim.

(İmza)

Sare YILDIRIM ALTAY

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca bilgi ve birikimleriyle bana her zaman ışık tutan, desteğini hiçbir zaman esirgemeyip yeri geldiğinde bir abi gibi davranan, öğrencisi olduğum için gurur duyduğum çok değerli danışman hocam Doç. Dr. Mehmet YARALI'ya;

Yüksek lisans eğitimim boyunca emeği geçen çok kıymetli hocalarıma, Hacettepe Odyoloji ailesine ve beni her zaman destekleyen tüm arkadaşlarıma;

Destekleri için TÜBİTAK 2210-A Genel Yurt İçi Yüksek Lisans Burs Programı'nın oluşturulmasında emeği geçen kişi ve kurumlara;

Yaşamım boyunca her kararımda arkamda duran, desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen, sevgilerini daima kalbimde hissettiğim canım aileme ve tez yazım sürecinde her zorlandığımda güçlükleri aşmamı sağlayan varlığıyla bana güç veren yol arkadaşım olan sevgili eşime tüm kalbimle teşekkür ederim.

ÖZET

Yıldırım Altay, S. Uyarın İçerisindeki Komponentlerin Akustik Değişim Kompleksi Cevabına Katkısı, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Odyoloji Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2023. Akustik değişim kompleksi (ADK), devam eden bir sesteki değişikliğe yanıt olarak ortaya çıkan kortikal işitsel uyarılmış potansiyeldir. /ui/ uyarını ile oluşan ADK cevabı /i/ sesinin başlangıcı ve /u/ sesinden /i/ sesine geçişte gerçekleşen F2 formant frekansı değişiminden kaynaklanmaktadır fakat bu iki akustik olaydan hangisinin cevaba daha fazla etkisi olduğu daha önce araştırılmamıştır. Mevcut çalışma bu iki akustik olayın ADK cevabına katkısını araştırmak amacıyla yapılmıştır. Çalışmaya 18-30 yaş arası herhangi bir psikiyatrik ve nörolojik problemi, gürültü maruziyeti ve herhangi bir işitme patolojisi olmayan, enstrümantal müzikle profesyonel olarak uğraşmamış 11 kadın ve 10 erkek olmak üzere toplamda 21 gönüllü birey katılmıştır. Çalışmada sessiz koşul ve +5 dB SGO'da, maskeli koşul ve filtrelenmiş maskeli (2400 Hz yüksek frekans geçişli) koşul olmak üzere 3 farklı arka plan koşulunda /ui/ uyarını sunulmuştur. ADK N1 latans değerlerinin ve ADK N1-P2 tepeden tepeye amplitüdlerinin koşullar arasında karşılaştırılması için tekrarlı ölçümlerde varyans analizi yapılmıştır. İkili karşılaştırmalar sonucunda ADK N1 latanslarının filtreli maskelenmiş koşulda sessiz koşula ve maskeli koşula göre anlamlı derecede yüksek olduğu görülmüştür (sırasıyla $p = .038$ ve $p = .022$). Amplitüd değerleri açısından ikili karşılaştırmalarda filtrelenmiş maskeli koşul ADK N1-P2 ve maskeli koşula göre anlamlı derecede düşük olduğu bulunmuştur. ($p = .000$). Sessiz koşul ve maskeli koşul arasında latans ve amplitüd açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bu bakımdan /i/ sesinin seçici olarak maskelendiği koşul cevap amplitüdlerinin ve latanslarının anlamlı derecede etkilendiği koşul olmuştur. Sonuçlar /i/ sesinin başlangıcının /ui/ uyarını ile oluşan ADK N1 cevabını oluşturan temel akustik özellik olduğunu düşündürmektedir. İlerideki çalışmalarda davranışsal olarak belirlenen maske düzeylerinin ve filtre frekanslarının kullanılması, daha zorlayıcı dinleme koşullarının oluşturulması önerilebilir.

Anahtar kelimeler; Akustik değişim cevabı, maskeleme, gürültü

ABSTRACT

Yıldırım Altay, S. Contribution Of The Acoustic Components in The Stimulus to Acoustic Change Complex, Hacettepe University Graduate School of Health Sciences, Master Thesis of Audiology, Ankara, 2023.

Acoustic change complex (ACC) is a cortical auditory evoked potential in response to a change in a sustained sound. The ACC response evoked by the /ui/ stimulus arise from the onset of the /i/ sound and the F2 formant frequency change that occurs during the transition from /u/ to /i/, but which of these two acoustic events has more effect on the response has not been investigated before. The present study was conducted to investigate the contribution of these two acoustic events to the ACC response. A total of 21 volunteers, 11 females and 10 males, aged 18-30 years, who did not have any psychiatric and neurological problems, no noise exposure, and no hearing pathology, who were not professionally involved in instrumental music, participated in the study. In the study, the /ui/ stimulus was presented in 3 different background conditions: silent condition and +5 dB SNR, masked condition and filtered masked (2400 Hz high-pass frequency) condition. Repeated measures analysis of variance was performed to compare ACC N1 latency values and ACC N1-P2 peak-to-peak amplitudes between conditions. As a result of pairwise comparisons, it was seen that ACC N1 latencies were significantly higher in the filtered masked condition than in the silent condition and the masked condition ($p = .038$ and $p = .022$, respectively). In terms of amplitude values, in pairwise comparisons, the filtered masked condition was found to be significantly lower than ACC N1-P2 and the masked condition. ($p = .000$). There was no statistically significant difference in latency and amplitude between the silent condition and the masked condition. In this respect, the condition in which the /i/ sound was selectively masked was the condition in which the response amplitudes and latencies were significantly affected. The results suggest that the onset of the /i/ sound is the basic acoustic feature that evokes the ACC N1 response evoked by the /ui/ stimulus. In future studies, it may be recommended to use behaviorally determined mask levels, masking filter frequencies and to create more challenging listening conditions.

Keywords; Acoustic change response, masking, noise

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	xii
TABLolar	xiii
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Elektroensefalogram (EEG)	4
2.2. İşitsel Uyarılmış Potansiyeller (İUP)	5
2.1.1. Elektrokokleografi (EcochG)	7
2.2.2. İşitsel Beyin Sapı Cevabı (ABR)	8
2.2.3. İşitsel Orta Latans Cevaplar (İOLC)	10
2.2.4. Kortikal İşitsel Uyarılmış Potansiyeller (KİUP)	10
3. GEREÇ VE YÖNTEM	21
3.1. Katılımcılar	21
3.2. Uyarılar	22
3.3. Elektrofizyolojik Testler	22
3.4. Kortikal Cevapların Değerlendirilmesi	23
3.5. ADK N1 ve P2 Dalgalarının Belirlenmesi	23
3.6. İstatiksel Analizler	24
4. BULGULAR	25
4.1. Tanımlayıcı İstatiksel Analizler	25
4.2. ADK N1 Latanslarının Koşullar Arası Karşılaştırılması	26
4.3. ADK N1-P2 Tepeden Tepeye Amplitüdlerinin Koşullar Arası Karşılaştırılması	26
5. TARTIŞMA	27
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	33

7. KAYNAKLAR	34
8. EKLER	39
EK 1. Etik Kurul Onayı	
EK 2. Katılım Çağrısı	
EK 3. Orjinallik Raporu	
9. ÖZGEÇMİŞ	

SİMGELER ve KISALTMALAR

ABR	Auditory Brainstem Response (İşitsel Beyin Sapı Cevabı)
ADK	Akustik Değişim Kompleksi
ECochg	Elektrokokleografi
EEG	Elektroensefelografi
ENC	Eşleşmeyen Negativite Cevabı
GAW	Grand Avarage Waverform
İNSB	İşitsel Nöropati Spektrum Bozukluğu
İOLC	İşitsel Orta Latans Cevabı
İUP	İşitsel Uyarılmış Potansiyel
KİUP	Kortikal İşitsel Uyarılmış Potansiyel
MEP	Motor Uyarılmış Potansiyeller
MoCA	Montreal Bilişsel Değerlendirme Testi
MSS	Merkezi Sinir Sistemi
N	Negatif Dalga
OİP	Olaya İlişkin Potansiyel
P	Pozitif Dalga
SGO	Sinyal Gürültü Oranı
SPL	Sound Pressure Level
SSN	Speech Shaped Noise
VEP	Görsel Uyarılmış Potansiyeller

ŞEKİLLER

Şekil		Sayfa
2.1.	İşitsel uyarılmış potansiyellerin temsili dalga biçimi	6
2.2.	10-10 sistemine göre elektrot yerleşimi	7
2.3.	Temsili EcochG Kaydı	8
2.4.	İşitsel Beyin Sapı Cevabı morfolojisi	9
2.5.	ABR testinde elektrot yerleşimi	9
2.6	800 msn olan /ui/ uyarısına verilen ortalama cevap	16
3.1.	Bütün katılımcılardan farklı koşullarda Cz elektrotundan elde edilen ortalama dalga formları	23

TABLULAR

Tablo		Sayfa
4.1.	ADK N1 Latans değerlerinin tanımlayıcı istatıksel değerleri	25
4.2.	ADK N1-P2 tepeden tepeye amplitüdünün tanımlayıcı istatıksel değerleri	25

1. GİRİŞ

Kortikal işitsel uyarılmış potansiyeller (KİUP); merkezi sinir sisteminin ilgili bölümünün, ses uyarısına cevap olarak verdiği, elektrofizyolojik fonksiyonu yansıtan dalga formlarıdır (1). Bu potansiyellerin, konuşma algısının altında yatan sesin nöral tespitini ve/veya ayırt edilmesini yansıttığına inanılmaktadır (2). P1 – N1 – P2 kompleksi tipik olarak uyarın başlangıcı ile ortaya çıkmakta ve click uyarılarla, tone burst uyarılarla ve kısa süreli konuşma hecelerine yanıt olarak kaydedilebilmektedir. Bu tür kısa uyarılarla uyarıldığında, tek bir başlangıç saptanmakta ve kompleks, tek bir P1 – N1 – P2 modeli olarak ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte P1 – N1 – P2 kompleksi, şiddet ve / veya frekans modülasyonları gibi devam eden, daha uzun süreli bir sesteki değişikliklerle de ortaya çıkabilmektedir (3). Bir sesteki akustik değişime yanıt olarak veya konuşma gibi birden çok zaman değişimli akustik değişiklikler içeren bir uyarana yanıt olarak elde edildiğinde, ortaya çıkan dalga biçimi modeli birden çok P1 – N1 – P2 yanıtları içermektedir. Bu şekilde ortaya çıktığında, ortaya çıkan dalga biçimi "akustik değişim kompleksi" veya ADK olarak adlandırılmaktadır (4). ADK, ortaya çıktığında, beyin, kortikal düzeyde, bir konuşma sesi içinde değişiklikleri tespit ettiğini ve kişinin, sesleri ayırt etmek için üst düzey nöral merkezlerine sahip olduğunu belirtmekte ve bu nedenle, ADK'nin konuşmayı ayırt etme kapasitesinin bir indeksi olduğu düşünülmektedir (3).

Günlük dinleme durumlarında, normal işitme eşikleri olan kişiler için bile, yakın çevrede rekabet eden gürültünün varlığı nedeniyle bir "hedef" konuşmacıyı anlamaya çalışmak zor olabilmektedir (5). Bununla bağlantılı olarak önceki araştırmalar, sessiz koşullarla karşılaştırıldığında, arka plan gürültüsünün KİUP yanıtlarının morfolojisini etkilediğini, özellikle bileşenlerin tepe noktalarının amplitüdünü azalttığını ve latansını uzattığını göstermiştir (6-8). Martin ve Stapells (2005), KİUP'leri / ba / ve / da / hedef konuşma uyarılarına yanıt olarak, geniş bant gürültüsü ile birlikte çeşitli alçak frekans geçişli filtre ile filtrelemiş sürekli maske gürültüleri ile KİUP'leri kaydetmiştir. En büyük maskeleyme etkileri (yani, amplitüd ve latanstaki en büyük değişiklikler), gürültü bantları hedef sinyaller olan / ba / ve / da /'yı farklılaştıran birincil akustik ipuçlarını içeren frekans bölgesi ile doğrudan örtüştüğünde bulunmuştur. Araştırmacılara göre bu sonuç, KİUP üzerindeki enerjik

maskeleme (örtüşen spektral içerik) etkilerinin kanıtını sağlamıştır (7). Başka bir çalışmada ise Billings ve ark. (2011) hem tonal (1.000 Hz) hem de konuşma uyarılarına (/ba/) üç tip arka plan gürültüsü koşulunda (kesintili gürültü, sürekli gürültü ve dört konuşmalı babble) KIUP yanıtlarını kaydetmiştir. Sonuçlar, konuşma uyarı için sessiz koşula kıyasla tüm arka plan gürültü koşullarında özellikle N1 bileşeni için azalmış amplitüdü ve uzamış latanslar göstermiştir (9).

ADK elde edilirken çok sayıda farklı uyaran kullanılabilir (ünlü-ünlü, ünsüz-ünlü heceler, şiddet, frekans, periodisite değişiklikleri içeren tonal uyarılar gibi). Örneğin; Martin ve Boothroyd (1999), uyaran seviyesindeki değişikliklere ve / veya uzun süreli, devam eden uyarının spektral içeriğindeki değişikliğe verilen cevapları ölçmüşlerdir. Kortikal yanıtları ortaya çıkarmak için F1 ve F3 formant frekansları sabit olan F2 frekansı 900 Hz'den 2400 Hz'e geçiş yapan (frekans değişim rampası) sentezlenmiş /ui/ uyarısını kullanarak ADK'yi ortaya çıkartmışlardır (4). ADK de ses başlangıç kortikal cevaplarına benzer olarak gürültü varlığından etkilenmektedir (5, 10, 11). Ganapathy ve Manjula (2016) yaptıkları çalışmada arka plan gürültüsünün ADK'ya olan etkisini incelemek amacıyla konuşma spektrumu şeklindeki gürültü (speech shape noise – SSN) ile ADK kaydetmiştir ve arka plan gürültüsünün, ADK'nin latans, amplitüd ve morfolojisinde önemli değişikliklerle sonuçlandığını bulmuşlardır. Başka bir çalışmada ise Yaralı (2020), kortikal yanıt kayıtları sırasında beyaz gürültüde /ui/ uyarısını sunarak gürültünün başlangıç N1 cevabına olan etkisi ile ADK N1 üzerindeki etkisini karşılaştırmıştır. Çalışmanın sonucunda gürültünün etkisinin, başlangıç N1'e kıyasla ADK N1 yanıtı üzerinde daha yüksek olduğunu bulmuştur (11).

/ui/ uyarı ile oluşan ADK cevabı /i/ sesinin başlangıcı ve /u/ sesinden /i/ sesine geçişte gerçekleşen F2 formant frekansı değişiminden kaynaklanmaktadır fakat bu iki akustik olaydan hangisinin cevaba daha fazla etkisi olduğu daha önce araştırılmamıştır. Mevcut çalışma bu iki akustik olayın ADK cevabına katkısını araştıracaktır. Bu amaçla /ui/ uyarı ile oluşan ADK N1 cevabına katkısı olan ünlü ses (/i/) filtrelenmiş gürültü ile maskelenecek, akustik değişimin içerisindeki frekans değişim rampası ve geçiş sonrası ortaya çıkan ünlü sesin ADK cevabına olan katkısı incelenecektir.

Hipotezler:

1. H0: Sessiz koşulda /ui/ uyarısına yanıt olarak ortaya çıkan ADK N1 cevabının amplitüdü ve latansı, /ui/ uyarısının tamamı gürültü ile maskelendiğinde ortaya çıkan ADK N1 cevabının amplitüdünden ve latansından sırasıyla daha büyük ve daha kısa değildir.

H1: Sessiz koşulda /ui/ uyarısına yanıt olarak ortaya çıkan ADK N1 cevabının amplitüdü ve latansı, /ui/ uyarısının tamamı gürültü ile maskelendiğinde ortaya çıkan ADK N1 cevabının amplitüdünden ve latansından sırasıyla daha büyük ve daha kısadır.

2. H0: Sessiz koşulda /ui/ uyarısına yanıt olarak ortaya çıkan ADK N1 cevabının amplitüdü ve latansı, /i/ sesi gürültü ile maskelendiğinde ortaya çıkan ADK N1 cevabının amplitüd ve latansından sırasıyla daha büyük ve daha kısa değildir.

H1: Sessiz koşulda /ui/ uyarısına yanıt olarak ortaya çıkan ADK N1 cevabının amplitüdü ve latansı, /i/ sesi gürültü ile maskelendiğinde ortaya çıkan ADK N1 cevabının amplitüd ve latansından sırasıyla daha büyük ve daha kısadır.

3. H0: /i/ sesi gürültü ile maskelendiğinde ortaya çıkan ADK N1 cevabının amplitüdü ve latansı, /ui/ uyarısının tamamı gürültü ile maskelendiğinde ortaya çıkan ADK N1 cevabının amplitüdünden ve latansından sırasıyla daha büyük ve daha kısa değildir.

H1: /i/ sesi gürültü ile maskelendiğinde ortaya çıkan ADK N1 cevabının amplitüdü ve latansı, /ui/ uyarısının tamamı gürültü ile maskelendiğinde ortaya çıkan ADK N1 cevabının amplitüdünden ve latansından sırasıyla daha büyük ve daha kısadır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Elektroensefalogram (EEG)

Elektroensefalografi (EEG), büyük bir zamansal çözünürlük, nispeten düşük maliyet ve geniş kullanılabilirlik alanları ile beyin işleyişini değerlendirilmesine izin veren, invaziv olmayan bir beyin aktivitesi görüntüleme yöntemidir (12). Elektroensefalogram neredeyse 100 yıldır birçok alanda bilimsel bir araç olarak kullanılmaktadır (13) ve kafa derisine takılan yüzey elektrotları kullanılarak elde edilmektedir (14).

Bir nöron popülasyonu eşzamanlı olarak ateşlendiğinde, hücre dışı sıvı voltajındaki değişiklikler, kafa derisi kayıt bölgelerinden tespit edilebilmektedir (15). Belirli olaylara veya uyaranlara yanıt olarak beyin yapılarından kaynak alan çok küçük voltaj değişikliklerine olaya ilişkin potansiyeller (OİP) adı verilmektedir (16). Meydana gelen bu voltaj değişiklikleri, gürültü kaynaklarından gelenlere kıyasla nispeten daha küçük kalmakta ve bu nedenle OİP ölçümleri tipik olarak yalnızca tekrarlanan ölçüm ve ortalama ölçümlerden sonra gözlemlenebilmektedir. OİP'ler, zihinsel süreçlerin psikofizyolojik karşılıklarını incelemek için güvenli ve invaziv olmayan bir yaklaşım sağlayan, duyuşsal, motor veya bilişsel olaylara kilitli EEG değişiklikleridir (16, 17).

İşitme sisteminin duyuşsal uyarana tepkisinin, değişen elektriksel aktivite düzeyinde incelenebileceği bilinmektedir (12). OİP'ler , bilişsel işlemeyi yüksek zamansal çözünürlükle değerlendirmek için en yaygın kullanılan araçlardan birisidir (18). Örneğin, işitsel uyarılara verilen beyin cevabının değerlendirilmesi, OİP'lerde yansıtıldığı şekliyle uyarıyı işitme, algılama, daha temel ve karmaşık bilişsel süreçler (örneğin, hafıza, dikkat vb.) gibi bir dizi sürecin izlenmesini sağlamaktadır (19). Uyarılmış potansiyeller çeşitli klinik bağlamlarda kullanılmakta olup (20, 21) bunlardan bazıları; görsel uyarılmış potansiyeller (VEP'ler), Motor uyarılmış potansiyeller (MEP'ler) ve işitsel uyarılmış potansiyeller olup (18) işitsel uyarılarla ortaya çıkan OİP'ler klinikte ve araştırma ortamlarında daha geniş bir uygulama alanına sahiptir (22) OİP'ler , çok çeşitli duyuşsal, bilişsel veya motor olaylarla ortaya çıkarılabilmektedir. OİP'lerin benzer şekilde konumlanmış çok sayıda kortikal

piramidal nöronun (binlerce veya milyonlarca düzende) bilgi işlerken eş zamanlı olarak ateşlendiğinde üretilen postsinaptik potansiyellerin toplam aktivitesini yansıttıkları düşünülmektedir (17).

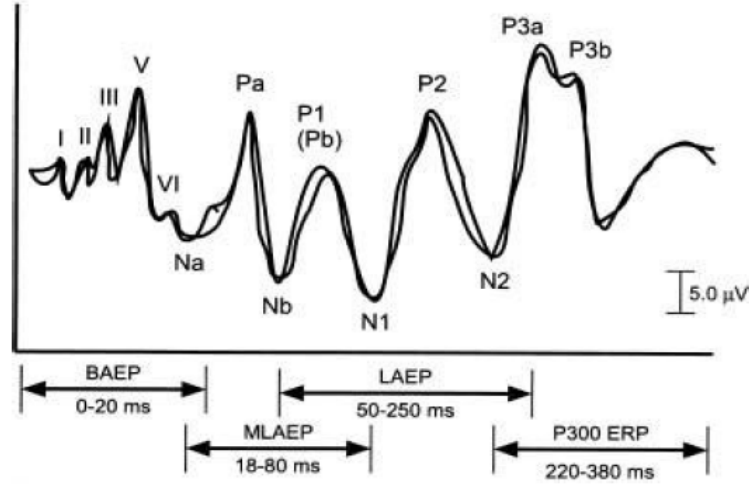
2.2. İşitsel Uyarılmış Potansiyeller (İUP)

İşitsel uyarılmış potansiyeller (İUP'ler), bir ses uyarısının sunumu ertesinde oluşan, baş yüzeyinden kaydedilebilen küçük elektriksel değişikliklerdir. İUP'ler, kokleanın tüy hücrelerinden serebral korteks nöronlarına kadar işitsel sistemin farklı bölümlerinde üretilmektedir. İUP'leri kaydetmek, normal işitsel algı süreçlerini anlamamıza ve işitme bozukluğu olan hastaları değerlendirmemize yardımcı olabilmektedir (23).

Başka bir deyişle İUP'ler, işitsel uyarılar tarafından üretilen beynin elektriksel aktivitesindeki değişikliklerdir. İUP'ler, uyarı zamana kilitli bir şekilde takip eden pozitif ve negatif voltaj sapmalarından (veya dalgalardan) oluşmaktadır. Bu bakımdan İUP'ler, işitsel sistemdeki nöronal membranlar boyunca elektrik potansiyelindeki değişikliklerle üretilmektedir. İUP'leri kafa derisi üzerindeki kaynaktan uzak bölgelerden kaydedebilmek dört faktöre bağlıdır: 1; uyarı tarafından aktive edilen hücre sayısı; 2; bu aktivasyonun senkronizasyon derecesi (aktivasyon ne kadar senkronize olursa, cevap o kadar büyük olur); 3; aktive edilen yapının geometrisi (hücrelerin yerleşim düzenine bağlı olarak, her bir nöronun aktivasyonu tarafından üretilen mikroskobik dipoller birbiriyle toplanabilir veya birbirlerini sönmüleyebilir); 4; Çevreleyen dokuların (kemik, kas, beyin omurilik sıvısı, glia hücreleri) elektriği iletme özelliği. Genel anestezi maddeleri öncelikli olarak birinci ve ikinci faktörleri etkilemekte ve dolaylı olarak üçüncü faktörü de etkileyebilmektedir (24).

İUP'ler tipik olarak ya işitsel sistemde üretildikleri bölge ya da diğer potansiyellere olan zamansal ilişkileri açısından isimlendirilmektedir. Uygun akustik uyarılarla, İUP'ler iç kulaktan, işitme sinirinden veya beynin işitsel bölgelerinden kaydedilebilmektedir. Örneğin, bileşenler iç kulak (koklea) bölgesinde üretildiğinde, elektrokokleografi (ECochG) terimi kullanılmaktadır. Benzer şekilde, işitsel beyin sapı yanıtının (ABR) bileşenleri çoğunlukla beyin sapının işitsel bölgelerinden kaynaklanmaktadır. İşitsel orta latans cevabı (İOLC), ABR ve kortikal işitsel uyarılmış

potansiyeller (KİUP) arasında meydana geldiği için bu şekilde adlandırılmıştır (25). Başlıca İUP'lerin temsili dalga biçimleri Şekil 1'de gösterilmektedir.

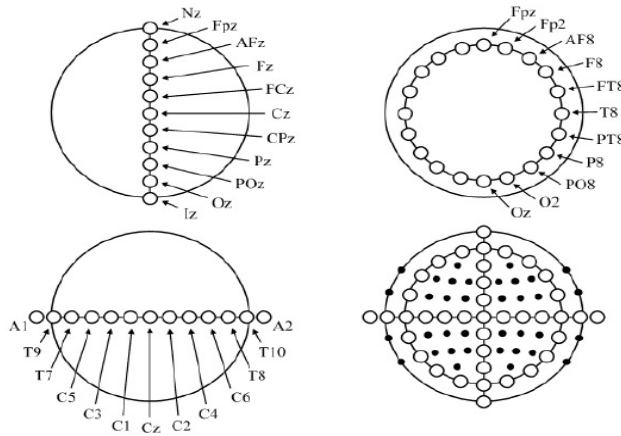


Şekil 2.1. İşitsel uyarılmış potansiyellerin temsili dalga biçimi (25).

İUP'leri ortaya çıkarmak için kullanılan uyaran türleri, çok kısa süreli *click* veya tonal uyarılardan daha uzun süreli konuşma seslerine kadar değişmektedir. Çok hafif ses şiddetlerinden çok yüksek ses şiddetlerine kadar farklı ses şiddetleri kullanılarak ölçüm alınabilmektedir. Bir akustik uyaran şiddetinin İUP'ler üzerinde iki etkisi bulunmaktadır: Daha yüksek uyaran şiddeti seviyelerinde daha büyük amplitüdü cevaplar kaydedilmekte ve daha düşük uyaran şiddeti seviyeleri için cevabın amplitüdü azalmaktadır. Uyaran şiddeti aynı zamanda uyarının sunulması ile bir yanıtın ortaya çıkması arasındaki süreyi yani latansı da etkilemektedir. Uyaran şiddeti ve latansı arasındaki ilişki ters orantılıdır. Yani, uyaran şiddeti arttıkça İUP'in latansı genellikle azalmakta ve tersine, düşük uyaran şiddeti seviyeleri için latans daha uzun olmaktadır. Amplitüd-latans ilişkisi, çoğu İUP'in, özellikle işitsel beyin sapı cevabının (ABR) klinik uygulamasında önem arz etmektedir. İşitsel uyarılmış potansiyeller, işitsel disfonksiyonların erken tespiti ve doğru teşhisine ve işitme kaybı ve diğer işitsel bozukluklara etkili müdahaleye önemli ölçüde ve birçok yönden katkıda bulunmaktadır (25).

Kulağa ses uyarını sunulduktan sonra oluşan beyin aktivitesi, genellikle kafa yüzeyinde belirli yerlere yerleştirilen elektrotlarla tespit edilmektedir. Elektrotlar, farklı kafa şekil ve boyutlarına uygulanabilen kurallara göre kafa derisine

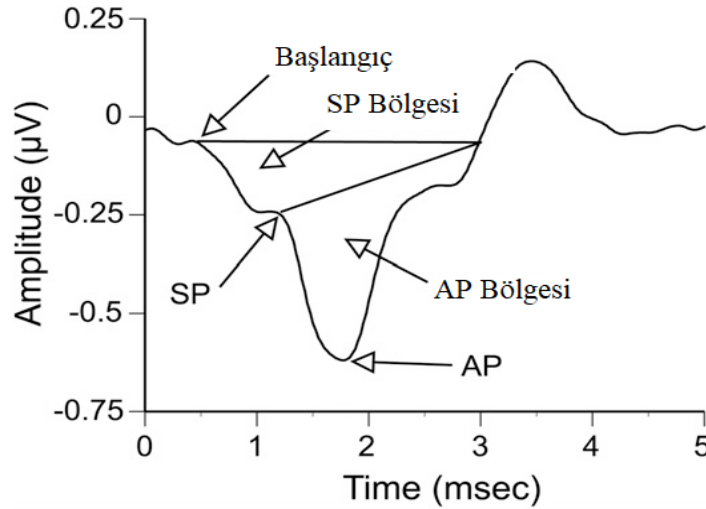
yerleştirilmektedir. En yaygın kullanılan kural, Amerikan Klinik Nörofizyoloji Derneği (2006) tarafından ilan edilen 10-10 sistemidir (Şekil 2) (23). Tipik bir elektrot, bir ucunda cilt ile temas eden bir metal disk veya yapışkan parça bulunan bir iletken kablodan ve diğer ucunda İUP sistemine bağlı bir elektrot kutusuna veya ön amplifikatöre takılan bir pimden oluşmaktadır. Seslerin oluşturduğu aktivite kulak, sinir ve beyin içindeki yapılardan kaynaklanmaktadır. Aktivite, elektrotların konumundan biraz uzakta başlamakta ve sinirsel aktivite, işitsel yapılardan, vücut dokusu, sıvılar, kemik ve deri yoluyla yüzey elektrotlarına iletilmektedir. Daha sonra elektriksel aktivite, boyutunu artırılması için bir ön amplifikatöre, yanıtla ilgili olmayan elektriksel aktiviteyi ortadan kaldıran filtrelere, bir analog-dijital dönüştürücüye iletilmektedir. Bu sebeple İUP'leri işlemek için özel olarak tasarlanmış yazılıma sahip bilgisayara ihtiyaç vardır (25)



Şekil 2.1. 10-10 sistemine göre elektrot yerleşimi (23).

2.1.1. Elektrokoleografi (EcochG)

Elektrokoleografi (ECochG), koklear tüy hücrelerinden ve işitme sinirinden elde edilen elektriksel potansiyellerin ölçümüdür (26, 27). ECochG'nin temel metodolojisi, *click* uyarıların sunulmasını ve her *click* uyarandan sonra yaklaşık 5 ms'lik bir zaman çerçevesi içinde ortaya çıkan elektriksel yanıtları içermektedir. Çok sayıda uyarana verilen yanıtların ortalamasının alınması, Şekil 3'de gösterilene benzer bir dalga formu ile sonuçlanmaktadır.



Şekil 2.3. Temsili EcochG Kaydı (28).

EcochG’de genellikle *click* uyarılar kullanılsa da çeşitli uygulamalar için *tone burst* uyarı da kullanılmaktadır. Aksiyon potansiyelinin ortaya çıkarılması için birçok nöronun aynı anda uyarılması gerekmektedir. Bu etkiyi ortaya çıkarabilmek amacıyla *click* uyarı gibi ani başlangıçlı, kısa süreli ve geniş spektrumlu uyarılar kullanılmaktadır. Uyarının bu özellikleri sayesinde kokleanın bazalında aynı anda birçok tüy hücresi aktive olup eş zamanlı olarak işitme sinir lifleri uyarılmaktadır (29).

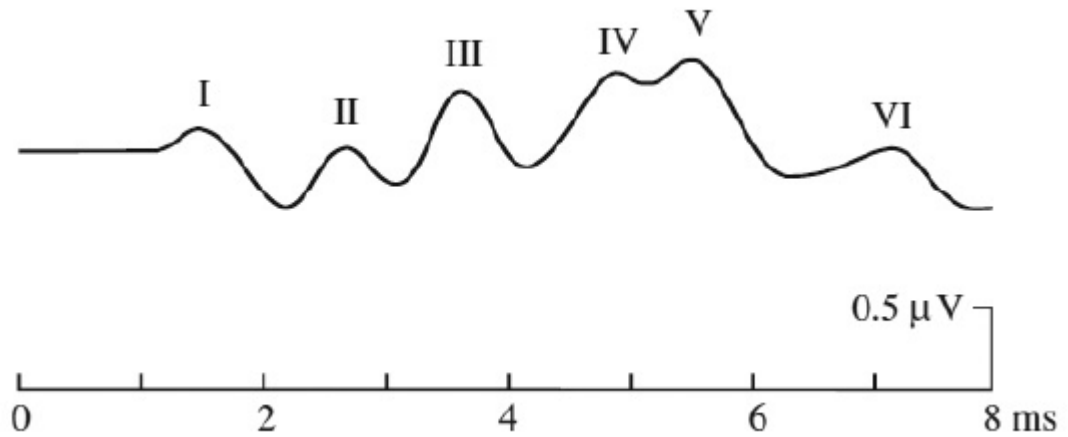
2.2.2. İşitsel Beyin Sapı Cevabı (ABR)

İşitsel beyin sapı yanıtı (ABR), başın yüzeyine yerleştirilen küçük kep veya tek kullanımlık elektrotlar kullanılarak işitsel sistemin nöral yollarından ölçülebilen bir dizi işitsel uyarılmış yanıtın biridir. Odyolojide en yaygın kullanılan İUP’dir (30)

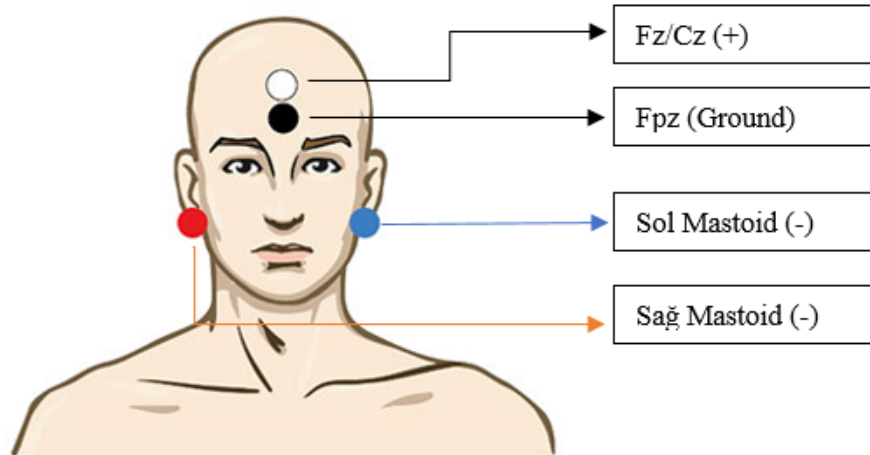
Bir *click* uyarısının başlamasını takiben uyarılmış potansiyel dalga formunda yaklaşık 8 ms içinde meydana gelen en fazla yedi tepe içermektedir (Şekil 4). Bu tepe noktaları işitsel yol boyunca birbirini izleyen sinirsel bölgelere atfedilmektedir. I. ve II. dalga işitme siniri tarafından üretiliyor olup sonraki tepe noktalarının aslında birden çok jeneratörü bulunmaktadır ve bu durum bu dalgaların işitsel beyin sapındaki birkaç çekirdeğin birleşik elektriksel aktivitesinden kaynaklandığı anlamına gelmektedir (31, 32)

ABR klinik olarak hem işitme eşik tahmininde hem de işitsel yolları değerlendirmede, yani işitsel sinir ve beyin sapı yolları boyunca lezyonları tespit etmek

amacıyla kullanılmaktadır. Bu kullanımın amacına bağlı olarak da *click*, *tone burst* uyararı gibi çeşitli uyarılar kullanılmaktadır. ABR dalgaları bireyler arasında oldukça benzer olup ve aynı zamanda oldukça kararlı dalgalardır. Dalgalar bireylerde uyku ve uyanıklık arasında değişiklik göstermemekte ve çoğu ilaçtan etkilenmemektedir. Bu da çocukların doğal veya sedasyon kaynaklı uyku sırasında güvenilir bir şekilde test edilebileceği anlamına gelmektedir (33). ABR'yi kaydetmede sıklıkla kullanılan elektrot konumları Şekil 5'de gösterilmektedir.



Şekil 2.4. İşitsel Beyin Sapı Cevabı morfolojisi (31).



Şekil 2.5. ABR testinde elektrot yerleşimi (34).

2.2.3. İşitsel Orta Latans Cevaplar (İOLC)

İşitsel orta latans cevabı, Na, Pa, Nb ve Pb olarak tanımlanan, 15 ile 50 ms arasındaki latanslarda meydana gelen bir dizi negatif (N) ve pozitif (P) dalgalarıdır. Orta beyin, retiküler formasyon ve talamokortikal yolları içeren birkaç kortikal ve subkortikal bölgeden kaynaklanan nöral aktiviteyi yansıtmaktadır. Merkezi işitsel sinir sistemi anormalliklerinin tanısında da faydalı olmaktadır (29).

İOLC, ABR ölçümü için kullanılan geleneksel metotlarla kaydedilebilmektedir. İOLC, merkezi işitsel fonksiyonun objektif değerlendirmesi için bir araç olarak önemli bir potansiyele sahiptir, ancak klinik bir ölçüm yöntemi olarak yeterince kullanılmamaktadır. İOLC'nin klinik uygulamasının avantajları şunları içermektedir: 1) işitsel korteksten kaynaklanması, 2) işitsel kortikal işlev bozukluğundan etkilenmemesi (işitsel nöropati spektrum bozukluğu gibi) 3) küçük çocuklarda varlığı, 4) tonal uyarılar ve konuşma gibi diğer karmaşık uyarılar kullanılarak cevap elde edilmesi, 5) retiküler formasyon sistemi de dahil olmak üzere işitsel yollara olan duyarlılığı ve 6) *sensory gating* mekanizmalarını değerlendirmek için uygunluk (25).

2.2.4. Kortikal İşitsel Uyarılmış Potansiyeller (KİUP)

Kortikal İşitsel Uyarılmış Potansiyeller (KİUP) ilk kaydedilen işitsel uyarılmış potansiyellerdir. Klinik olarak ilk olarak 1964 yılında odyoloji alanında kullanılmış olup KİUP'nin davranışsal eşikler ile uyumlu olduğu bulunmuştur (25)

KİUP'ler, en belirgin olarak temporal lobun üst yüzeyindeki işitsel bölgeler olmak üzere, korteksin birçok alanındaki aktivasyonundan kaynaklanmaktadır (35). Diğer İUP'lerden daha uzun süredir bilinmelerine rağmen oluşum mekanizmaları veya insan algısındaki rolleri hakkında bilinenler sınırlı kalmaktadır. Çünkü; KİUP'ın oluşumuna korteksin birden fazla bölgesi katkıda bulunmakta ve bu farklı kaynaklardan gelen cevaplar üst üste binerek cevabı oluşturduğu için oluşum mekanizmasının çözülmesi zorlaşmaktadır (36)

KİUP'ler diğer İUP'lere göre daha büyük amplitüde sahiptir. Bunun nedeni; ölçüm yapılırken kullanılan kayıt elektrotlarının, cevabı oluşturan anatomik bölgelere yakınlığıdır (25, 37).

KİUP'lar, amplifiye edilmiş konuşma seslerinin işitme cihazı veya koklear implant kullanan bebeklerde ve çocuklarda işitilebilir olup olmadığını değerlendirmek ve merkezi işitsel sistem içinde olgunlaşma, işitsel işleme ve nöral reorganizasyonu araştırmak için nesnel bir araç olarak kullanılabilir (38). İşitsel uyarılmış kortikal potansiyeller P1-N1-P2 cevabı, P300 cevabı, eşleşmeyen negativite cevabı (ENC) ve akustik değişim kompleksi (ADK) başlıkları altında incelenebilir.

2.2.4.1. P1-N1-P2 CEVABI

Uyaranın verilmesinden sonra yaklaşık olarak 50 ila 300 ms arasında oluşan dalgalar P1, N1, P2 ve N2 olarak adlandırılmaktadır. Bu dalgalar sırasıyla P1 (50-80 msn), N1 (80-100 msn), P2 (180-200 msn) ve N2 (200- 300 msn)' de elde edilmektedir. P1 cevabı aynı zamanda İOLC'deki Pb veya P50 dalgasıyla aynı bileşen olarak kabul edilmektedir (29)

KİUP'ın P2 ve N2 bileşenlerinin büyük ölçüde işitsel korteksten gelen aktiviteden türetildiği ve katkıların da limbik sistem tarafından yapıldığı düşünülmektedir (37)

P1 – N1 – P2 kompleksi tipik olarak uyaran başlangıcı ile ortaya çıkar ve *click* uyararla, tone burst uyararla ve kısa süreli konuşma hecelerine yanıt olarak kaydedilebilmektedir. Bu tür kısa uyarlarla uyarıldığında, tek bir başlangıç saptanır ve kompleks, tek bir P1 – N1 – P2 modeli olarak görünür. Bir sinyalin süresinin kısalığı nedeniyle, genellikle sinyalin başlangıcına verilen yanıttır (1, 4, 39).

Yaşlanmadan kaynaklanan sinir sistemindeki değişiklikler, konuşmayı anlamada zorlaştırıcı bir faktör olarak kabul edilmektedir. Yaşlı popülasyonda bilişsel performans ile KİUP arasındaki ilişkiyi değerlendirmek amacıyla Oliveira ve ark. (2021) bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Çalışmaya 20-58 yaş arası ve 60-70 yaş arası iki grup katılımcı dahil edilmiştir. Çalışmada bireylerin bilişsel fonksiyonlarını değerlendirmek amacıyla Montreal Bilişsel Değerlendirme Testi (MoCA) ve KİUP

cevabının ölçümü için /ba/ ve /da/ uyarınları kullanılmıştır. Yaş grubuna göre kortikal bileşenlerin latans ve amplitüd değerleri önemli farklılıklar göstermiştir. MoCA testi ile elde edilen anormal bilişsel puanlarla P2 bileşeninin amplitüdü arasında korelasyon bulunmuştur. Sesin çözümlenme sürecinin bozulmasıyla P2 bileşeninin amplitüdünün artması arasında ilişki bulunmuştur (40).

Çocukluk döneminde işitsel uyarana maruz kalma insanlarda işitsel korteksin gelişimi ve işitme için kritik öneme sahiptir. KİUP morfolojisindeki değişiklikler koklear implantasyondan sonra işitsel kortikal olgunlaşmanın bir biyo belirteci olarak kullanılmasına yol açmıştır. Erken başlangıçlı total işitme kaybı olan (2 yaşından önce) ve dil öncesi dönemde implante edilen ve dil öncesi işitme kaybı olup yetişkinlik döneminde koklear implant uygulanmış olan yetişkinlerin, KİUP dalga morfolojilerinin eksik veya anormal olup olmayacağı merak konusu olmuştur. Bu amaçla Lammers ve ark. (2014) bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada, dil öncesi işitme kaybı olan ve 21 yaşından sonra koklear implant uygulana yetişkinlerde elektriksel uyarınlara yanıt olarak KİUP dalga morfolojileri ve bileşenlerin latansları, 16 yaşından sonra işitme kaybı olan dil sonrası işitme kaybı olan yetişkinlerde elde edilen KİUP cevaplarıyla karşılaştırılmıştır. şaşırtıcı bir şekilde, P1-N1-P2 morfolojisine sahip tipik KİUP dalga morfolojisi, dil öncesi işitme kaybı olan yetişkin koklear implant kullanıcılarında kaydedilmifitir. Dil öncesi grupta elde edilen N1 komponentinin latansı dil sonrası gruba göre anlamlı derecede daha kısa ve amplitüdü artmış olarak bulunmuştur. Araştırmacılar çalışmanın sonucunda dil öncesi işitme kaybı olan koklear implant kullanıcılarında erken ve büyük bir N1 komponenti ile birlikte KİUP varlığının işitsel korteksin doğuştan ve daha az karmaşık bileşenlerinin aktivasyonunu temsil edebileceğini ve dil sonrası işitme kaybı olan koklear implant kullanıcılarındaki KİUP'un, bu bireylerde hala mevcut olan olgun sinir ağının aktivasyonunu yansıtabileceği sonucuna varmışlardır. Bu bağlamda KİUP'un işitsel korteksin gelişimsel durumunun değerlendirilmesinde yardımcı olabileceği çıkarımına varmışlardır (41).

2.2.4.2. P300 CEVAPLARI

En çok çalışılan İUP'lerden biri P300'dür. Bilişsel öğeleri yansıttığı kabul edilmekte ve standart/aykırı uyarının sunulmasının ardından yaklaşık 300 ms sonra gözlenmektedir. P300 en iyi, *oddball* paradigması kullanılarak katılımcılar bir ayırt etme göreviyle meşgul olduğunda ortaya çıkmaktadır. Bireylere, daha sık olan “standart” uyarıların içine gömülü, seyrek olarak ortaya çıkan aykırı bir uyarı saymaları veya düğmeye basmaları talimatı verilmektedir (3). Görevin doğasına bağlı olarak P300, çoklu bilişsel süreçlerin (42), yani algısal kararların (43) bilişsel süreçlerin son basamağını yansıtmaktadır (44). P300 dalgasının amplitüdü, uyarı ortamında değişiklikler meydana geldiğinde çalışma belleğini güncellemek için gereken beyin aktivitesini yansıtabilmektedir ve amplitüdeki varyasyonlar, ilgili merkezi sinir sistemi (MSS) aktivitesinin derecesini göstermektedir. Bu nedenle, üstün bellek performansı daha büyük P300 amplitüdü ile ilişkilendirilmiştir (45, 46). Tersine, şizofrenide (47, 48), alzheimer hastalığında (49), alkolizmde (50) ve dikkat eksikliği olan kişilerde bozulmuş uyarı morfolojisi ve P300 amplitüdüde azalma gözlenmektedir (12).

Apeksha ve Kumar (2020)'de işitsel nöropati spektrum bozukluğu (İNSB) bulunan ve normal işitmeye sahip bireylerde yaptıkları çalışmada sessiz ortamda konuşma gürültüsü varlığında bu bireylerin P300 cevabını değerlendirmişlerdir. Çalışmada standart uyarı olarak /ba/, hedef uyarı olarak da /da/ uyarısını kullanmışlardır. Bu uyarılar hem sessiz ortamda hem de +10 dB sinyal/gürültü oranında sunulmuştur. Her iki grupta da gürültülü ortamda P300 cevabının amplitüdü azalmış ve latansı uzamış olarak bulunmuştur. İNSB olan bireylerde normal işitenlere göre daha fazla etkilenme bulunmuş olup İNSB'nin nöral ayırt etme becerisi üzerinde normal işitenlere göre önemli derecede olumsuz etkilendiği sonucuna varılmıştır (51).

Abrahamse ve ark. (2021) *pre-lingual*, erken implante edilmiş genç yetişkinlerde (16-25 yaş) işitsel işleme yeteneklerini ölçmek amacıyla yaptıkları çalışmada P300 ve Eşleşmeyen Negativite Cevabı (ENC)'ni kullanmışlardır. Çalışmada erken koklear implantasyonun iyi işitsel işleme sonuçları sağladığı ve MMN'nin aksine P300'ün, bireysel düzeyde işitsel işleme için daha sağlam bir ölçüm olduğu sonucuna varılmıştır (52).

Bununla birlikte, P300'ün işlevselliği tartışmalı bir konumdadır. Çünkü; *oddball* paradigması ve standart/aykırı uyaranları sunabilmek için özel ekipman ve yazılım ihtiyacı bulunmaktadır. Cevap çeşitliliğin fazlalığı nedeniyle normatif veri eksikliği vardır. P300 için bir başka sınırlılık ise bir kişi davranışsal bir ayırt etme görevini yerine getirebiliyorsa, o zaman standart konuşma testlerini de tamamlayabilmektedir. Bu nedenlerden dolayı, ENC adı verilen ve davranışsal bir cevap gerektirmeyen yeni bir İUP daha popüler hale gelmiştir (3).

2.2.4.3. Eşleşmeyen Negativite Cevabı (ENC)

Eşleşmeyen Negativite Cevabı (ENC), standart ve aykırı uyaranların bir kombinasyonu ile ortaya çıkan ve yaklaşık 100 ila 300 ms'lik latans süresinde meydana gelen bir negatif dalgadır. ENC cevabı, katılımcı uyarana dikkat etmese veya uyarının bilincinde olmasa bile, işitsel beynin bir uyarandaki değişikliği algılamasını yansıtmaktadır. ENC, uyuyan bebeklerde ve komada olan kişilerde bile ortaya çıkabilmekte ve analiz edilebilmektedir. ENC, basit tonal uyaranlar arasındaki frekans, şiddet veya süre farkından, karmaşık akustik özelliklerdeki konuşma veya müzik uyaranlarındaki farklılıklara kadar uzanan geniş bir ses dizisiyle etkin bir şekilde uyurulmaktadır. ENC ile belirlenen iki sesin ayırt edilmesi, davranışsal işitsel ayırt etme ile uyum göstermektedir. ENC, beynin frontal-santral ve işitsel kortikal bölgelerinden gelen elektrofizyolojik aktiviteden oluşmaktadır. ENC, frekans, şiddet, süre ve konuşma ipuçları gibi ses özelliklerinin dikkat öncesi analizi, çoklu akustik uyaranlar içindeki sabitliklerin çıkarılması ve duyuşsal hafızanın oluşturulması dahil olmak üzere birkaç eşzamanlı veya sıralı temel beyin sürecinin bir yansıması olarak görülmektedir (25, 53, 54).

Francis ve ark. (2020) yaptıkları çalışmada, işitsel halüsinasyon yaşamakta olan şizofreni hastalarının farklı işitsel koşullarda işitsel işlevlerinin nasıl etkilendiğini daha iyi anlamak amacıyla katılımcıların farklı arka plan gürültüsü koşullarında ENC ve P3a cevaplarını incelemiştir. Çalışmaya 12 tane işitsel halüsinasyona sahip şizofreni hastası, 11 tane işitsel halüsinasyonu olmayan şizofreni hastası ve 9 tane sağlıklı birey katılmıştır. Katılımcılara ENC ve P3a testleri; sessizlikte, beyaz gürültü ve trafik gürültüsü varlığında uygulanmıştır. İşitsel halüsinasyona sahip olan bireylerde tüm arka plan gürültü koşullarında diğer katılımcılara göre ENC amplitüdünde anlamlı

düşüş bulunmuştur. Çalışmada; işitsel halüsinasyon varlığının spesifik olarak ENC'yi bozabileceğini, P3a'nın ise daha genel olarak şizofreni hasalarında bozulduğu sonucuna varılmıştır (55).

Kulak çınlamasına sahip bireylerde ENC önemini araştırmak amacıyla Wang ve ark. (2020)'de kulak çınlaması olan 8 kişi ve çınlaması olmayan 7 kişi ile bir bireylerle karşılaştırıldığında kulak çınlaması hastalarında istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük olduğu bulunmuştur. Araştırmacılar, ENC'nin işitsel yoldaki anormal elektriksel aktivitenin değerlendirilmesinde uygulanabilirliği sonucuna varmışlardır (56)

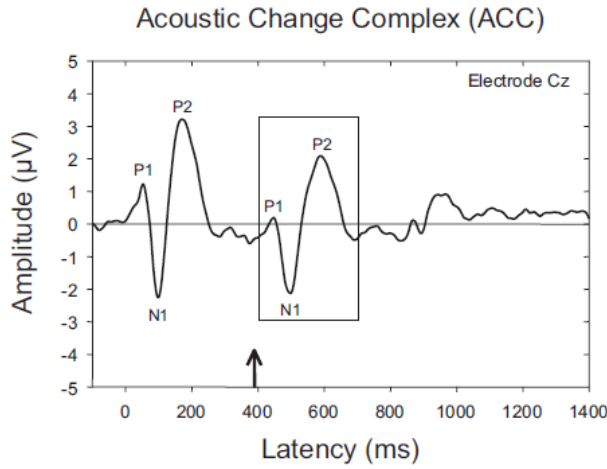
2.2.4.4. Akustik Değişim Kompleksi (ADK)

Akustik bir uyarının sunumunu takiben işitsel korteksten kaydedilen P1-N1-P2 komponentlerinin ses sinyalinin nöral kodlamasını yansıttığına inanılmaktadır, ancak bu sesin ayırt edilmesi hakkında hiçbir bilgi sağlamamaktadır. Bununla birlikte, davranışsal ayırt etme kapasitesinin altında yatan nöral işleme, P1-N1-P2'yi kaydetmeye yönelik geleneksel metodolojiyi değiştirerek ölçülebilmektedir (4, 57)

Bir ses içindeki akustik bir değişikliğe yanıt olarak veya konuşma sesleri gibi çok sayıda zamanla değişen akustik değişiklikleri içeren bir uyarana yanıt olarak elde edildiğinde, ortaya çıkan dalga formu akustik değişim kompleksi olarak adlandırılmaktadır (4). ADK esasen geleneksel metodlar kullanılarak elde edilen P1-N1-P2 dalgalarını takiben oluşan ikinci bir KIUP dalga biçimi olarak ortaya çıkmaktadır (3). ADK, işitsel korteks seviyesinde potansiyel olarak ayırt edilebilir bilgilerin kodlanmasını göstermektedir (4, 57, 58).

ADK elde edilirken çok sayıda farklı uyaran kullanılabilir (ünlü-ünlü, ünsüz-ünlü heceler, şiddet, frekans, periodisite değişiklikleri içeren tonal uyaranlar gibi). Örneğin; Martin ve Boothroyd (1999), uyaran seviyesindeki değişikliklere ve / veya uzun süreli, devam eden uyarının spektral içeriğindeki değişikliğe verilen cevapları ölçmüşlerdir. Kortikal yanıtları ortaya çıkarmak için F1 ve F3 formant frekansları sabit olan F2 frekansı 900 Hz'den 2400 Hz'e geçiş yapan (frekans değişim

rampası) sentezlenmiş /ui/ uyarısını kullanarak ADK'yi ortaya çıkartmışlardır (Şekil 6) (3, 4).



Şekil 2.6. 800 milisaniye olan / ui / uyarısına verilen ortalama cevap. Bir P1 – N1 – P2 kompleksi, uyarının başlamasıyla ortaya çıkar. İkinci bir P1 – N1 – P2, uyarının orta noktasında / u / ‘den / i /’ ye akustik değişimle ortaya çıkar. Bu, standart ADK’dır. Sesin bitmesine yanıt olarak üçüncü bir P1 – N1 – P2 mevcuttur (900 milisaniye), ancak bu yanıt oldukça küçüktür (4).

ADK'nin konuşma algılama kapasitesinin klinik değerlendirmesi için potansiyel olarak yararlı bir ölçüm olabileceğini düşündüren bulgular bulunmaktadır. Tremblay ve ark. (2003) tarafından normal işitmeye sahip dinleyicilerde akustik ipuçlarının sinirsel algılamasını ölçmek için doğal olarak üretilmiş dört konuşma hecesi (/ bi /, / pi /, / fi / ve / si /) kullanılmıştır. / bi / uyarını tarafından ortaya çıkan ADK yanıtının, / pi / tarafından ortaya çıkan yanıtından daha büyük bir amplitüde sahip olduğu ve / fi / yanıtının / si / yanıtından daha kısa bir latans süresine sahip olduğu bulunmuştur. Yani, farklı akustik ipuçlarını temsil eden uyarılar, farklı nöral cevap patternleri oluşturmuştur (59).

ADK, konuşma uyarılarındaki akustik bir değişiklikte uyarıldığında, bu, birincil işitsel kortekste bu farkı saptamak için nöral kapasite bulunduğunu göstermektedir, ancak nöral bir ayırt etmenin gerçekleşip gerçekleşmediğini belirlemek için kortikal süreçlerde daha fazla ayrıntıya ihtiyaç duyulabilmektedir (60). Çünkü; algı akustik değişikliklerin fizyolojik tespitinden daha fazlasını içermektedir. Dikkat, hafıza ve biliş de algı için önemli roller oynamaktadır. Fizyolojik ölçümler, dinleyicinin mevcut akustik ipuçlarının işitme sistemi tarafından nöral kodlaması

hakkında bilgi sağlasa da bu konuşma sesinin algısı ile ilgili birçok aşamadan yalnızca birini temsil etmektedir (61).

Küçük yaşlarda işitme cihazı kullanımı ve koklear implantasyon nedeniyle işitme kaybı olan çocuklarda objektif ölçümlere duyulan ihtiyaç son zamanlarda artmıştır. Bu nedenle, bebeklerde ve diğer çocuklarda işitsel ayırt etmeyi yansıttığı varsayılan ADK'yi ölçebilmek ve bunu hem müdahale hem de takip sonuçları için kılavuzlar oluşturmak için kullanabilmek önemlidir. ADK'nin bebeklerde ve çocuklarda kaydedilip kaydedilemeyeceğini araştıran bazı çalışmalar mevcuttur. Örneğin; Martinez ve ark. (2013), yaşları 2 ila 6 arasında değişen, normal işitmeye sahip 5 ve işitme kaybı olan 5 çocukta ADK'nin başarıyla kaydedildiğini göstermiştir (62) Small ve Werker (2012)'ın yaptıkları ön çalışmada 4 aylık bebeklerde ADK'nin kaydedilmesinin mümkün olduğu bulunmuştur (63).

ADK'nin klinik ortamda ortaya çıkarmanın kolay olması, dikkat yokken bile elde edilebilmesi ve iyi bir sinyal-gürültü oranına sahip bir yanıtı kaydetmek için nispeten az uyaran sayısı gerektirmesi en büyük avantajlarından. En önemlisi ise ADK, iyi test-tekrar test güvenilirliğine sahip olup bireysel deneklerde tutarlı bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Bu faktörler, ADK'nin potansiyel klinik uygulaması için olumludur, çünkü genellikle tek bir seansta çoklu konuşma seslerinin nöral temsilini değerlendirmeyi mümkün kılmaktadır (2, 64).

ADK, dikkat yokluğunda ayırt etme kapasitesini yansıtan ENC'ye benzetilebilmektedir. Bununla birlikte, ADK çok daha büyük bir amplitüde sahiptir ve daha az uyaran sunumu gerektirir çünkü her deneme yanıtı katkıda bulunur. Bu nedenle, bu, ADK'nin ENC'ye göre bir avantajı olabilir. P300'de aktif katılım gerektirdiği için ADK, işitsel ayırt etmeyi araştırmanın başka bir yöntemi olarak önemli ölçüde dikkat çekmektedir(2, 4, 65).

Ses başlangıç P1–N1–P2 cevabının ve ADK' nin aynı jeneratörleri paylaşıp paylaşmadığı ve aynı süreçlere bağlı olup olmadıkları henüz belirlenmemiştir. ADK, P1–N1–P2 ile aynı morfolojiyi gösterir ve başlangıç P1–N1–P2'nin sessiz koşuldan ses varlığına geçişte akustik değişime bir yanıt olduğu tartışılmaktadır. Bununla birlikte, bu yanıtların farklı süreçleri gösterebileceğine dair bazı kanıtlar

bulunmaktadır (3). Örneğin, uyarın frekansı veya tınısındaki ani bir değişlikle ortaya çıkan N1'in, sesin başlangıcıyla ortaya çıkan N1'e göre kafa derisinin daha arkasında bir dağılıma sahip olduğu gösterilmiştir (66).

2.2.4.5. Gürültüde Kortikal İşitsel Uyarılmış Potansiyeller

Günlük dinleme durumlarında, normal işitme eşikleri olan kişiler için bile, yakın çevrede rekabet eden gürültünün varlığı nedeniyle bir “hedef” konuşmacıyı anlamaya çalışmak zor olabilmektedir (5). Bununla bağlantılı olarak önceki araştırmalar, sessiz koşullarla karşılaştırıldığında, arka plan gürültüsünün KİUP yanıtlarının morfolojisini etkilediğini, özellikle bileşenlerin tepe noktalarının amplitüdünü azalttığını ve latansını uzattığını göstermiştir (6-8).

Gerçek hayattaki farklı gürültü türlerinin konuşma ve konuşma dışı seslerin merkezi işitsel işleme üzerindeki etkisini, ENC ve davranışsal cevaplar aracılığıyla değerlendiren bir çalışmada; sağlıklı katılımcılara dört arka plan gürültüsü (*babble* gürültüsü, endüstriyel gürültü, trafik gürültüsü, geniş bant gürültü) varlığında ve sessiz ortamda konuşma uyarını ve konuşma dışı uyarınlar sunulmuştur. Uyarının veya gürültünün davranışsal cevaplar üzerinde herhangi bir etkisi olmamasına karşın, ENC sonuçlarının konuşma uyarınlarının ve konuşma dışı uyarınların hem sessiz hem de gürültülü koşullarda farklı şekilde işlendiğini ortaya koymuştur. Ayrıca, ENC'de ortaya çıktığı üzere, konuşma ve konuşma dışı sesler üzerinde farklı gürültü türlerinin dikkat öncesi ayırt etme üzerinde farklı bir etkisi olduğu bulunmuştur (67).

Martin ve ark. (1999), yüksek frekans geçişli filtrelenmiş gürültünün /ba/ ve /da/ uyarınları ile oluşan kortikal cevaplar üzerindeki etkisini değerlendirebilmek için N1, ENC ve davranışsal ölçümleri kullanarak azalmış işitilebilirliğin etkilerini araştırmıştır. Geniş bant olan maskeleme gürültüsü, konuşma seslerine verilen yanıtı maskelemeye yetecek bir şiddette eş zamanlı olarak sunulmuş ve ardından yüksek frekans geçişli filtre uygulanarak uyarın maskelenmiştir. Uyarınlar, katılımcılara; sessiz koşulda, 4000 Hz, 2000 Hz, 1000 Hz, 500 Hz ve 250 Hz'lik yüksek frekans geçişli kesme frekansları olan koşullarda ve geniş bant gürültüsü varlığında sunulmuştur. Yüksek frekans geçişli filtrelenmiş gürültünün kesme frekansı düşürüldükçe, OİP latansları artmış ve amplitüdüler azalmıştır. Bu değişikliklerin ilk

meydana geldiği kesme frekansı, N1 ve ENC ölçümü için farklılık göstermiştir. N1, 4000 Hz yüksek frekans geçişli filtrelenmiş gürültüden başlayarak frekans boyunca küçük sistematik değişiklikler göstermiş olup ENC ve davranışsal ölçümler, yaklaşık 1000 Hz'de meydana gelen büyük değişiklikler göstermiştir. Bu sonuçlar, maskelemeden kaynaklanan azalmış işitilebilirliğin N1 ve ENC'yi farklı bir şekilde etkilediğini göstermiştir. Yazarlar, sonuç olarak; N1 cevabının, ayırt edilebilir olsun ya da olmasın, uyarıların işitilebilir olduğu tüm koşullarda mevcut olan işitilebilir uyarı enerjisinin varlığını yansıttığını, ENC'nin ise yalnızca uyarıların davranışsal olarak ayırt edilebilir olduğu koşullar için oluştuğunu bulmuştur. Yüksek frekans geçişli filtrelenmiş gürültü çalışmalarındaki KİUP'ler ile ilgili yapılan bu çalışmanın, işitme kaybında olduğu gibi işitilebilirlik azaldığında ortaya çıkan beyin süreçlerindeki ve davranışsal performanstaki değişiklikler hakkında bilgi sağladığı çıkarımı yapılmıştır (6).

Arka plan gürültüsü varlığında başarılı konuşma iletişiminin gerçekleşme sürecini anlamak ve önemli akustik ipuçlarının çıkarımını değerlendirmek amacıyla Koerner ve ark. (2016) bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada, arka plan gürültüsünün ENC üzerindeki latans, amplitüd değişikliklerinin yanı sıra davranışsal konuşma anlaşılabilirliği görevleri de değerlendirilmiştir. ENC, ünlü ses (/ba/'dan /bu/'ya) ve ünsüz ses (/ba/'dan /da/'ya) değişikliğine yanıt olarak normal işiten 15 katılımcıdan elde edilmiştir. Çalışmanın sonucunda arka plan gürültüsü varlığında ENC latanslarının uzadığı ve amplitüdlерinin düştüğü, gürültünün farklı uyarıların üzerinde farklı derecelerde bozulmaya sebep olduğu ve ENC ölçümleri ile konuşmayı ayırt etme puanları arasında önemli korelasyonlar olduğunu bulunmuştur (68).

Martin ve Stapells (2005), KİUP'leri / ba / ve / da / hedef konuşma uyarılarına yanıt olarak, geniş bant gürültüsü ile birlikte çeşitli alçak frekans geçişli filtre ile filtrelenmiş sürekli maske gürültüleri ile kaydetmiştir. En büyük maskeleme etkileri (yani, amplitüd ve latanstaki en büyük değişiklikler), gürültü bantları hedef sinyaller olan / ba / ve / da /'yı farklılaştıran birincil akustik ipuçlarını içeren frekans bölgesi ile doğrudan örtüştüğünde bulunmuştur. Araştırmacılara göre bu sonuç, KİUP üzerindeki enerjik maskeleme (örtüşen spektral içerik) etkilerinin kanıtını sağlamıştır (7). Başka bir çalışmada ise Billings ve ark. (2011) hem tonal (1.000 Hz) hem de konuşma

uyaranlarına (/ba/) üç tip arka plan gürültüsü koşulunda (kesintili gürültü, sürekli gürültü ve dört konuşmalı *babble*) KIUP yanıtlarını kaydetmiştir. Sonuçlar, konuşma uyarani için sessiz koşula kıyasla tüm arka plan gürültü koşullarında özellikle N1 bileşeni için azalmış amplitüdler ve uzamış latanslar göstermiştir (9).

ADK de ses başlangıç ve ENC kortikal cevaplarına benzer olarak gürültü varlığından etkilenmektedir (5, 11). Ganapathy ve Manjula (2016) yaptıkları çalışmada arka plan gürültüsünün ADK'ya olan etkisini incelemek amacıyla konuşma spektrumu şeklindeki gürültü (*speech shape noise – SSN*) ile ADK kaydetmiştir ve arka plan gürültüsünün, ADK'nin latans, amplitüd ve morfolojisinde önemli değişikliklerle sonuçlandığını bulmuşlardır. Başka bir çalışmada ise Yaralı (2020), kortikal yanıt kayıtları sırasında beyaz gürültüde /ui/ uyarani sunarak gürültünün başlangıç N1 cevabına olan etkisi ile ADK N1 üzerindeki etkisini karşılaştırmıştır. Çalışmanın sonucunda gürültünün etkisinin, başlangıç N1'e kıyasla ADK N1 yanıtı üzerinde daha yüksek olduğunu bulmuştur (69).

Daha önceki birçok çalışmada kullanılan /ui/ uyarani ile oluşan ADK cevabı /i/ sesinin başlangıcı ve /u/ sesinden /i/ sesine geçişte gerçekleşen F2 formant frekansı değişiminden kaynaklanmaktadır fakat bu iki akustik olaydan hangisinin cevaba daha fazla etkisi olduğu sık araştırılan bir konu olmamıştır. Bu uyaraniyla ortaya çıkarılan akustik değişim aslında iki kaynaktan ortaya çıkmaktadır, bunlar F2 formant frekans rampası ve /i/ sesinin başlangıcıdır. Mevcut çalışma bu iki akustik olayın ADK cevabına katkısını araştırmıştır. Bu amaçla gürültünün ADK cevabı üzerindeki etkisi de göz önünde bulundurularak /ui/ uyarani sessiz ortamda, /ui/ sesi ile şekillendirilmiş gürültüde, ve /ui/ uyarani ile oluşan ADK N1 cevabına katkısı olan ünlü sesi (/i/) seçici olarak maskeleyecek olan filtrelenmiş gürültüde sunulmuş, gürültünün farklı koşullarda elde edilen ADK N1 cevapları üzerindeki etkisi karşılaştırılarak akustik değişimin içerisindeki frekans değişim rampası ve geçiş sonrası ortaya çıkan ünlü sesin ADK cevabına olan katkısı incelenmiştir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulundan GO21/1048 karar numaralı 16/11/2021 tarihli etik kurul izni ile Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Odyoloji Anabilim Dalı, Odyoloji Programı kapsamında yüksek lisans tezi olarak yapılmıştır. Etik kurul izin yazısı Ek-1’de sunulmuştur.

3.1. Katılımcılar

Araştırmaya aşağıdaki kriterlere sahip 11 kadın ve 15 erkek olmak üzere toplamda 26 birey dahil edilmiş olup katılımcıların tamamına elektrofizyolojik değerlendirmeler yapılmıştır. Aşırı artefakt sebebiyle 5 erkek katılımcının verileri analiz dışı bırakılmıştır.

- 18-30 yaş arası olmak
- herhangi bir nörolojik ve psikiyatrik problemi olmamak,
- psikiyatrik ilaç kullanmamak,
- profesyonel olarak enstrümantal müzikle uğraşmamış olmak,
- geçirilmiş orta kulak problemi olmamak,
- herhangi bir işitme patolojisine ve işitmesiyle ilgili şikayeti olmamak,

Aşağıdaki kriterlere sahip katılımcılar araştırmaya dahil edilmemiştir;

- 18 yaşından küçük olmak ve 30 yaşından büyük olmak,
- nörolojik veya psikiyatrik problemi olmak
- psikiyatrik ilaç kullanmak
- profesyonel olarak enstrümantal müzikle uğraşmış olmak
- geçirilmiş orta kulak problemi olmak
- işitmeyle ilgili herhangi bir patolojiye sahip olmak

Katılımcı bireyler yakın çevreden gönüllülük esasına dayalı olarak çalışmaya dahil edilmiştir. Ayrıca Hacettepe Üniversitesi Sıhhiye Kampüsü’ne mevcut çalışma ile ilgili ilan asılarak gönüllü katılımcılar toplanmıştır. Bireyler çalışmaya gönüllü olarak katılmış olup aydınlatılmış onam formu verilerek ve imzalı onayları alınmıştır.

3.2. Uyarılar

Uyarıların hazırlanmasında Martin ve Boothroyd (2000)' un çalışmasındaki /ui/ uyarı baz alınmıştır (58). Praat programı ile /ui/ uyarı 1000 ms'lik sürede oluşturulmuştur. /ui/ uyarı f1 formant frekansı 300 Hz sabit iken 480 ms sonra f2 formant frekansı 40 ms'lik sürede 900 Hz'den 2400 Hz'e geçiş yapmaktadır, f3 formant frekansı ise 3000 Hz sabit değerdedir. MatLab programı arayıcılığıyla /ui/ uyarı kullanılarak konuşma sesi ile şekillendirilmiş gürültü (Speech Shaped Noise – SSN-) oluşturulmuştur. Sonrasında SSN 2400 Hz'de yüksek frekans geçirgen olacak şekilde Praat programı kullanılarak filtrelenmiştir. Bu filtrelemenin amacı gürültünün /ui/ sesindeki /i/ sesini maskeleyesidir.

3.3. Elektrofizyolojik Testler

Elektrofizyolojik değerlendirme, faraday kafesli odada, Neuroscan 4.3 EEG sistemi ile 20 kanallı kayıt kullanılarak yapılmıştır. Katılımcıların rahat bir koltukta oturmaları sağlanmış, 20 kanallı EEG kepi yerleştirildikten sonra her iki kulak memesine referans elektrodlar yerleştirilmiştir. İletken EEG jeli kepi üzerindeki deliklerden gümüş elektrodlar ile saçlı deri arasına uygulanmıştır. Bütün elektrodlarda 0-5 ohm impedans değeri elde edildiğinde teste başlanmıştır. Test esnasında katılımcılar alt yazısı olmayan bir animasyon filmi izlemişlerdir.

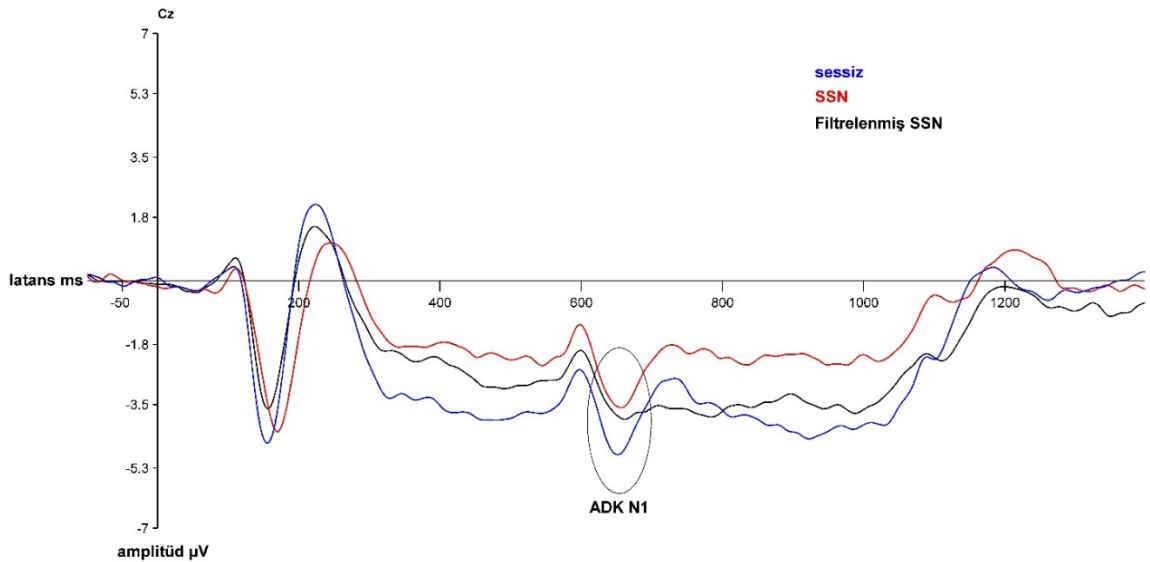
Bütün koşullarda /ui/ uyarı sabit olarak 65 dB SPL şiddetinde sunulurken gürültü koşullarında gürültü seviyesi +5 dB sinyal gürültü oranında (SGO) 60 dB SPL olarak katılımcıdan 1 metre uzaklıkta konumlanmış bir hoparlörden sunulmuştur. Sessiz ortam, +5 dB SGO SSN ve +5 dB filtrelenmiş SSN gürültü koşulları her katılımcıya rastgele olarak bir blok içinde 3 faz olacak şekilde uygulanmış olup her bir fazda uyarı 100 defa olacak şekilde sunulmuştur. Fazların sırası katılımcılar arasında rastgele olacak şekilde düzenlenmiştir. Bu şekilde uyarı her bir koşulda 2 blokta toplamda 200 defa sunulmuştur. Fazlar arası kısa süreli (yaklaşık 2 dk), bloklar arası daha uzun süreli (yaklaşık 5 dk) molalar verilmiştir.

3.4. Kortikal Cevapların Değerlendirilmesi

EEG analizleri EEG Lab (70)ve ERP Lab (71)ile gerçekleştirilmiştir. Ham EEG verileri 0.1-30 Hz band geçişli filtre ve 50 Hz çentikli filtre ile filtrelenmiş, -100 – 1400 ms'lik zamansal pencerede epoklanmıştır. Her bir katılımcı için farklı deneysel koşullarda avarajlanmış dalga formları oluşturulmuştur.

3.5. ADK N1 ve P2 Dalgalarının Belirlenmesi

Bütün katılımcıların farklı koşullarda ortalama dalga formlarının alınması ile *Grand Avarage Waverform* (GAW) elde edilmiştir. Sessiz koşul, +5 dB SGO SSN ve +5 dB SGO filtrelenmiş SSN koşullarında elde edilen dalga formları şekil 3.5.1'de gösterilmiştir. Bu dalga formlarında ADK N1 ve P2 cevapları işaretlendikten sonra bu dalga tepe noktalarının latansları kullanılarak ± 50 ms'lik pencereler oluşturulmuştur. Daha sonrasında her bir katılımcının ortalama dalga formunda bu pencere aralıklarında maksimum negatif ve maksimum pozitif tepe noktaları sırasıyla N1 ve P2 cevapları olarak işaretlenmiş, N1 latansları, N1 ve P2 tepe amplitüdüleri elde edilmiştir. Sonrasında N1 ve P2 amplitüd değerlerinin farkı alınarak N1-P2 tepeden tepeye amplitüdüleri elde edilmiştir.



Şekil 3.1. Bütün katılımcılardan farklı koşullarda Cz elektrodundan elde edilen ortalama dalga formları.

3.6. İstatiksel Analizler

İstatistiksel analizler için “IBM SPSS Statistics 26” (72) program kullanılmıştır. ADK N1 latanslarının ve ADK N1-P2 tepeden tepeye amplitüdlerinin koşullar arasında karşılaştırılması için Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi uygulanmıştır. Analizler $p < .05$ anlamlılık düzeyinde incelenmiştir.

4. BULGULAR

4.1. Tanımlayıcı İstatiksel Analizler

Üç farklı koşulda (sessiz koşul, maskeli koşul, filtrelenmiş maskeli koşul), 21 katılımcıdan elde edilen ADK N1 bileşeninin latansları ve N1-P2 bileşenlerinin tepeden tepeye amplitüdüleri ve bu değişkenlerin ortalama ve standart sapma değerleri sırasıyla Tablo 4.1 ve 4.2' de verilmiştir.

Tablo 4.1. ADK N1 Latans değerlerinin tanımlayıcı istatistiksel değerleri.

Koşullar / Değişkenler	N	Ortalama (mean)	Standart Sapma	Min.	Maks.
N1 lat - Sessiz koşul (msn)	21	653.142	± 17.928	632.000	714.000
N1 lat - Maskeli koşul (msn)	21	653.619	± 17.396	622.000	696.000
N1 lat – Filtrelenmiş maskeli koşul (msn)	21	662.761	± 25.686	626.000	730.000

lat: latans değeri msn: milisaniye min: minimum değeri maks: maksimum değeri

Tablo 4.2. ADK N1-P2 tepeden tepeye amplitüdünün tanımlayıcı istatistiksel değerleri.

Koşullar / Değişkenler	N	Ortalama (mean)	Standart Sapma	Min.	Maks.
N1-P2 amp - Sessiz koşul (µV)	21	-2.976	± 1.082	-5.986	-1.297
N1-P2 amp - Maskeli koşul (µV)	21	-2.790	± 1.060	-4.294	-.529
N1-P2 amp – Filtrelenmiş maskeli koşul (µV)	21	-1.683	± 1.088	-4.077	-.206

Amp: amplitüd değeri µV: mikrovolt min: minimum değeri maks: maksimum değeri

4.2. ADK N1 Latanslarının Koşullar Arası Karşılaştırılması

ADK N1 Latans değerlerinin koşullar arasında karşılaştırılması için tekrarlı ölçümlerde varyans analizi yapılmıştır. Analiz sonuçlarında ADK N1 latanslarının koşullar arasında farklı olduğu görüldü ($F(2, 40) = 4.07, p < .05$). İkili karşılaştırmalar sonucunda ADK N1 latanslarının filtreli maskelenmiş koşulda ($M = 662.76, SS = 25.68$) sessiz koşula ($M = 653.14, SS = 17.92$) ve maskeli koşula göre ($M = 653.61, SS = 17.39$) anlamlı derecede yüksek olduğu görüldü (sırasıyla $p = .038$ ve $p = .022$). Sessiz koşul ve maskeli koşul arasında ADK N1 latansları anlamlı farklılık göstermedi ($p = .888$).

4.3. ADK N1-P2 Tepeden Tepeye Amplitüdlerinin Koşullar Arası Karşılaştırılması

Tekrarlı ölçümlerde varyans analizi ADK N1-P2 tepeden tepeye amplitüdlerinin koşullar arasında anlamlı derecede farklı olduğunu göstermiştir ($F(1.59, 31.85) = 15.89, p < .05$)

İkili karşılaştırmalarda filtrelenmiş maskeli koşul ADK N1-P2 amplitüdlerinin ($M = -1.63, SS = 1.08$) sessiz koşula ($M = -2.97, SS = 1.08$) ve maskeli koşula göre ($M = -2.79, SS = 1.06$) anlamlı derecede düşük olduğu bulunmuştur. ($p = .000$). Sessiz koşul ve maskeli koşul arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

5. TARTIŞMA

İşitsel kortikal P1-N1-P2 cevabı ses başlangıçlarının yanı sıra devam eden sesteki akustik değişiklikler ile de ortaya çıkarılabildiği uzun süredir bilinmektedir. Bu şekilde ortaya çıkan, ADK cevabı olarak adlandırılan cevap kompleksi morfolojisi açısından aslında ses başlangıç cevap kompleksi ile aynı yapıya sahiptir. ADK cevabının en önemli karakteristik özelliği ses değişimleri ile ortaya çıkması olsa da aslında ses başlangıç kompleksinin de bir değişimle (sessizlikten sese geçiş) ortaya çıktığı da düşünülebilir. Bu benzer yönlerinin tersi olarak farklılık olarak ele alınabilecek bir özellik de, ses başlangıçlarının tek bir akustik olay olması fakat mevcut çalışmada kullanılan uyaran özelinde ele alınırsa akustik değişikliğin (/u/ sesinden /i/ sesine geçiş) aslında iki farklı akustik olay (F2 formant frekans rampası ve ardından gelen /i/ sesinin başlangıcı) içermesidir. Nitekim mevcut çalışma da bu iki akustik olayın ADK N1 cevabına katkısını incelemiştir.

Önceki çalışmalar incelendiğinde ADK cevabı özelinde ele alındığında akustik özellikteki değişikliklerin boyutlarının cevap amplitüd ve latansları üzerindeki etkisinin araştırıldığı görülmektedir. Aslında kortikal cevaplardaki değişiklikler uyaran tipine ve uyaran parametrelerinin seçimine bağlıdır. Örneğin Vonck ve ark. (2019) uyaranda meydana gelen büyüklük, rate ve yön değişikliklerinin ADK cevabına etkisini araştırmıştır. On iki normal işiten denekte gerçekleştirilen çalışmada N1 amplitüdü ve latansı, literatürden bilinenden daha güçlü bir şekilde büyüklük değişikliğinden etkilenmiştir. Sonuç olarak, ADK en çok büyüklükten ve ayrıca büyük ölçüde değişimin rate'i ve yönünden etkilenmiştir (73). Mevcut çalışmada ise, yeterli büyüklükte ve hızda akustik değişim içeren ve bu bakımdan önceki çalışmalarda belirgin ADK cevapları ortaya çıkaran bir /ui/ uyaranı kullanılmıştır. Hatta mevcut çalışmada farklı gürültüler içerisinde sunulmasına rağmen bu uyaranla elde edilen ADK N1 cevapları her koşulda oldukça belirgin bir şekilde elde edilebilmiştir. Bu bakımdan aslında ADK cevaplarının oldukça güçlü cevaplar olduğu düşünülebilir.

İşitsel kortikal cevapların uyaranların gürültü içerisinde sunulduğu koşullarda incelenmesi önceki çalışmalarda yer almış bir konudur. Örneğin Martin ve ark. (1999) 65 dB SPL'de sunulan /ba/ ve /da/ konuşma uyaranları kullanarak ses başlangıç N1 cevabı ve ENC üzerindeki yüksek frekans gürültü maskeleyenin işitmeye olan etkisini

araştırmıştır. Çalışmada gürültü verilmesinin amacı uyarının davranışsal olarak algılanmasını engellemektir. Bu bakımdan seslerinin davranışsal olarak algılanmasını tamamen maskelemek için gereken gürültü seviyesi belirlenirken şu şekilde bir yol izlenmiştir: sunulan konuşma uyarıları duyulmayana kadar maske seviyesi 10 dB'lik adımlarla artırılarak her dinleyici için belirlenmiş, daha sonra maske seviyesi 10 dB düşürülüp 1 dB'lik adımlarla artırılıp maskeli eşik, konuşma seslerinin %50'sinde duyulamaz olduğu seviye olarak tanımlanmıştır. İUP'leri maskeleme eşiği genellikle algıyı maskeleme eşiklerinden birkaç desibel daha yüksek olduğundan, konuşma seslerinin yeterli şekilde maskelenmesini sağlamak için maskeleme gürültüsü daha sonra bu seviyenin 7 dB üzerine çıkarılmıştır. Kullanılan maske seviyeleri, 11 dinleyici için 75,5 ile 83 dB SPL arasında değişmiş olup ve ortalama seviye 79,5 dB SPL bulunmuştur. Ardından yüksek frekans geçişli filtrelerden geçirilmiştir. Maske koşulları; sessiz (gürültü yok); 4000 Hz 2000 Hz, 1000 Hz, 500 Hz ve 250 Hz'lik yüksek frekans geçişli gürültü ve geniş bant gürültüsüdür. Yüksek frekans geçişli maske gürültüsünün kesme frekansı düşürüldükçe, İUP latansları artmış ve amplitüdü azalmıştır. Değişikliklerin ilk meydana geldiği kesme frekansı, N1 ve ENC için farklı bulunmuştur. N1 için, 4000 Hz yüksek frekans geçiş gürültüsünden başlayarak frekans boyunca küçük sistematik değişiklikler gösterirken ENC ve davranışsal ölçümler, yaklaşık 1000 Hz'de meydana gelen büyük değişiklikler göstermiştir. Bu sonuçlar, maskelemeden kaynaklanan azalmış işitilebilirliğin N1 ve ENC'yi farklı bir şekilde etkilediğini göstermektedir. N1, ayırt edilebilir olsun ya da olmasın, uyarıların işitilebilir olduğu tüm koşullarda mevcut olan işitilebilir uyarı enerjisinin varlığını yansıtırken ENC, yalnızca uyarıların davranışsal olarak ayırt edilebilir olduğu koşullar için mevcuttur. Çalışmada yüksek frekans geçişli gürültü çalışmalarındaki kortikal İUP'lerle ilgili bu çalışmalar, işitme kaybında olduğu gibi işitilebilirlik azaldığında ortaya çıkan beyin süreçlerindeki ve davranışsal performanstaki değişiklikler hakkında bilgi sağlar sonucuna varılmıştır (6). Mevcut çalışmada da uyarının tamamının ve belirli bir kısmının işitilebilirliğini engellemek amacıyla kortikal cevapların toplanması için kullanılan /ui/ sesi ile şekillendirilmiş gürültü, ve bu gürültünün yüksek frekans geçişli filtrelenmiş hali kullanılmıştır. Filtrelenmiş maske gürültüsünün kullanılmasının amacı akustik değişim ile oluşan ADK N1 cevabında /i/ sesinin olası katkısının engellenmesiydi. Bu şekilde uyarının

tamamen maskelenmesi, sessiz koşul ve /i/ sesinin maskelenmesi koşullarında elde edilen ADK N1 cevapları karşılaştırılarak akustik değişim cevabına katkıda bulunan iki akustik olayın (yani F2 formant frekans değişim rampası ve /i/ sesinin başlangıcı) olası katkılarının incelenmesi amaçlanmıştır. Elde ettiğimiz sonuçlarda sessiz koşula göre filtrelenmiş gürültü varlığında ADK N1 latansı uzamış ve amplitüdü azalmış bulunmuştur. Fakat uyarının tamamının maskelendiği koşul ile sessiz koşul arasında fark bulunmamıştır. Bu sonuçlar maske etkisinin seçici olarak /i/ sesinin maskelendiği durumda anlamlı derecede olduğunu göstermektedir. Bu bakımdan ADK cevabına katkıda bulunan esas akustik olayın /i/ sesi olduğu düşünülebilir. Aslında uyarının tamamının maskelendiği koşul ile sessiz koşul arasında ADK N1 latans ve/veya amplitüdüleri arasında fark bulunmamış olması aynı SGO kullanan bazı çalışmaların bulguları göz önünde bulundurulduğunda beklenmeyen bir durum olmuştur. Örneğin Bostan ve Yaralı (2022) gürültüde konuşmayı ayırt etme becerisi farklı 30 katılımcıyla bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada, /ui/ uyarını sunularak beyaz gürültü ve *International Collegium for Rehabilitative Audiology (ICRA)* gürültüsü kullanılarak +5 dB ve +10 dB SGO'da ses başlangıç ve ses değişimleri ile oluşan kortikal N1 latansı ve N1-P2 tepeden tepeye amplitüdü incelenmiştir. Çalışmanın sonucunda ses başlangıç N1 latansları tüm gürültü türleri ve SGO'da sessiz koşula göre uzama gösterirken N1- P2 tepeden tepeye amplitüdüleri ise her iki SGO'da ICRA gürültüsünde sessiz koşula göre düşük bulunmuştur (74). Bu durumun kullanılan maskelerin farklı olmasından kaynaklanabileceği düşünülebilir. Nitekim çalışmamızda /ui/ ile şekillendirilmiş beyaz gürültü kullanılmıştır, bu gürültünün standart beyaz gürültüye veya konuşma sesi ile şekillendirilmiş gürültüye göre daha dar bir frekans aralığını maskelemiş olması, bu sebeple maske etkisinin beklenen şekilde gözlenmemesi ile sonuçlanmış olması olasıdır. Bunun yanı sıra çalışmamızda kullandığımız maske seviyesi Martin ve ark. (1999) çalışmasında olduğu gibi kişiye özel olarak değil standart olarak +5 dB SGO seviyesinde sunulmuştur. Bu gürültü seviyesi sunduğumuz uyarını maskelemeye yetmemiş olabilir.

Maske gürültülerinin ADK üzerindeki etkisinin incelendiği başka bir çalışmada ise Ganapathy ve Manjula (2016) gürültü varlığında ADK'yi incelemek için /sa/ uyarını ve birisi amplitüd değişikliğine birisi de frekans değişikliğine sahip 3 uyarın kullanmıştır. Amplitüd değişikliğine sahip uyarın 1000 Hz frekansında olup 3

dB'lik bir amplitüd modülasyonuna sahiptir. Frekans modülasyonuna sahip uyarın ise 1000 Hz'den 2000 Hz'e geçiş içermektedir. Bu uyarınlar sessiz koşulda ve SSN varlığında sunulmuştur. SSN, 2000 ms süreli olup, çalışmada kullanılan /sa/ hecesi ve konuşma dışı uyarınların Fourier fazı randomize edilerek sentezlenmiştir. Uyarınlar, gürültünün tepe amplitüdüne göre +5 dB, 0 dB ve -5 dB SNR sürekli olarak sunulmuştur. Çalışmaya 15 kadın, 15 erkek olarak 30 birey katılmıştır. Çalışmanın sonucunda arka plan gürültüsündeki artışın ADK'nin latans, amplitüdü ve morfolojisinde önemli değişikliklere yol açtığını göstermiştir. Araştırmacılar ADK'nin arka plan gürültüsünün hızla değişen akustik uyarın üzerindeki etkisini incelemek için güvenilir bir araç olarak kullanılabileceğini ve ayrıca bozulmuş işitsel sistemdeki kodlamanın anlaşılmasına yardımcı olabileceğini ortaya koyacağı çıkarımına varmışlardır (69). Bizim alışmamızda da katılımcıların tamamında ADK cevabı gürülü koşullarında elde edilmiştir ve bu çalışmaya benzer şekilde gürültü varlığında ADK cevabının amplitüdü azalmış ve latansı uzamıştır.

ADK cevabına gürültünün etkisi farklı gürültüler kullanılarak incelenmiştir fakat cevaba katkıda bulunan akustik olayların katkı derecelerinin incelenmesi için gürültü maskelerinin kullanılması daha öncesinde yapılmamıştır. Bu bakımdan mevcut çalışmada uyarının akustik özelliklerini içerecek, bu bakımdan da bu özellikleri maskeleyecek bir maske kullanılmıştır. Önceki çalışmalarda beyaz gürültü, konuşma sesi ile şekillendirilmiş gürültü ve babble gürültüsü kullanılmış ve bu gürültü tiplerinin etkisi incelenmişken, mevcut çalışmada spesifik olarak /ui/ sesi ile şekillendirilmiş gürültü kullanılmıştır. Ayrıca bu gürültü uyarandaki /i/ sesini maskeleyecek şekilde filtrelenmiş, bu şekilde iki farklı gürültü koşulunda ve sessiz koşulda ADK N1 cevapları karşılaştırılmıştır. Gürültülerin kullanılmasının amacı uyarının tamamının ve seçici olarak belirli bir kısmının duyulabilirliğini engellemek ve elde edilen cevapları koşullar arasında karşılaştırarak uyarandaki akustik değişimi sağlayan unsurların maskelenmesi sonucunda cevapların nasıl değiştiğini gözlemleyerek çıkarımlar yapmaktır.

Bu bakımdan elde edilen sonuçlarda yalnızca seçici olarak /i/ sesinin maskelendiği koşulda sessiz koşula ve uyarının tamamının maskelendiği koşula göre ADK N1 amplitüdlерinin azaldığı ve latanslarının uzadığı gözlenmiştir. Fakat uyarının

tümünün maskelendiği koşul ile sessiz koşul arasında amplitüd ve latanslar arasında farklılık gözlenmemiştir. Bu bakımdan /i/ sesi seçici olarak maskelendiğinde ADK N1 cevabı latans ve amplitüdlere değişikliğe uğramaktadır. Yapılabilecek bir çıkarım aslında ADK cevabının büyük oranda /i/ sesinin başlangıcı ile ilişkili olduğu olabilir, nitekim /i/ sesi maskelendiğinde cevap amplitüdlere azalma, latanslarda uzama gerçekleşmektedir. Aslında bu çıkarım yapılırken dikkat edilmesi gereken bir nokta da kullanılan SGO'dur. Daha önceki bir çalışmada uygulanan davranışsal olarak test edilerek elde edilen bir maske seviyesi yerinde daha önceki çalışmalardan esinlenilerek standart +5 dB SGO kullanılmıştır. Belki de daha zor bir dinleme koşulu kullanılsaydı uyarının tamamının maskelendiği koşulda da cevap amplitüdlere azalma ve latanslarda uzama gözlenebilecekti.

Açıkgöz (2023) tarafından yapılan, mevcut çalışmaya benzer başka bir çalışmada da /ui/ uyarı kullanılmıştır. Bu uyarıdan /i/ sesinin tamamen çıkarıldığı /u rampa/ ve /i/ sesinin 0.05 ve 0.1 ms'nlik kısımlarının oluşturduğu /ui/ uyarıları olmak üzere toplam 4 uyarı, 18-30 yaş arası 20 bireye 70 dB SPL şiddetinde sunulmuştur. Çalışmada /ui/ uyarı ile elde edilen ADK N1 amplitüdlere, /u rampa/ uyarı ile elde edilen ADK amplitüdlere anlamlı derecede daha düşük bulunmuş ve /i/ sesi uyarıya dahil oldukça ADK N1 amplitüdlere istatistiksel olarak anlamlı olmasa da kademeli olarak düşüş olduğu bulunmuştur. ADK N1 latansları açısından karşılaştırıldığında ise /u rampa/ uyarı en kısa latans ve en büyük amplitüd değerine sahip olmuştur. Bu sonuçlar f2 formant frekans rampasının toplam ADK cevabına azımsanmayacak derecede katkısı olduğunu şeklinde yorumlamıştır (75). Mevcut çalışmada ise ADK N1 cevabının esas olarak /i/ sesi ile ilişkili olduğu bulunmuştur. Bu farklılığın deneysel yöntem açısından farklılıktan kaynaklanabileceği düşünülebilir. Nitekim Açıkgöz (2023)'ün çalışmasında uyarıdaki /i/ sesi kademeli olarak uyarıdan çıkarılırken, mevcut çalışmada SSN kullanılarak /ui/ sesindeki /i/ sesi maskelenmiş, ve cevaba en çok katkısı olan akustik olayın /i/ sesinin başlangıcı olduğu bulunmuştur. Bunun yanısıra Açıkgöz (2023)'ün çalışması için yapılabilecek bir eleştiri de her ne kadar ADK N1 cevabı akustik değişiklikle uyarılmış olsa da uyarı sürelerinin birbirlerinden farklı olması, bu faktörün cevaplar üzerinde etkisi olabileceğidir. Mevcut çalışma için bir eleştiri ise /i/ sesinin izole olarak maskelenmesi için filtrelenen gürültünün F2 formant frekans rampasının da bir kısmını maskeleyiş

olabileceğidir. Bu bakımdan aslında izole olarak /i/ sesi maskelenmek istenirken F2 formant rampasının bir kısmı maskelenmiş, bu sebeple filtrelenmiş maske koşulunda cevap amplitüdlerinde anlamlı düşüş ve latanslarda uzama görülmüş olabilir. Bunun yanı sıra çalışmada F2 formant frekans rampasının seçici olarak maskelendiği bir koşul bulunmamaktadır. Bu bakımdan /i/ sesinin ADK cevabına daha büyük bir katkısı olduğu sonucunun çıkarılması eksik olabilir. Fakat F2 formant frekans rampasının tek başına maskelenmeye çalışılması durumunda kontrol dışı olarak 2400 Hz'lik /i/ sesi de maskelenecekti, bu bakımdan bu tarz bir maskelemenin kullanılması uygun olmayacaktı.

Bu bakımdan ileriki çalışmalar için bir öneri maske gürültülerinin hem seviyelerinin hem de filtre frekanslarının istenen uyarı istenen seviyede maskelemesinden emin olmak için davranışsal olarak belirlenmesidir. Ayrıca daha zorlayıcı maske koşulları da kullanılabilir. Bunun yanı sıra çalışmada yalnızca /ui/ uyarı kullanılmış ve /i/ sesi maskelenmiştir. Bu bakımdan farklı ses geçişlerini içeren uyarıların kullanılması farklı ses geçişleri ile oluşan ADK cevaplarının kaynaklarını ortaya çıkarmada faydalı olabilir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

1- ADK N1 cevabının latansı ve N1-P2 tepeden tepeye amplitüdüleri sessiz koşula ve maskeli koşula göre filtrelenmiş maskeli koşulda sırasıyla daha düşük ve yüksek olarak elde edilmiştir

2-Sessiz koşul ile maskeli koşul arasında ADK N1 cevap amplitüd ve latansları arasında fark elde edilmemiştir.

3- Üç farklı koşul içerisinde anlamlı amplitüd ve latans değişikliklerinin yalnızca filtrelenmiş maskeli koşulda elde edilmiştir. Bu koşulda seçici olarak /i/ sesi maskelenmiştir.

4- Üçüncü maddede belirtilen sonuç aslında /ui/ sesi ile oluşan ADK N1 cevabında /i/ sesinin başlangıcının oldukça önemli rol oynadığını desteklemektedir.

5-Beklentilerin tersi olarak maskeli koşul ile sessiz koşul arasında ADK N1 latans ve amplitüdüleri arasında fark elde edilmemesi kullanılan SGO oranının dinleme açısından yeterince zorlayıcı olmamasından veya kullanılan gürültünün tipinden kaynaklanabilir.

6- Mevcut çalışma ile aynı konuyu inceleyen başka bir çalışma ile sonuçlar uyumsuz olmuştur. Bunun kullanılan metodolojinin farklı olmasından kaynaklanabileceği düşünülebilir.

7- Bu bakımdan ilerideki çalışmalarda daha zorlayıcı dinleme koşulları farklı akustik değişiklikler içeren uyarıların kullanılması ve maske gürültü seviyelerine ek olarak filtre frekanslarının da davranışsal olarak belirlenerek uyarıların maskelenmesi önerilebilir.

8- Bu şekilde farklı akustik değişiklikler ile oluşan ADK cevabının kaynakları incelenebilir.

7. KAYNAKLAR

1. Hillyard SA, Picton TW. On and off components in the auditory evoked potential. *Percept Psychophys*. 1978;24(5):391-8.
2. Kim JR. Acoustic Change Complex: Clinical Implications. *J Audiol Otol*. 2015;19(3):120-4.
3. Martin BA, Tremblay KL, Korczak P. Speech evoked potentials: from the laboratory to the clinic. *Ear Hear*. 2008;29(3):285-313.
4. Martin BA, Boothroyd A. Cortical, auditory, event-related potentials in response to periodic and aperiodic stimuli with the same spectral envelope. *Ear Hear*. 1999;20(1):33-44.
5. Niemczak CE, Vander Werff KR. Informational Masking Effects on Neural Encoding of Stimulus Onset and Acoustic Change. *Ear Hear*. 2019;40(1):156-67.
6. Martin BA, Kurtzberg D, Stapells DR. The effects of decreased audibility produced by high-pass noise masking on N1 and the mismatch negativity to speech sounds /ba/and/da. *J Speech Lang Hear Res*. 1999;42(2):271-86.
7. Martin BA, Stapells DR. Effects of low-pass noise masking on auditory event-related potentials to speech. *Ear Hear*. 2005;26(2):195-213.
8. Billings CJ, Tremblay KL, Stecker GC, Tolin WM. Human evoked cortical activity to signal-to-noise ratio and absolute signal level. *Hear Res*. 2009;254(1-2):15-24.
9. Billings CJ, Bennett KO, Molis MR, Leek MR. Cortical encoding of signals in noise: effects of stimulus type and recording paradigm. *Ear Hear*. 2011;32(1):53-60.
10. Ganapathy, editor *Effect of Noise on Acoustic Change Complex* 2016.
11. Yarali M. Varying effect of noise on sound onset and acoustic change evoked auditory cortical N1 responses evoked by a vowel-vowel stimulus. *Int J Psychophysiol*. 2020;152:36-43.
12. Melynyte S, Wang GY, Griskova-Bulanova I. Gender effects on auditory P300: A systematic review. *Int J Psychophysiol*. 2018;133:55-65.
13. Müller-Putz GR. Electroencephalography. *Handbook of Clinical Neurology*. 2020;168:249-62.
14. Gilman S. *Oxford American Handbook of Neurology*. new york: oxford university press; 2010.
15. Pratt H, Aminoff M, Nuwer MR, Starr A. Short-latency auditory evoked potentials. *The International Federation of Clinical Neurophysiology. Electroencephalogr Clin Neurophysiol Suppl*. 1999;52:69-77.
16. Blackwood DH MW. Cognitive brain potentials and their application. *Br J Psychiatry Suppl*. 1990;9:96-101.
17. Peterson NN, Schroeder CE, Arezzo JC. Neural generators of early cortical somatosensory evoked potentials in the awake monkey. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1995;96(3):248-60.

18. Helfrich RF, Knight RT. Cognitive neurophysiology: Event-related potentials. *Handb Clin Neurol*. 2019;160:543-58.
19. Kappenman ES, and Steven J. Luck Oxford Library of Psychology. *The Oxford Handbook of Event-Related Potential Components*: Oxford University Press; 2011.
20. Lascano AM, Lalive PH, Hardmeier M, Fuhr P, Seeck M. Clinical evoked potentials in neurology: a review of techniques and indications. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2017;88(8):688-96.
21. Walsh P, Kane N, Butler S. The clinical role of evoked potentials. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2005;76 Suppl 2(Suppl 2):ii16-22.
22. Sur S, Sinha VK. Event-related potential: An overview. *Ind Psychiatry J*. 2009;18(1):70-3.
23. Picton TW. *Human Auditory Evoked Potentials*. United Kingdom: Plural Publishing, Inc.; 2011.
24. Plourde G. Auditory evoked potentials. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol*. 2006;20(1):129-39.
25. III JWH. *eHandbook of Auditory Evoked Responses*. Hall M, editor: Pearson Education, Inc.; 2015.
26. Ferraro JA. Electrocochleography: a review of recording approaches, clinical applications, and new findings in adults and children. *J Am Acad Audiol*. 2010;21(3):145-52.
27. Ruth RA, Mills JA, Ferraro JA. Use of disposable ear canal electrodes in auditory brainstem response testing. *Am J Otol*. 1988;9(4):310-5.
28. Lake AB, Stuart A. The Effect of Test, Electrode, and Rate on Electrocochleography Measures. *J Am Acad Audiol*. 2019;30(1):41-53.
29. Gelfand SA. *Essentials of Audiology*. New York, USA: Thieme Medical Publishers, Inc.; 2016.
30. Steven Kramer DKB. *Audiology Science to Practice*. Stach BA, editor: Plural Publishing, Inc.; 2019.
31. Moore JK. The human auditory brain stem as a generator of auditory evoked potentials. *Hear Res*. 1987;29(1):33-43.
32. Rudell AP. A fiber tract model of auditory brain-stem responses. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1987;67(1):53-62.
33. Arnold SA. *The Auditory Brainstem Response*. Roeser RJ, editor. New York: Thieme; 2007.
34. Skipper R. *Basic ABR Testing: Interacoustics*; 2022 [Available from: <https://www.interacoustics.com/abr-equipment/eclipse/support/basic-abr-testing-with-eclipse>].
35. Lightfoot G. Summary of the N1-P2 Cortical Auditory Evoked Potential to Estimate the Auditory Threshold in Adults. *Semin Hear*. 2016;37(1):1-8.

36. Picton TW, Hillyard SA. Human auditory evoked potentials. II. Effects of attention. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1974;36(2):191-9.
37. Katz J, Chasin M, English KM, Hood LJ, Tillery KL. *Handbook of clinical audiology*. Seventh edition. ed. Philadelphia: Wolters Kluwer Health; 2015. xvi, 927 pages p.
38. Lee JY, Kang BC, Park JW, Park HJ. Changes in Cortical Auditory Evoked Potentials by Ipsilateral, Contralateral and Binaural Speech Stimulation in Normal-Hearing Adults. *Clin Exp Otorhinolaryngol*. 2020;13(2):133-40.
39. Whiting KA, Martin BA, Stapells DR. The effects of broadband noise masking on cortical event-related potentials to speech sounds /ba/ and /da. *Ear Hear*. 1998;19(3):218-31.
40. Oliveira MFF, Menezes PL, Carnauba ATL, Pereira LD, Andrade KCL, Frizzo ACF, et al. Cognitive performance and long-latency auditory evoked potentials: a study on aging. *Clinics (Sao Paulo)*. 2021;76:e1567.
41. Lammers MJ, Versnel H, van Zanten GA, Grolman W. Altered cortical activity in prelingually deafened cochlear implant users following long periods of auditory deprivation. *J Assoc Res Otolaryngol*. 2015;16(1):159-70.
42. van Dinteren R, Arns M, Jongsma ML, Kessels RP. P300 development across the lifespan: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2014;9(2):e87347.
43. O'Connell RG, Dockree PM, Kelly SP. A supramodal accumulation-to-bound signal that determines perceptual decisions in humans. *Nature Neuroscience*. 2012;15(12):1729-35.
44. Nieuwenhuis S, De Geus EJ, Aston-Jones G. The anatomical and functional relationship between the P3 and autonomic components of the orienting response. *Psychophysiology*. 2011;48(2):162-75.
45. Kenemans JL, Kähkönen S. How Human Electrophysiology Informs Psychopharmacology: from Bottom-up Driven Processing to Top-Down Control. *Neuropsychopharmacology*. 2011;36(1):26-51.
46. Fabiani M, Karis D, Donchin E. Effects of mnemonic strategy manipulation in a Von Restorff paradigm. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1990;75(2):22-35.
47. Jeon YW, Polich J. Meta-analysis of P300 and schizophrenia: patients, paradigms, and practical implications. *Psychophysiology*. 2003;40(5):684-701.
48. Muller TJ, Kalus P, Strik WK. The neurophysiological meaning of auditory P300 in subtypes of schizophrenia. *World J Biol Psychiatry*. 2001;2(1):9-17.
49. Vecchio F, Maatta S. The use of auditory event-related potentials in Alzheimer's disease diagnosis. *Int J Alzheimers Dis*. 2011;2011:653173.
50. Hill SY, Steinhauer S, Lowers L, Locke J. Eight-year longitudinal follow-up of P300 and clinical outcome in children from high-risk for alcoholism families. *Biol Psychiatry*. 1995;37(11):823-7.
51. Apeksha K, Kumar AU. Effect of Quiet and Noise on P300 Response in Individuals with Auditory Neuropathy Spectrum Disorder. *Int Arch Otorhinolaryngol*. 2020;24(4):e462-e71.

52. Abrahamse R, Beynon A, Piai V. Long-term auditory processing outcomes in early implanted young adults with cochlear implants: The mismatch negativity vs. P300 response. *Clin Neurophysiol.* 2021;132(1):258-68.
53. Naatanen R, Kujala T, Escera C, Baldeweg T, Kreegipuu K, Carlson S, et al. The mismatch negativity (MMN)--a unique window to disturbed central auditory processing in ageing and different clinical conditions. *Clin Neurophysiol.* 2012;123(3):424-58.
54. Naatanen R, Kujala T, Kreegipuu K, Carlson S, Escera C, Baldeweg T, et al. The mismatch negativity: an index of cognitive decline in neuropsychiatric and neurological diseases and in ageing. *Brain.* 2011;134(Pt 12):3435-53.
55. Francis AM, Knott VJ, Labelle A, Fisher DJ. Interaction of Background Noise and Auditory Hallucinations on Phonemic Mismatch Negativity (MMN) and P3a Processing in Schizophrenia. *Front Psychiatry.* 2020;11:540738.
56. Wang K, Lu X, Sun S. Application of auditory mismatch negativity in tinnitus patients based on high-resolution electroencephalogram signals. *Transl Neurosci.* 2022;13(1):460-9.
57. Ostroff JM, Martin BA, Boothroyd A. Cortical evoked response to acoustic change within a syllable. *Ear Hear.* 1998;19(4):290-7.
58. Martin BA, Boothroyd A. Cortical, auditory, evoked potentials in response to changes of spectrum and amplitude. *J Acoust Soc Am.* 2000;107(4):2155-61.
59. Tremblay KL, Friesen L, Martin BA, Wright R. Test-retest reliability of cortical evoked potentials using naturally produced speech sounds. *Ear Hear.* 2003;24(3):225-32.
60. Cheek D, Cone B. Evidence of Vowel Discrimination Provided by the Acoustic Change Complex. *Ear Hear.* 2020;41(4):855-67.
61. Tremblay KL, Kalstein L, Billings CJ, Souza PE. The neural representation of consonant-vowel transitions in adults who wear hearing AIDS. *Trends Amplif.* 2006;10(3):155-62.
62. Martinez AS, Eisenberg LS, Boothroyd A. The Acoustic Change Complex in Young Children with Hearing Loss: A Preliminary Study. *Semin Hear.* 2013;34(4):278-87.
63. Small SA, Werker JF. Does the ACC have potential as an index of early speech discrimination ability? A preliminary study in 4-month-old infants with normal hearing. *Ear Hear.* 2012;33(6):e59-69.
64. Martin B, Tremblay K, Stapells D. Principles and applications of cortical auditory evoked potentials. 2007. p. 482-507.
65. Michalewski HJ, Starr A, Nguyen TT, Kong YY, Zeng FG. Auditory temporal processes in normal-hearing individuals and in patients with auditory neuropathy. *Clin Neurophysiol.* 2005;116(3):669-80.
66. Jones SJ, Longe O, Vaz Pato M. Auditory evoked potentials to abrupt pitch and timbre change of complex tones: electrophysiological evidence of 'streaming'? *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 1998;108(2):131-42.

67. Kozou H, Kujala T, Shtyrov Y, Toppila E, Starck J, Alku P, et al. The effect of different noise types on the speech and non-speech elicited mismatch negativity. *Hear Res.* 2005;199(1-2):31-9.
68. Koerner TK, Zhang Y, Nelson PB, Wang B, Zou H. Neural indices of phonemic discrimination and sentence-level speech intelligibility in quiet and noise: A mismatch negativity study. *Hear Res.* 2016;339:40-9.
69. Ganapathy M, Manjula P. Effect of noise on acoustic change complex. *Int J health sci res.* 2016;6:356-70.
70. Delorme A, Makeig S. EEGLAB: an open source toolbox for analysis of single-trial EEG dynamics including independent component analysis. *J Neurosci Methods.* 2004;134(1):9-21.
71. Lopez-Calderon J, Luck SJ. ERPLAB: an open-source toolbox for the analysis of event-related potentials. *Front Hum Neurosci.* 2014;8:213.
72. George D, Mallery P. *IBM SPSS Statistics 26 Step by Step: A Simple Guide and Reference* 2019.
73. Vonck BMD, Lammers MJW, van der Waals M, van Zanten GA, Versnel H. Cortical Auditory Evoked Potentials in Response to Frequency Changes with Varied Magnitude, Rate, and Direction. *J Assoc Res Otolaryngol.* 2019;20(5):489-98.
74. Bostan Y, YARALI M. The Effect of Different Noise Maskers and Speech Understanding in Noise on Auditory Cortical N1 Response. *Hacettepe University Faculty of Health Sciences Journal.* 2022;9(2):374-86.
75. Açıkgöz SS. Ünlü-Ünlü Ses Geçişleri İle Oluşan Kortikal N1 Cevabını Oluşturan Akustik Olayların İncelenmesi. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Hacettepe Üniversitesi, ANKARA. 2023.

8. EKLER

EK 1. Etik Kurul Onayı



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

Sayı : 16969557-2163

Konu :

ARAŞTIRMA PROJESİ DEĞERLENDİRME RAPORU

Toplantı Tarihi : 16 KASIM 2021 SALI
Toplantı No : 2021/19
Proje No : GO 21/1048(Değerlendirme Tarihi: 05.10.2021)
Karar No : 2021/19-01

Üniversitemiz Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Bölümü öğretim üyelerinden Dr. Öğr. Üyesi Mehmet YARALI'nın sorumlu araştırmacı olduğu, Ody. Sare YILDIRIM'ın yüksek lisans tezi olan, GO 21/1048 kayıt numaralı "*Uyaran İçerisindeki Akustik Komponentlerin Akustik Değişim Kompleksi Cevabına Katkısı*" başlıklı proje önerisi araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş olup, 17 Kasım 2021-17 Kasım 2023 tarihleri arasında geçerli olmak üzere etik açıdan **uygun bulunmuştur**. Çalışma tamamlandığında sonuçlarını içeren bir rapor örneğinin Etik Kurulumuza gönderilmesi gerekmektedir.

1. Prof. Dr. G. Burça AYDIN	(Başkan)	8. Doç. Dr. Hande Güney DENİZ,	(Üye)
2. Prof. Dr. M. Özgür UYANIK	(Üye)	9. Doç. Dr. Tolga YILDIRIM	(Üye)
3. Prof. Dr. Ayşe Kin İŞLER	(Üye)	10. Doç. Dr. Merve BATUŞ	(Üye)
4. Prof. Dr. Sibel PEHLİVAN	(Üye)	11. Doç. Dr. Gülten KO	(Üye)
5. Doç. Dr. H. Tuna Çak ESEN	(Üye)	12. Dr. Öğr. Üyesi Müge DEMİR	(Üye)
IZINLI		IZINLI	
6. Doç. Dr. Nüket Paksoy ERBAYDAR	(Üye)	13. Av. Serap MORALIOĞLU	(Üye)
7. Doç. Dr. Betül Çelebi SALTIK	(Üye)		

EK 2. Katılım Çağrısı

ARAŞTIRMAYA KATILIM ÇAĞRISI

Günlük hayatımızda arka planda var olan bir gürültü varlığında konuşmayı ayırt etmek herkes için zor olabilmektedir. Gürültü içinde sunulan farklı seslerden oluşan bir konuşma uyararı olduğunda beyinde oluşan aktiviteleri incelemek amacıyla “Uyaran içerisindeki akustik komponentlerin akustik değişim kompleksi cevabına katkısı” isimli çalışma planlanmıştır. Bu doğrultuda 18-30 yaş aralığında normal işitmeye sahip gönüllü katılımcılara ihtiyacımız vardır. Araştırmaya katılımınız ile destek vermenizi rica ediyoruz. Gönüllü katılımcılara işitsel uyarılmış kortikal potansiyeller testi yapılacaktır. Testlerin yapılma süresi yaklaşık 45 dk’dır.

Katılım başvurusu için;

0312 222 2222 numaralı telefona mesajla ya da info@... adresine mail ile ulaşabilirsiniz.

Ody. Sare Yıldırım

EK 3. Orjinallik Raporu



Dijital Makbuz

Bu makbuz ödevinizin Turnitin'e ulaştığını bildirmektedir. Gönderiminize dair bilgiler şöyledir:

Gönderinizin ilk sayfası aşağıda gönderilmektedir.

Gönderen: Sare Yıldırım
Ödev başlığı: UYARAN İÇERİSİNDEKİ AKUSTİK KOMPONENTLERİN AKUSTİ...
Gönderi Başlığı: UYARAN İÇERİSİNDEKİ AKUSTİK KOMPONENTLERİN AKUSTİ...
Dosya adı: TLER_N_AKUST_K_DE_M_KOMPLEKS_CEVABINA_KATKISI_Sare...
Dosya boyutu: 570.59K
Sayfa sayısı: 34
Kelime sayısı: 8,077
Karakter sayısı: 55,546
Gönderim Tarihi: 24-Kas-2023 09:12ÖÖ (UTC+0300)
Gönderim Numarası: 2237281875



Tez Adı: Uyarın İçerisindeki Akustik Komponentlerin Akustik Değişim Kompleksi Cevabına Katkısı

Ad Soyad: Sare YILDIRIM ALTAY

Sayfa Sayısı: 34

UYARAN İÇERİSİNDEKİ AKUSTİK KOMPONENTLERİN AKUSTİK DEĞİŞİM KOMPLEKSİ CEVABINA KATKISI

ORJİNALLİK RAPORU

% 15 BENZERLİK ENDEKSİ	% 15 İNTERNET KAYNAKLARI	% 0 YAYINLAR	% 11 ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ
----------------------------------	------------------------------------	------------------------	---------------------------------

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	Submitted to Hacettepe University Öğrenci Ödevi	% 8
2	acikbilim.yok.gov.tr İnternet Kaynağı	% 2
3	www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	% 1
4	openaccess.hacettepe.edu.tr İnternet Kaynağı	% 1
5	Submitted to Beykent Universitesi Öğrenci Ödevi	% 1
6	openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	% 1
7	turkmia.net İnternet Kaynağı	<% 1
8	www.cureus.com İnternet Kaynağı	<% 1
9	acikerisim.pau.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	<% 1

10	Submitted to Marmara University Öğrenci Ödevi	<% 1
11	www.google.com İnternet Kaynağı	<% 1
12	Paul Ramdahr. "THE MANGANESE ORES", International Geology Review, 2009 Yayın	<% 1

Alıntıları çıkart Kapat
Bibliyografyayı Çıkart Kapat

Eşleşmeleri çıkar Kapat

9. ÖZGEÇMİŞ