

# Normal İşiten Kişilerde Gürültünün İşitsel P300 Kortikal Potansiyel Üzerindeki Etkisi

## The Effects of Noise on Auditory Cortical P300 Potential in Normal Hearing People

Asuman ALNIAÇIK ERDOĞAN,<sup>a</sup>  
Ferda V. AKDAŞ<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Odyoloji BD,  
Turgut Özal Üniversitesi Tıp Fakültesi,  
Ankara

<sup>b</sup>Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Kliniği,  
Özel Academic Hospital, İstanbul

Geliş Tarihi/Received: 16.10.2015  
Kabul Tarihi/Accepted: 12.12.2015

*Bu çalışma Marmara Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Komitesi tarafından "Koklear implant kullanan kişilerde gürültünün ve gürültülü ortam özelliğine göre değişen çift mikrofon kullanımının Eşleşmeyen Negatiflik ve İşitsel P300 yanıtları üzerine etkisinin incelenmesi" adlı projenin içinde onaylanmıştır (03.04.2009, Reference: 0250).*

Yazışma Adresi/Correspondence:  
Asuman ALNIAÇIK ERDOĞAN  
Turgut Özal Üniversitesi Tıp Fakültesi,  
Odyoloji BD, Ankara,  
TÜRKİYE/TURKEY  
asuman.erdogan@yahoo.com

**ÖZET Amaç:** Normal işiten kişilerde gürültünün varlığında işitsel kortikal P300 potansiyeli üzerinde oluşan değişiklikleri incelemektir. **Gereç ve Yöntemler:** Çalışma, normal işitmeye sahip 35 kişi ile yapılmıştır. Çocuk grubu n=12, ortalama yaş±SD: 12,06±3,14 yıl; erişkin grubu n=23, ortalama yaş±SD: 31,51±10,40 yıl olarak bulunmuştur. İşitsel P300 yanıtları geleneksel değişikliği fark etme yöntemi ile /da/ ve /di/ konuşma uyarınları kullanılarak kaydedilmiştir. Testler; çocuk ve erişkin grupta a) Sessiz ortamda, b) Gürültünün varlığında ses geçirmeyen kabinde rastgele sırada yapılmıştır. Gürültülü ortamda sinyal/gürültü oranı -10 dB olarak ayarlanmıştır. **Bulgular:** Çocuklarda seyrek uyarın P1, N1, P2, N2 dalga latens ortalamaları incelendiğinde; sessiz ve gürültülü ortam arasında anlamlı bir fark elde edilmemiştir. Ancak, seyrek uyarın P3 dalga latensi ve P3 amplitüt ortalamaları gürültülü ortamda sessiz ortama göre daha uzamış olarak saptanmıştır. Erişkin grupta ise seyrek uyarın P1, N1 latens ortalamaları ve P3 amplitüt ortalamalarının arka plan gürültüsünden etkilenmediği; seyrek uyarın P2, N2 ve P3 latens ortalamalarının gürültülü ortamda istatistiksel açıdan anlamlı daha uzamış olduğu belirlenmiştir. **Sonuç:** İşitsel kortikal potansiyel kayıtları, işitsel işleme mekanizması ile ilgili önemli bilgiler vermektedir. Gürültülü ortamda çocuklarda ve erişkinlerde P3 latensinde görülen uzama, gürültünün bilişsel seviyede normal işiten kişilerin işitsel ayırt etme becerisini olumsuz yönde; uyarın-gürültü şiddet seviyesine bağlı olarak erişkinlerde P1, N1, P2 dalga latenslerinde görülen uzama ise gürültünün işitsel uyarını fark etme becerisini çocuk ve erişkinlerde farklı şekilde etkileyebildiğini göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** İşitsel P300; işitsel ayırt etme; işitsel fark etme; gürültü; normal işitme

**ABSTRACT Objective:** This study was designed to examine the effect of the noise on cortical auditory P300 potentials in normal hearing people. **Material and Methods:** Thirty-five normal hearing participants were included in this study. Children group (n=12, mean age±SD: 12.6±3.14), adult group (n=23, mean age±SD: 31.51±10.40). To elicit the auditory P300, traditional oddball paradigm with /da/ and /di/ speech stimuli was used. Recordings were made in a sound proof test boot in the a) Quiet and b) Noisy conditions in a random order. Signal to noise ratio was -10 dB. **Results:** In children, there was no statistically significant difference for the deviant P1, N1, P2, N2 mean latencies between the quiet and the noisy conditions. The deviant P3 mean latencies and P3 mean amplitudes were found significantly different between two conditions. In adult, the deviant P1, N1 mean latencies and P3 mean amplitudes were not affected by the background noise. On the other hand, the deviant P2, N2 and P3 mean latencies were statistically longer in the noisy condition than those of obtained in the quiet condition. **Conclusion:** Auditory cortical potentials provide useful information to assess the auditory processing. In the presence of noise, the prolongation of the P3 latencies in children and adults showed that noise can negative effect on auditory discrimination abilities of normal hearing people. According to the signal-noise ratio, the prolongation of the P1, N1 and P2 latencies in adults indicated that the auditory detection abilities in children and adults can be affected by noise in different ways.

**Key Words:** Auditory P300; auditory discrimination; auditory detection; noise; normal hearing

doi: 10.5336/healthsci.2015-48325

Copyright © 2016 by Türkiye Klinikleri

Türkiye Klinikleri J Health Sci 2016;1(2):95-103

İşitsel uyarılmış P300, farklı uyaranların ayırt edilmesi temeline dayanan ve bilişsel işlemi yansıtan kortikal uyarılmış potansiyeldir.<sup>1</sup> Potansiyelin oluşma zamanına göre isimlendirilen geç kortikal potansiyeller, polaritesine uygun olarak P300 dalga formu üzerinde P1, N1, P2, N2 ve P3 dalgaları olarak adlandırılmaktadır.<sup>2</sup> P300 kortikal potansiyeli değişikliği fark etme tekniği (odd-ball paradigmi) ile oluşturulmaktadır. Değişikliği fark etme tekniğinde rastgele sıralamaya sahip iki veya daha fazla uyaran bir arada verilmektedir. Uyararlardan biri daha fazla oluşma olasılığı ile verildiği için “sık uyaran”, diğeri ise daha az oluşma olasılığı ile verildiği için “seyrek uyaran” olarak adlandırılmaktadır. Uyarılar arası süre sabit; ancak uyaran verilme sırası rastgeledir.<sup>3</sup> Değişikliği fark etme tekniğinde; katılımcıdan, seyrek uyarıyı her duyduğunda elindeki düğmeye basması, içinden sayması gibi uyarıya dikkat ettiğini gösteren bir davranışta bulunması istenmektedir. P300 yanıtı elde etmek için frekansa özel tonal uyaranlar veya konuşma uyaranları kullanılır. Özellikle bir sesli bir sessiz harften oluşan /da/, /ba/, /di/, /ga/ gibi konuşma uyaranları ile elde edilen yanıtların üst seviye korteks bilgisi verdiği düşünülmektedir.<sup>3</sup>

İşitsel P300 potansiyeli 1960'lı yılların ortalarında olaya bağlı uyarılmış aktivite olarak tanımlanan ilk yanıtıdır.<sup>4,5</sup> Kortekste bilinç seviyesinde oluşan bu potansiyel, dikkat, hafıza gibi bilişsel fonksiyonlardan etkilenmektedir.<sup>6,7</sup> Üst seviyede bilişsel işlemi yansıtan P300 yanıtı, normal işiten ve işitme cihazı/koklear implant kullanan kişilerin işitsel hafıza, işitsel ayırt etme becerilerinin ve konuşma performanslarının değerlendirilmesinde önemli bir yer tutmaktadır.<sup>8</sup>

Odyolojide, farklı “sinyal/gürültü oran (SGO)”larında farklı tipte gürültü verilerek santral işitme sisteminin fonksiyonları değerlendirilmektedir. Billings ve ark., sinyal seviyesi ve SGO'nun P1, N1, P2, N2 potansiyellerinin latens ve amplitütleri üzerinde yaptığı etkiyi 15 normal işiten genç erişkin üzerinde incelemişlerdir.<sup>9</sup> Çalışmada 60 ve 70 desibel (dB) ses basınç seviyesi (SBS)'nde 1.000 Hz tonal uyaran, +20 ila -5 dB arasında değişen SGO'larında sürekli giden beyaz gürültü ile maskelemiştir. Cz'den elde edilen kayıtlarda SGO art-

tıkça (iyileştikçe) yanıt latenslerinin azaldığını, amplitütlerinin arttığı saptanmıştır. Benzer şekilde Salisbury ve ark., normal işiten 40 kişide, P300 yanıtlarını 70 dB şiddet seviyesinde beyaz gürültü vererek kaydetmişlerdir. Çalışma sonucunda, gürültülü ortamda P300 yanıt latenslerinin uzadığı; ancak amplitüt bakımından anlamlı bir fark olmadığı tespit edilmiştir.<sup>10</sup>

Bu çalışmada, üst seviye işlemlerde daha fazla bilgi sahibi olunmasını sağlayan konuşma uyaranları kullanılarak normal işiten kişilerde P300 yanıtlarının kaydedilmesi; gürültünün P300 yanıtları üzerindeki etkisinin incelenmesi; çalışma sonucunda elde edilen bulgular doğrultusunda gürültünün P300 yanıtları üzerinde yarattığı etkiye bağlı olarak gürültülü ortamda normal işiten kişilerin işitsel fark etme ve işitsel ayırt etme becerilerinin etkilenme şeklinin tartışılması; bu çalışmanın özellikle ülkemizde daha sonraki işitsel P300 çalışmaları için bir temel çalışma niteliğinde olması amaçlanmıştır. Çalışmanın hipotezi, normal işiten kişilerde gürültünün P300 yanıtlarını etkileyeceği yönünde kurulmuştur.

## GEREÇ VE YÖNTEMLER

### KATILIMCILAR

Yaşları 8-56 yıl arasında değişen ve normal işitmeye sahip 35 kişi katılımcı olarak çalışmaya dâhil edildi. Kortikal potansiyel yanıtları yaşa bağlı anatomik ve fizyolojik değişimler gösterebildiği için, katılımcılar çocuk ve erişkin olmak üzere iki gruba ayrılarak incelendi. Çocuk grubunda (n=12) yaş ortalaması±SD: 12,06±3,14 yıl, yaş aralığı: 9-18,3 yıl; erişkin grubunda (n=23) yaş ortalaması±SD: 31,51±10,40 yıl, yaş aralığı 19-56,3 yıl olarak belirlendi. Normal otoskopik değerlendirmesi olan ve “transient otoakustik emisyon” testinde en az üç frekansta emisyon amplitüdü 3 dB ve üzerinde olan tüm katılımcıların 250-8.000 Hz'de odyometrik işitme eşikleri 20 dB ve üzerinde saptandı. Tüm erişkin katılımcılardan ve çocuk katılımcıların ailelerinden “bilgilendirilmiş olur” formu imzalı olarak alındı. Bu çalışma, Marmara Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Komitesi tarafından “Koklear implant kullanan kişilerde gürültünün ve gürültülü

ortam özelliğine göre değişen çift mikrofon kullanımının eşleşmeyen negatiflik ve işitsel P300 yanıtları üzerine etkisinin incelenmesi” adlı projenin içinde onaylanmıştır (03.04.2009, Reference: 0250).

### İŞİTSEL P300 KAYIT UYARANLARI

Elektrofizyolojik test aleti içinde hazır olarak bulunan /da/ ve /di/ konuşma uyarıları işitsel P300 yanıtlarını kaydetmek için kullanıldı. Geleneksel değişikliği fark etme yöntemine uygun olarak sık uyarı /da/ %80 oluşma olasılığı ile; seyrek uyarı /di/ ise %20 oluşma sıklığı ile gönderildi. Uyarı verilme süresi 200 msn; uyarılar arası süre ise 1 sn olarak belirlendi. Sık ve seyrek uyarılar rastgele sırada verildi. Konuşma uyarıları 70 dB SBS’de katılımcıya 1 m mesafeden 0°likaçı ile yerleştirilen bir hoparlörden; gürültü uyarısı ise 80 dBA (decibel A skalasına göre) SBS’de katılımcıya 180°lik açı ile yerleştirilen ikinci bir hoparlörden gönderildi. Gürültü uyarısı olarak, günlük hayat ortamlarındaki gürültüye daha uygun ve geniş spektrumu olduğu için konuşma gürültüsü kullanıldı. Bu durumda konuşma ve gürültü uyarılarının şiddet seviyesine bağlı olarak SGO= 70/80 dB SBS olacak şekilde -10 dB olarak belirlendi. Konuşma ve gürültü uyarıları iki kanallı AC 30 model (Interacoustics, Denmark) odyometre ile verildi. Gürültü ve konuşma uyarıları gönderildiğinde, aynı anda elektrofizyolojik kayıtları yapabilmek için sessiz odada odyometre ve elektro fizyoloji test aleti arasında bir kablo ile bağlantı kuruldu. Tüm uyarılar Bruel&Kjaer marka 2235 model (Bruel&Kjaer Sound & Vibration Measurement A/S, Denmark) kalibrasyon aleti ile kalibre edildi.

### İŞİTSEL P300 KAYITLARI

“Intelligent” marka İşitsel Uyarılmış Potansiyel aleti (Intelligent Hearing System, USA) P300 kayıtlarını yapmak için kullanıldı. Altın 10 mm çanak (cup) elektrotlar “Uluslararası 10-20 sistemi”ne göre katılımcıya takıldı. Evrilmeyen (non-inverting) elektrot vertekse (Cz); evrilen (inverting) elektrot mastoid veya kulak memesine; toprak elektrot ise Fpz’ye yerleştirildi. Göz aktivitelerini kontrol etmek için dış kantus ve supraorbital böl-

geye iki elektrot daha yerleştirildi. Kirlilik ret seviyesi (artifact rejection level) hem göz hareketleri hem de elektroensefalografi (EEG) için 100 mikro volt ( $\mu$ V) olarak ayarlandı. Analiz zamanı, kirlilikleri daha rahat izlemek amacıyla uyarı öncesi 100 msn, uyarı sonrası 500 msn olarak açıldı. Bant geçiş filtresi 1-40 Hz arasında bırakıldı. 300 sık, 75 seyrek uyarı bloğu ile her bir katılımcı için üçer tane sık ve seyrek uyarı dalga formları kaydedildi. Bu dalga formları elektrofizyolojik test aleti çevrim dışı durumda iken toplanarak, her bir katılımcı için bir ortalama sık ve bir ortalama seyrek uyarı dalga formu elde edildi. Sonuç olarak, her bir katılımcı için hem sessiz ortamda hem de gürültülü ortamda bir ortalama sık uyarı, bir ortalama seyrek uyarı dalgası elde edildi. Tüm katılımcılar, vücut hareketlerini en aza indirmek için rahat bir koltuğa oturdular. Katılımcılardan hem sessiz ortamda hem de gürültünün varlığında seyrek uyarı her duyduklarında ellerindeki butona basmaları, sık uyarıya dikkat etmemeleri istendi. Kayıt cihazı olmadığı için katılımcıların yanıt hız oranı saptanamadı.

P300 kayıtları sessiz ve gürültülü ortam içinde bir oturumda rastgele sırada yapıldı. Kayıtlar her bir katılımcı için ortalama yarım saat sürdü.

### DALGA TEPE LATENSLERİNİN BELİRLENMESİ

Latens ve amplitüt değerlerini belirlemek için sessiz ortamda kaydedilen P300 dalga formu kullanıldı. Uyarının verilmesinden sonraki ilk 45/50-80 msn’de P1; 100-150 msn’de N1; 150-200 msn’de P2; 180-250 msn’de N2 ve 250-400 msn’de P3 tepe latensleri belirlendi. Tepe latensleri dalganın pik yaptığı noktadaki izdüşümünü gösteren süre olacak şekilde msn cinsinden, P3 amplitüdü ise temel seviye ile dalganın tepe noktası arasında kalan alan olacak şekilde  $\mu$ V cinsinden hesaplandı.

### İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Geleneksel değişikliği fark etme tekniğinde, P300 kaydı yapılırken katılımcının sık uyarıya dikkat etmemesi, seyrek uyarıya ise sayması veya duyduğunda düğmeye basması istenir. Bu durumda seyrek uyarı ile elde edilen P300 dalga formu işitsel ayırtma potansiyeli olarak kullanılır.<sup>6</sup> Bu ne-

denle bu çalışmada sık uyarı P1, N1, P2, N2 ve P3 dalga latens ortalama ve standart sapma değerlerinin verilmesi; ancak istatistiksel analiz için seyrek uyarı P1, N1, P2, N2 ve P3 dalga latens ve P3 amplitüt ortalama ve SD değerlerinin kullanılması planlandı. Katılımcıların iki gruba ayrılması katılımcı sayısını düşürdüğü için grup içinde sessiz ve gürültülü ortam karşılaştırmaları Wilcoxon işaretler testi ile yapıldı. "Statistical Package for Social Sciences (SPSS)" yazılımı 15.00 sürümü ile yapılan tüm analizlerde istatistiksel anlamlılık derecesi  $p < 0,05$  olarak değerlendirildi. Erişkinlerde sessiz ortam P3 latensi ve yaş arasındaki ilişki için Spearman r analizi kullanıldı.

## BULGULAR

Sessiz ve gürültülü ortamlarda sık ve seyrek uyarılar ile elde edilen P300 dalga formu üzerinde P1, N1, P2, N2, P3 dalga latensleri ve seyrek uyarı P3 dalga amplitüdü incelenmiştir.

### SESSİZ VE GÜRÜLTÜLÜ ORTAMLARDA SIK UYARAN P300 BULGULARI

Erişkinlerde sessiz ortamda bir katılımcıda sık uyarı N2 yanıtı, gürültülü ortamda dört katılımcıda sık uyarı P3 yanıtı, bir katılımcıda da N2 yanıtı elde edilmedi. Çocuk grubunda ise tüm katılımcılarda hem sessiz hem de gürültülü ortamda tüm sık uyarı yanıtları gözlemlendi. Sık uyarı dalga latens ortalama ve SD değerleri a) Sessiz, b) Gürültülü ortamlar için belirlendi (a: Tablo 1, b: Tablo 2).

### SESSİZ VE GÜRÜLTÜLÜ ORTAMLARDA SEYREK UYARAN P300 BULGULARI

Sessiz ve gürültülü ortamlarda seyrek uyarılarla elde edilen P300 yanıtları tüm katılımcılarda gözlemlendi. Genel olarak katılımcılar sessiz ortamda testi daha rahat yaptıklarını, gürültülü ortamda ise teste katılımda zorlandıklarını ifade etmişlerdir. Bazı katılımcılar "arka plan gürültüsünün rahatsız edici, hatta sinir bozucu" olduğunu belirtmişlerdir. Dalga morfolojileri incelendiğinde; sessiz ortam kayıtlarında dalga morfolojisinin daha düzgün olduğu, gürültülü ortamda ise dalga morfolojisinin düzensizleştiği, dalga latenslerinde uzamanın ol-

**TABLO 1:** Sessiz ortamda sık uyarılarla elde edilen işitsel P300 latenslerine ait bulgular.

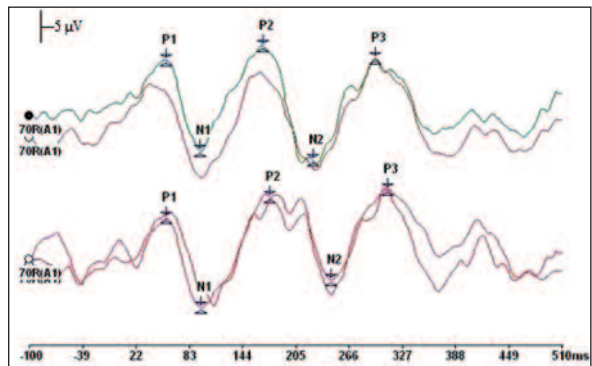
Sessiz ortam sık uyarı P300				
Yanıt	Grup*	$\bar{x}$ (msn)	SD	Aralık
P1	Ç	75,16	10,62	58-100
	E	63,86	10,34	45-93
N1	Ç	117,66	17,14	98-144
	E	107,26	15,14	85-148
P2	Ç	172,41	25,98	130-221
	E	177,86	15,90	149-200
N2	Ç	234,41	33,18	203-310
	E	254,40	35,68	195-307
P3	Ç	302,08	32,55	259-361
	E	313	36,45	248-360

Ç: Çocuk grubu; E: Erişkin grubu;  $\bar{x}$ : Ortalama; SD: Standart sapma.

**TABLO 2:** Gürültülü ortamda sık uyarılarla elde edilen işitsel P300 latenslerine ait bulgular.

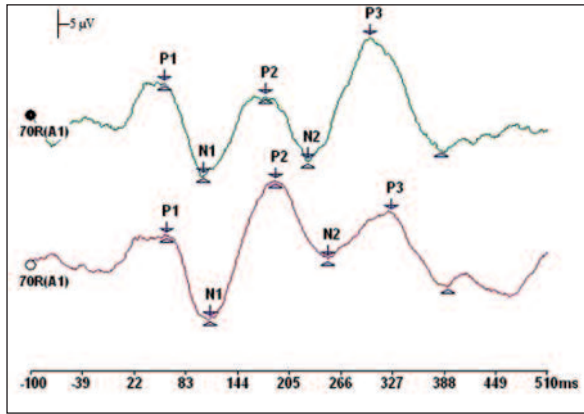
Gürültülü ortam sık uyarı P300				
Yanıt	Grup*	$\bar{x}$ (msn)	SD	Aralık
P1	Ç	79,08	16,81	56-112
	E	61,08	6,98	48-79
N1	Ç	123	18,53	98-163
	E	104,34	7,28	85-148
P2	Ç	192,91	19,72	157-231
	E	196,39	18,53	169-235
N2	Ç	255,58	29,47	221-304
	E	285,84	30,56	243-368
P3	Ç	312,58	41,95	265-371
	E	337,05	27,01	276-381

Ç: Çocuk grubu; E: Erişkin grubu;  $\bar{x}$ : Ortalama; SD: Standart sapma.



**ŞEKİL 1:** Sessiz ve gürültülü ortamda kişisel seyrek uyarı P300 dalga formu. Sessiz ortamda (üstte) ve gürültülü ortamda (altta) elde edilen kişisel dalga formları.

duğu, bazı dalgalarda çift tepenin görüldüğü gözlemlendi (Şekil 1). Bu nedenle her bir katılımcı için



**ŞEKİL 2:** Sessiz ve gürültülü ortamda grup seyrek uyaran ortalama P300 dalga formu. Çocuk ve erişkin katılımcıların toplamından elde edilen sessiz ortam (üstte) ve gürültülü ortam (altta) grup ortalama dalga formları.

üç ayrı ölçüm yapılarak dalga ortalamaları alındı. Son olarak, çocuk ve erişkin ortalama seyrek uyaran sessiz ve gürültülü ortam yanıtları toplanarak tüm katılımcılar için tek bir sessiz ortam seyrek uyaran yanıtı ve gürültülü ortam seyrek uyaran yanıtı elde edildi (Şekil 2).

Seyrek uyaran P300 yanıtlarına ait a) Sessiz ortam, b) Gürültülü ortam ortalama ve SD değerleri belirlenmiştir (a: Tablo 3, b: Tablo 4) Seyrek uyaran P1, N1, P2, N2, P3 latens ve P3 amplitüt değerlerinin anlamlı bir farklılık gösterip göstermediği Wilcoxon işaretler testi ile incelenmiştir.

Çocuk grubunda istatistiksel analiz sonuçları, sessiz ve gürültülü ortamlarda elde edilen P1, N1, P2 ve N2 yanıtlarında anlamlı bir farklılık olmadığını gösterdi ( $p>0,05$ ). Ancak P3 latens değerlerine ilişkin hesaplanan sıra toplam ve ortalama puanı incelendiğinde, gürültülü ortamda P3 latens değerlerinin (ortalama±SD: 312,58±44,95), sessiz ortam P3 latens değerlerine (ortalama±SD: 302,08±32,55) göre daha fazla uzadığı belirlendi ( $p= 0,012$ ,  $z= 2,510$ ). Sonuç olarak, çocuklarda P1, N1, P2, N2 dalga latensleri sessiz ve gürültülü ortamlarda benzerlik göstermektedir; P3 latensleri ise gürültülü ortamda sessiz ortama göre daha uzamış olarak elde edilmiştir (Tablo 5).

Erişkin grubu analiz sonuçlarına göre sessiz ve gürültülü ortamlar arasında P1 ve N1 dalga değerlerinin anlamlı bir farklılık göstermediği saptanmıştır. ( $p>0,05$ ) Diğer taraftan gürültülü ortamda

ölçülen P2, N2 ve P3 latens değerlerinin (sırasıyla ortalama±SD: 196,39±18,53; 285,84±30,56; 337,05 ± 27,01), sessiz ortamda ölçülen latenslere göre [ortalama±SD: 177,86±15,90 (P2), 254,4±35,68 (N2) ve 313±36,45 (P3)] daha fazla uzadığı bulunmuştur (sırası ile  $p= 0,008$ ,  $z= 2,63$ ;  $p= 0,001$ ,  $z= 3,34$ ;  $p= 0,000$ ,  $z= 3,89$ ). Bu sonuçlar, gürültülü ortamda P1, N1 dalga latenslerinin etkilenmediğini; P2, N2, P3 dalga latenslerinin ise sessiz ortam latenslerine göre daha uzamış olduğunu göstermektedir (Tablo 6).

P3 amplitüt ortalama ve standart sapma değerleri çocuklarda sessiz ortamda 13,41±7,50, gürültülü ortamda 18,96±12,02; erişkinlerde sessiz

**TABLO 3:** Sessiz ortamda seyrek uyaranla elde edilen işitsel P300 latenslerine ait bulgular.

Sessiz ortam seyrek uyaran P300				
Yanıt	Grup*	$\bar{x}$ (msn)	SD	Aralık
P1	Ç	71,16	12,51	55-92
	E	63,13	8,02	46-78
N1	Ç	116	20,48	70-145
	E	107	10,21	83-130
P2	Ç	189,33	15,22	165-216
	E	172,13	23,72	101-230
N2	Ç	243,91	25,37	202-299
	E	227,69	23,48	189-295
P3	Ç	308	22,40	253-333
	E	293,39	26,83	253-346

Ç: Çocuk grubu; E: Erişkin grubu;  $\bar{x}$ : Ortalama; SD: Standart sapma.

**TABLO 4:** Gürültülü ortamda seyrek uyaranla elde edilen işitsel P300 latenslerine ait bulgular.

Gürültülü ortam seyrek uyaran P300				
Yanıt	Grup	$\bar{x}$ (msn)	SD	Aralık
P1	Ç	80,25	16,58	48-108
	E	67,78	14,18	48-114
N1	Ç	129,25	21,12	97-163
	E	111,34	15,99	92-159
P2	Ç	196,5	31,33	148-245
	E	193,08	25,27	147-252
N2	Ç	256,08	31,09	213-299
	E	258	31,56	189-310
P3	Ç	327,25	27,59	276-363
	E	329,47	23,70	295-378

Ç: Çocuk grubu; E: Erişkin grubu;  $\bar{x}$ : Ortalama; SD: Standart sapma.

**TABLO 5:** Çocuklarda sessiz ve gürültülü ortamda seyrek uyaran P300 istatistiksel analizi.

Yanıt	Ortam	Sıra $\bar{x}$	Sıra toplamı	Z	p
P1	Negatif sıra	7,00	21,00	1,414	0,157
	Pozitif sıra	6,33	57,00		
	Eşit	--	--		
N1	Negatif sıra	4,25	17,00	1,728	0,084
	Pozitif sıra	7,63	61,00		
	Eşit	--	--		
P2	Negatif sıra	7,17	21,50	1,023	0,306
	Pozitif sıra	5,56	44,50		
	Eşit	--	--		
N2	Negatif sıra	4,83	14,50	1,646	0,100
	Pozitif sıra	6,44	51,50		
	Eşit	--	--		
P3	Negatif sıra	3,50	7,00	2,510	0,012*
	Pozitif sıra	7,10	71,00		
	Eşit	--	--		
P3 amplitüt	Negatif sıra	4,33	13,00	2,040	0,041*
	Pozitif sıra	7,22	65,00		
	Eşit	--	--		

$\bar{x}$ : Ortalama; \* p<0,05.

**TABLO 6:** Erişkinlerde sessiz ve gürültülü ortamda seyrek uyaran P300 istatistiksel analizi.

Yanıt	Ortam	Sıra $\bar{x}$	Sıra toplamı	Z	p
P1	Negatif sıra	8,91	98,00	1,219	0,223
	Pozitif sıra	14,83	178,00		
	Eşit	--	--		
N1	Negatif sıra	13,21	92,50	1,386	0,166
	Pozitif sıra	11,47	183,50		
	Eşit	--	--		
P2	Negatif sıra	10,30	51,50	2,632	0,008*
	Pozitif sıra	12,47	224,50		
	Eşit	--	--		
N2	Negatif sıra	7,00	28,00	3,346	0,001*
	Pozitif sıra	13,05	248,00		
	Eşit	--	--		
P3	Negatif sıra	5,00	10,00	3,893	0,000*
	Pozitif sıra	12,67	266,00		
	Eşit	--	--		
P3 Amplitüt	Negatif sıra	11,93	179,00	1,247	0,212
	Pozitif sıra	12,13	97,00		
	Eşit	--	--		

$\bar{x}$ : Ortalama; \* p<0,01.

ortamda  $12,98 \pm 7,00$ , gürültülü ortamda  $10,72 \pm 5,15$  olarak elde edilmiştir. İstatistiksel analiz sonuçlarına göre P3 amplitüt değerleri çocuklarda sessiz

ortama göre, gürültülü ortamda daha yüksek elde edilmiş ( $p= 0.04$ ,  $z= 2,04$ ); erişkinlerde ise ortam özelliğine göre değişmemiştir ( $p>0.05$ ).

Seyrek uyaran P3 yanıtı ayırt etme potansiyeli olduğu için erişkinlerin yaşları ve sessiz ortam P3 latensleri arasındaki ilişki Spearman r korelasyonu ile incelenmiştir. Pozitif yönde zayıf bir ilişki bulunmuştur ( $r= 0,1781$ ). Pozitif yönde ilişki, yaş arttıkça P3 latensinin de artacağını göstermektedir. Ancak zayıf korelasyon ve katılımcı sayısının az olması nedeni ile anlamlı bir bulgu değildir.

## TARTIŞMA

Bu çalışma, normal işiten kişilerde işitsel P300 kortikal potansiyel kayıtlarını yapmak ve gürültünün bu potansiyeller üzerindeki etkisini incelemek amacıyla yapılmıştır. Çalışma sonuçları çocuk ve erişkinlerde işitsel kortikal potansiyellerin sessiz ve gürültülü ortamlarda rahatlıkla kaydedilebileceğini göstermiştir. Ayrıca, gürültünün işitsel kortikal dalga formlarını farklı şekilde etkileyebildiği belirlenmiştir. Gürültünün varlığı çocuklarda P1, N1, P2, N2 dalgalarında anlamlı bir değişikliğe yol açmazken; ayırt etme potansiyeli olan P3 dalgasında uzamaya neden olabilmektedir. Erişkinlerde ise gürültüden sadece P1, N1 dalgalarının etkilenmediği; gürültünün daha üst seviye potansiyel olan N2, P2 ve P3 dalgalarını, dalga latenslerinin uzaması yönünde etkileyebildiği belirlenmiştir.

Bu çalışmada erişkinlerde ve çocuklarda sessiz ortamlarda elde edilen P1, N1, P2, N2 ve P3 tepe latensleri literatürle uyumlu bulunmuştur.<sup>3</sup> İşitsel P300 yanıtı işitsel bilginin işlenmesi konusunda çok yararlı bilgiler vermektedir. Hem sık hem de seyrek uyaranlar ile P1-N1-P2 yanıtını elde etmek işitsel uyarının kortekste “fark edildiğini”, P3 yanıtını elde etmek ise uyarının kortekste “ayırt edildiğini” göstermektedir.<sup>11,12</sup> Ayrıca, P300 dalga latensi yaşa bağlı anatomik ve fizyolojik değişiklikler gösterebilmektedir.<sup>13,14</sup> Genel olarak bebeklikten erişkinlik dönemine kadar yaşla birlikte P300 yanıt latensleri azalma göstermekte, erişkinlik dönemi sonrasında erişkin dalga formu hâlini almaktadır.<sup>3</sup> On iki yaş civarında büyük bir azalma gözlenirken, 16-17 yaşlarında azalma hızı yavaşlamaktadır.<sup>15,16</sup> Çalışmamızda her ne kadar sayıları az

da olsa çocuk grubunda P3 latens ortalaması sessiz ortamda 304 msn'de elde edilmiştir. Bu durum, çalışmamıza katılan çocukların işitsel ayırt etme becerilerinin erişkin benzeri hâl aldığını göstermektedir. Çocuklarda sessiz ortamda elde edilen P300 dalga latenslerinin erişkin benzeri elde edilmesi, çocukların da erişkinler gibi işitsel fark etme ve ayırt etme becerilerinin geliştiğini göstermektedir. Günümüzün gelişen teknolojisi (bilgisayar oyunları, görsel medya) özellikle çocuklarda bilişsel gelişimin erken sürelerde tamamlanmasını sağlayabilir. Bu durum, P300 olgunlaşması ile ilgili bebek ve çocuklarda yapılan çalışmaların günümüzde yenilenmesi gerekliliğini göstermektedir. Bu nedenle bu çalışmanın bir sonraki aşamasında, bebeklik-çocukluk ve ergenlik dönemlerinde P300 olgunlaşması ile ilgili katılımcı sayısının daha fazla olduğu bir çalışma yapılması planlanmıştır.

P300 latensleri ilerleyen yaşla birlikte tekrar uzama göstermektedir. Özellikle 65 yaş üstünde latens artışı belirgin hâle gelmektedir.<sup>17</sup> Bu çalışmada 65 yaş üzeri katılımcı alınmadığı için, erişkinlerde sessiz ortamda 298 msn olarak elde edilen P3 latensi erişkin katılımcılarımızın da işitsel ayırt etme işlemini rahatlıkla yapabildiklerini göstermektedir.

İşitsel P300 yanıtı, işitsel veya konuşma sinyalindeki akustik farkları biliş seviyesinde işlemeyi gösteren yanıtıdır.<sup>18</sup> Bu nedenle seçici dikkat bu yanıtın elde edilmesinde önemli rol oynamaktadır. P300 yanıtı katılımcının uyarana dikkat etmesi, yani "aktif" durumda elde edilmesine rağmen, üst seviye işlemi olduğu için "pasif" dinleme durumunda (uyarının sayılmadığı, düğmeye basılmadığı durumlar gibi) iken de yanıt elde etmek mümkündür. Bu çalışmada seyrek uyarının yanında sık uyarıların da literatür ortalamalarına uygun olarak elde edilmesi, katılımcıların sık uyarı pasif olarak dinlediklerini düşündürmektedir.

Frekans aralığı, temporal içerik, şiddet seviyesi gibi farklılıklara sahip gürültü tipleri konuşma uyarılarının anlama performansını farklı şekillerde etkileyebilmektedir.<sup>19,20</sup> SGO -20, -10, -5, 0, +5 ve +10 olarak belirlenen bir çalışmada, gürültü seviyesi azaldıkça ve kesik verilen gürültüde, sürekli verilen gürültüye göre konuşma test skorlarında artış olduğu saptanmıştır.<sup>21</sup> Kaplan-Neeman ve ark., işit-

sel P300 potansiyellerini kullanarak beyaz gürültünün /da/ ve /ga/ konuşma uyarılarını nasıl etkilediğini incelemişlerdir.<sup>22</sup> Sessiz ortamda ve +15, +3, 0, -3, -6 dB SGO'larında kayıt yapılan araştırma sonucunda; her iki konuşma uyarı için de N1 ve P3 dalga latenslerinin uzadığı, tüm gürültü ortamlarında /ga/ konuşma uyarısının /da/ konuşma uyarısına göre daha kolay ayırt edilebildiği, /da/ konuşma uyarı ile P3 latensinin /ga/ konuşma uyarısına göre daha fazla uzadığı, N1 latensinin tüm dinleme durumlarında /ga/ uyarı ile daha fazla uzadığı belirtilmiştir. Çalışmamızda her ne kadar gürültünün konuşma uyarılarını nasıl etkilediği istatistiksel olarak incelenmemiş olsa da, ön çalışma sırasında gürültülü ortamda katılımcılardan davranışsal olarak hangi uyarı daha rahat duyduklarını belirtmeleri istenmiştir. Genel olarak katılımcılar /da/ ve /di/ uyarılarını daha rahat duyduklarını ifade etmişlerdir. Her iki uyarının birbirinden daha rahat ayırt edilmesinin nedeni, /da/ ve /di/ uyarıları arasındaki spektral farkın fazla olması olabilir. Türkçe fonetik yapısına göre konuşma uyarılarının anlaşılabilirliğini değerlendirmek, gürültünün bu uyarılar üzerinde yarattığı etkiyi incelemek için İşitsel P300 potansiyellerini kullanmak yararlı olacaktır.

Martin ve ark., 1997 yılında yaptıkları ilk gürültü ve P300 sistematik çalışmasında, gürültünün N1, N2 ve P3 yanıtları üzerindeki etkisini incelemişlerdir.<sup>23</sup> Araştırmacılar, normal işiten kişilerde /ba/ ve /da/ konuşma uyarılarını kullanarak yüksek frekansları geçiren gürültü tipi ile değerlendirme yapmışlardır. Bu çalışmada, maskenin kesme frekansı azaldığında N1 amplitüt ve latensinde çok az sistematik değişiklik elde edildiği; ancak kesme noktası 2000 Hz'in altında olan yüksek frekans geçişli maske kullanıldığında N2, P2 yanıtlarında anlamlı değişiklik olduğu rapor edilmiştir. Araştırmacılar, uyarının işitilebilir olduğu durumda N1 dalgasının gözlemlendiğini, ancak işitilebilir olduğu hâlde uyarının ayırt edilemediği durumlarda N2 ve P3 yanıtlarının olmadığını veya latenslerinin uzadığını belirtmişlerdir.

Daha önceden belirttiğimiz gibi P1, N1, P2 "fark etme" potansiyelleri, P3 ise "ayırt etme" potansiyelidir. Çalışmamızda, erişkinlerde gürültülü

ortamda P2, N2 ve P3 dalga latenslerinde sessiz ortama göre uzama olması, erişkinlerin gürültülü ortamda uyarıyı ayırt etmede, hatta fark etmede bile zorlandıklarını göstermektedir. Özellikle erişkin grupta sık uyarı yanıtının gürültülü ortamda dört kullanıcıda elde edilememesi gürültünün varlığında uyarıyı ayırt edemedikleri şeklinde yorumlanabilir. Çocuklarda ise P1, N1, P2 dalga latenslerinde sessiz ve gürültülü ortam arasında fark olmaması çocukların konuşma sinyalini gürültüde rahat duyduklarını ve fark ettiklerini; P3 dalga latensinde uzama elde edilmesi ise çocukların gürültülü ortamda uyarıyı ayırt etmede zorlandıklarını işaret etmektedir. Tüm bilgiler birlikte değerlendirildiğinde; gürültünün işitme sistemi üzerinde olumsuz etkileri olduğu, ancak SGO'ya bağlı olarak bu değişikliklerin artıp azalacağı düşünülmektedir. Özellikle erişkinlerde P2 latensinin de gürültüde farklılıklar göstermesi, yaşla birlikte beyin işleme fonksiyonları üzerinde gürültünün yaptığı etkiyi artırdığını da düşündürmektedir. Gürültünün varlığı temel olarak işitme eşiklerinde yükselmeye sebep olmakta ve değişiklik kişinin kelime anlama becerisinde azalmaya yol açmaktadır. Normal işitmede temporal ve spektral ipuçları konuşmanın anlaşılmasında önemli rol oynamaktadır. Ancak gürültülü ortamda işitilebilirlik azaldığı için bu ipuçlarını kullanmak da zorlaşabileceğinden ayırt etme becerisinde de azalma gözlenmektedir.

Bu çalışmada P300 potansiyellerinin erişkinlerde olduğu gibi çocuklarda da güvenilir bir biçimde kaydedilmesi ve pasif dinleme durumunda da yanıtların elde edilebilmesi; klinik uygulamalarda özellikle bebek ve çocuklarda, işitsel senkronizasyon bozukluğu olanlarda, güvenilir davranım elde edilmeyen kişilerde, nörolojik problemi olan kişilerde işitsel algı performanslarının değerlendirilmesinde standart test tekniği olarak kullanılabilirliğini göstermektedir. İşitme cihazı ve koklear implant kullanan kişilerin gürültülü ortamlarda ko-

nuşma performansları hakkında bilgi sahibi olmak amacıyla da P300 yanıtları kullanılabilir. Ancak, klinik koşulların ve elektrofizyolojik test cihazlarının yetersizliği ile normatif değerlerin klinikler tarafından belirlenmemesi, kortikal potansiyellerin uygulanmasını kısıtlamaktadır. Mevcut kortikal potansiyel kayıt cihazlarında son yıllarda görülen gelişmeler, bu kayıtların daha güvenilir ve hızlı yapılmasına olanak sağlamaktadır. Bugüne kadar özellikle üst beyin seviye fonksiyonlarının değerlendirilmesinde yetersiz kalan klinik uygulamalarda işitsel P300 kortikal potansiyel kayıtları sadece araştırma amaçlı olarak kalmamalı, tüm odyoloji uzmanları tarafından standart test bataryası içerisinde uygulanabilir hâle gelmelidir.

## SONUÇ

İşitsel kortikal potansiyel kayıtları işitsel işleme mekanizması ile ilgili önemli bilgiler vermektedir. Sonuç olarak bu çalışmada, çocuklarda P1, N1, P2 potansiyellerinin gürültüden etkilenmemesi uyarı-gürültü şiddet seviyesine bağlı olarak, çocukların işitsel uyarıyı rahatlıkla fark edebildiklerini göstermektedir. Erişkinlerde ise gürültünün varlığı P1, N1, P2, N2 potansiyellerinde çocuklara göre biraz daha farklı sonuçlar ortaya çıkarmıştır. Erişkinlerde gürültülü ortamda P1, N1 potansiyellerinin etkilenmemesine rağmen P2, N2 latenslerinde uzamanın olması, gürültünün çocuklara göre erişkinlerin işitsel fark etme becerilerini daha fazla etkileyebildiğini göstermektedir. Ancak hem çocuklarda hem erişkin grupta P3 latensinde görülen uzama, normal işiten kişilerde gürültünün uyarıyı ayırt etme becerilerini olumsuz yönde etkileyebildiğini desteklemektedir. Çalışmamızda çocuk grubu sayısının az olması nedeni ile bu çalışmanın bir sonraki aşamasında, daha fazla sayıda çocuk ve erişkin katılımcı ile farklı gürültü şiddet seviyelerinde P300 potansiyellerinin nasıl etkilediğinin araştırılması planlanmıştır.



## KAYNAKLAR

1. Ponton CW, Eggermont JJ, Don M, Waring MD, Kwong B, Cunningham J, et al. Maturation of the mismatch negativity: effects of profound deafness and cochlear implant use. *Audiol Neurootol* 2000;5(3-4):167-85.
2. Davis H, Zerlin S. Acoustic relations of the human vertex potential. *J Acoust Soc Am* 1966;39(1):109-16.
3. Hall JW III. P300 response. *New Handbook of Auditory Evoked Responses*. 1<sup>st</sup> ed. Boston: Pearson; 2007. p.518-80.
4. Davis H. Enhancement of evoked cortical potentials in humans related to a task requiring a decision. *Science* 1964;145(3628):182-3.
5. Sutton S, Braren M, Zubin J, John ER. Evoked potentials correlates of stimulus uncertainty. *Science* 1965;150(3700):1187-8.
6. Hall JW III. Overview of auditory neurophysiology, past, present and future. *Handbook of Auditory Evoked Responses*. Boston: Pearson; 2007. p.1-40.
7. Groenen PA, Beynon AJ, Snik AF, van den Broek P. Speech evoked cortical potentials and speech recognition scores in cochlear implant users. *Scand Audiol* 2001;30(1):31-40.
8. Kileny PR, Boerst A, Zwolan T. Cognitive evoked potentials to speech and tonal stimuli in children with implants. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1997;117(3 Pt 1):161-9.
9. 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):15-24.
10. Salisbury DF, Desantis MA, Shenton ME, McCrley RW. The effect of background noise on P300 to suprathreshold stimuli. *Psychophysiology* 2002;39(1):111-5.
11. Kileny PR. Use of electrophysiologic measures in the management of children with cochlear implants: brainstem, middle latency and cognitive (P300) responses. *Am J Otol* 1991;12 Suppl:37-42.
12. Muller-Gass A, Marcoux A, Logan J, Campbell KB. The intensity of masking noise affects the mismatch negativity to speech sounds in human subjects. *Neurosci Lett* 2001;299(3):197-200.
13. Ceponiene R, Rinne T, Näätänen R. Maturation of cortical sound processing as indexed by event-related potentials. *Clin Neurophysiol* 2002;113(6):870-82.
14. Sussman E, Steinschneider M, Gumenyuk V, Grushko J, Lawson, K. The maturation of human evoked brain potentials to sounds presented at different stimulus rates. *Hear Res* 2008;236(1-2):61-79.
15. Johnson R Jr. Developmental evidence for modality-dependent P300 generators: a normative study. *Psychophysiology* 1989;26(6):651-67.
16. Fuchigami T, Okubo O, Fujita Y, Okuni M, Noguchi Y, Yamada T. Auditory event-related potentials and reaction time in children: evaluation of cognitive development. *Dev Med Child Neurol* 1993;35(3):230-7.
17. Stenklev N, Laukli E. Cortical cognitive potentials in elderly persons. *JAAA* 2004;15(6):401-13.
18. Martin BA, Tremblay KL, Korczak P. Speech evoked potentials: from the laboratory to the clinic. *Ear Hear* 2008;29(3):285-313.
19. Kujala T, Brattico E. Detrimental noise effects on brain's speech functions. *Biol Psychol* 2009;81(3):135-43.
20. Salisbury DF, Kuroki N, Kasai K, Shenton ME, McCrley RW. Progressive and interrelated functional and structural evidence of post-onset brain reduction in schizophrenia. *Arch Gen Psychiatry* 2007;64(5):521-9.
21. Stuart A, Philips DP. Word recognition in continuous noise, interrupted noise, and in quiet by normal-hearing listeners at two sensation levels. *Scand Audiol* 1997;26(2):112-6.
22. Kaplan-Neeman R, Kishon-Rabin L, Henkin Y, Muchnik C. Identification of syllables in noise: electrophysiological and behavioral correlates. *J Acoust Soc Am* 2006;120(2):926-33.
23. Martin BA, Sigal A, Kurtzberg D, Stapells DR. The effects of decreased audibility produced by high-pass noise masking on cortical event-related potentials to speech sounds /ba/ and /da/. *J Acoust Soc Am* 1997;101(3):1585-99.