

Dikotik Dinleme Paradigması ile Beyin Asimetrisinin Elektrofizyolojik Değerlendirmesi

Onur Bayazıt*, Adile Öniz**, Onur Güntürkün***, Murat Özgören****

* Arş. Gör. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Biyofizik A.D., İzmir, Türkiye.

** Öğr. Gör. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Biyofizik A.D., İzmir, Türkiye.

*** Prof. Dr., Kognitif Sinirbilim Enstitüsü, Ruhr-Üniversitesi Bochum, Bochum, Almanya.

**** Doç. Dr., Dokuz Eylül Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Biyofizik A.D., İzmir, Türkiye.

Tel: +902324124485

Faks: +902324124499

E-mail: murat.ozgoren@deu.edu.tr

ÖZET

Amaç: Beynin asimetrik sistemlerinden biri olan hecelerin algılanması asimetrisini, nonenvasif yöntem olan dikotik dinleme testi altında çekilen EEG kaydı ile değerlendirebilmektir.

Yöntem: 20 sağlıklı gönüllü (ortalama 21.15 yaş) ile yapılan bu çalışmada elektrofizyolojik ölçümler 64 kanaldan yapılmış olup öncelikli olarak beş elektrot bölgesi (F_3 , F_4 , C_z , T_7 , T_8) incelenmiştir. İnceleme, sağ kulak tercihi durumunda oluşan ve 108–244 ms aralığında N100'ü içeren ilk cevap kompleksi (C1: N1P2) genlik değerleri ölçülmüştür.

Bulgular ve Tartışma: Türk toplumunda, elektrofizyolojik incelemeleri de içerecek şekilde ilk kez uygulanmış olan bu dikotik dinleme çalışmasının sonuçları davranışsal olarak ve kişilerin verdiği hatalı cevaplar gözetilmeksizin değerlendirildiğinde, sağ kulak tercihi %57.1, sol kulak tercihi %35 olarak bulunmaktadır ($P<0.001$). Dikotik hece çiftlerinden bazılarında diğerlerinden farklı olarak kulak tercihi gözlenmektedir.

Yapılan analizler sonucunda, sağ kulak tercihi durumunda 108–244 ms aralığında ölçülen N100'ü içeren ilk cevap kompleksi (C1: N1P2) genlik değeri en fazla C_z , bundan daha az olarak sırasıyla F_4 , F_3 , T_8 ve T_7 elektrotlarında saptanmıştır.

Temporal bölgede, sağ ve sol beyin hemisferleri kıyaslandığında sağ bölgede gözlenen C1 cevapları sol bölgelerde gözlenenlerden büyük olarak bulunmuştur ($P<0.001$). Santral bölge elektrodunda (C_z) diğer elektrotlara göre daha büyük genlik değerleri ($15.5 \mu V$) gözlenmiştir ($P<0.05$). Bu durum C_z ölçüm bölgesinin her iki hemisferdeki ses algılama bölgesinin kavşak noktasında bulunmasından kaynaklanıyor olabilir.

Sonuç: Çalışmada elde edilen ön bulgular ışığında, Türk toplumunda da dikotik dinleme paradigmasının elektrofizyolojik adaptasyonun kolay uygulanır ve etkin bir yöntem olarak beynin işitsel sistem asimetrisini yansıtabilecek bir uygulama olduğu ileri sürülmektedir.

Anahtar Kelimeler: dikotik hece dinleme paradigması, kulak tercihi, beyin asimetrisi, EEG, işitsel olay ilişkili potansiyel, N1P2, N100

ABSTRACT

Electrophysiological Assessment of Brain Asymmetry Using a Dichotic Listening Paradigm.

Objective: In this study, a non-invasive dichotic listening paradigm was used during EEG recording in order to evaluate one of the asymmetrical brain functions, the perception of syllables.

Method: Twenty healthy volunteers (mean age 21.15 years) were recruited in the study. The EEG measurements were performed on 64 channels, five of which were primarily subgrouped for the analysis (F_3 , F_4 , C_z , T_7 , T_8).

Results and Discussion: This procedure, incorporating the electrophysiological assessment, as the first known study in Turkish population, has revealed 57.1% right ear advantage and 35% left ear advantage (not considering the incorrect responses) ($P<0.001$). Some of the dichotic pairs resulted in a different distribution upon comparison within individual syllable-pairs.

The analysis in the right-ear advantage group, in the time window of 108-244 ms, revealed highest N100 response complexes (C1:N1P2) at the central (C_z) electrode, followed by F_4 , F_3 , T_8 and T_7 res-

ponses. The comparison of C1 responses in temporal regions across the hemispheres, showed right dominance ($P<0.001$). The central (Cz) response reaching $15.5 \mu V$, can be explained by the presence of this electrode site over a possible functional junction area of sound perception in two hemispheres

Conclusion: The results of this study point to the applicability and effectiveness of using a modified electrophysiological dichotic listening paradigm, also in the Turkish population, with a possible future application in assessing the functional asymmetry of brain functions.

Keywords: dichotic listening paradigm, ear-advantage, brain asymmetry, EEG, auditory event related potential, N1P2, N100.

GİRİŞ

Beyin Asimetrisi

Beyindeki asimetri ve dominansı terimleri, Paul Broca'nın 1860 yılındaki, beynin daima sol bölge hasarının insanda afaziye sebep olduğu gözlemine kadar bilim dünyasına girmemiştir. Çeşitli canlıların beyinde anatomik ve fizyolojik asimetrisi olduğu birçok araştırmacı tarafından gösterilmiştir (Nalçacı 2000, Güntürkün 2003). İnsan beyininin işlevleri ile ilgili çalışmalar bu işlevlerin nasıl oluştuğu konusunda bilgi kazandırmalıdır. Ancak beyindeki bilgi işleme sürecinin doğadaki en karmaşık fenomenlerden birisi olması bu tür çalışmaların önündeki en büyük engeldir. Beyin elektrofizyolojik olarak paralel, seçici dağılmış bilgi işleme dinamiklerine sâhiptir (Başar 1998, Başar ve Karakaş 2000). Beynin tüm bu bahsedilen özelliklere sâhip olması son yıllarda beyin asimetrisi çalışmalarını ön plâna çıkarmıştır.

İşitsel Sistem Asimetrisinde Dikotik Hece Paradigması

İnsan beynindeki duyuşal asimetrisilerden işitsel sistem asimetrisi, araştırılması açısından kolay olan ve sonuçları açısından etkin bir sistemdir. İşitsel sistem asimetrisini belirlemek için dikotik dinleme paradigması, nonenvazif ve basit bir uygulamadır. Örneğin, karşılaştırılacak olursa dikotik dinleme paradigması, envazif bir yöntem olan ve hemisferik asimetriyi gösteren klasik Wada testiyle %92 oranında örtüşmektedir (Hugdahl 1997). Bu da dikotik dinleme paradigmasını beyinde dil asimetrisi için sinirbilim ve klinik uygulamalarda uygun bir araç kılmaktadır.

Beyin asimetrisi ve genel anlamda beyin işlevlerinin yerine getirilmesi esasındaki dinamik etmenler, çeşitli uyaranlar altında elde edilen elektrofizyolojik veriler ile çalışılabilir. Bu uyaranlardan işitsel uyaranlar sıklıkla tercih edilen bir modalitedir (Deutsch 1983, Eichele ve ark. 2005, Hugdahl 2003).

Konuşmanın algılanmasında klâsik beyin bölgesi superior temporal girustaki planum temporale (Tervaniemi 2003). Planum temporale sol hemisferde daha büyüktür ve belki de sol hemisferin konuşmanın algılanmasında kritik rol oynaması bu sebeptir. Yapılan beyin

görüntüleme teknikleri sol planum temporalenin hece algılamada önemli olduğunu göstermektedir (Tervaniemi 2003). Ayrıca, PET ve fMRI ile yapılan diğer bâzi çalışmalar frontal bölgelerde de artmış aktivasyona işaret etmektedir (Tervaniemi 2003). Bu artmış aktivasyon özellikle sol inferior frontal gyrusta daha belirgindir. Dikotik dinleme paradigması uygulanması sırasında alınan fMRI görüntüleri fronto-temporal kortikal ağın geleneksel olarak inanılan temporal algılamadan daha fazla etkili olduğunu göstermektedir (Tervaniemi 2003, Eichele 2005).

Sol hemisfer çoğunlukla konuşma seslerini işlemlerken, sağ hemisfer tondaki değişimleri algılar. Sağ kulak (sol hemisfer), sol kulağın (sağ hemisfer) tonları tercihinden farklı olarak, hızlı ses değişimlerine cevap verir (Zatorre ve Belin 2001). Konuşma seslerinin beyin tarafından analizi hızlı zamansal çözünürlük ve hızlı formant (ünsüz-ünlü) işlemeyi gerektirir. Sol işitsel korteks sağdan daha iyi şekilde bunu yapar (Fiez ve ark. 1996).

Dikotik dinlemede katılımcılara çok kısa, semantik açıdan anlam taşımayan, ünsüz-ünlü harflerden oluşan heceler aynı anda ve iki farklı kulaktan (L: Sol kulak, R: Sağ kulak) dinletilir. Bu heceler BA, DA, GA, KA, PA, TA olarak belirlenmiştir (Hugdahl 2005). Dikotik duyma birey temelindeki konuşma asimetrisini ölçmek için basit bir sistemi oluşturur (Tervaniemi ve Hugdahl, 2003).

Wada Testi ve Dikotik Dinleme Paradigması Karşılaştırılması

İnsan beyninin işitsel asimetrisini göstermede Wada testi ilk uygulanan yöntemlerdendir (Nalçacı 2000, Hugdahl 1997). Sağ ve sol karotis artere ayrı ayrı sodyum amobarbital anesteziği enjeksiyonuyla yapılan bu testin envasifliği oldukça yüksektir. Bununla beraber, Wada testinden elde edilecek beyin hemisferine âit dominans bilgisinin doğruluğu kesindir. Hugdahl tarafından beyin fonetik işleme asimetrisini belirlemede, envasif Wada testinin sonuçlarının envasif olmayan dikotik dinleme testinin sonuçlarıyla %92.3 oranında örtüşüğü gösterilebilmiştir (Hugdahl 1997, 2005).

Yukarıdaki bilgiler ışığında mevcut çalışmada amaç elektrofizyolojik uyumu sağlanmış dikotik hece dinleme

testini model olarak Türk toplumunda, sağlıklı gönüllülerde, beynin işitsel sistem asimetrisinin gösterilmesidir.

GEREÇ ve YÖNTEM

Bu araştırma Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi, Biyofizik Anabilim Dalı, Beyin Biyofiziği Araştırma Laboratuvarları'nda gerçekleştirildi. Çalışma Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik ve Laboratuvar Araştırmaları Etik Kurul Başkanlığı tarafından onaylanmıştır.

Katılımcılar

Nörolojik, psikiyatrik herhangi bir hastalık tanısı almamış olan, işitme ve görme fonksiyonlarında herhangi bir sorun bulunmayan ve sürekli kullandığı ilaç olmayan, anadili Türkçe olan, 19–28 yaş arası (ortalama 21.15), 20 kişi (10 kız, 10 erkek) çalışmaya katıldı. Kişilerin sağ ve sol kulak hava yolu iletim eşikleri, Sibelmed AC-50D odiyometri cihazı ile belirlendi. İşitsel sınamalar 250, 500, 750, 1000, 1500, 2000, 3000, 4000, 6000 ve 8000Hz'de incelendi. İki kulağı arasında +/-15dB fark olmayan bireyler çalışmaya alındı.

Dikotik Dinleme

Kişilere dikotik heceler sesten izole bir odada, loş ışıkta, kişilerin gözleri açık ve oturur pozisyondayken, Matlab yazılımında hazırlanan bir uygulama ile bilgisayardan dijital wav formatında aktarıldı.

Dinletilen dikotik heceler, Dokuz Eylül Üniversitesi, Müzik Bilimleri Stüdyosu'nda hazırlandı ve ses uzmanları tarafından standardize edildi. Dikotik heceler, Türkçe olarak seslendirilen erkek sesinden oluşmaktadır. Çalışmada 80 dB şiddetinde ve rastgele zaman aralığında olmak üzere, 144 adet dikotik hece çifti, Sony CDR50 tipi kulaklıkla uygulandı. Kişilerden algıladıkları hecenin cevabını, tarafımızdan geliştirilen 6 tuşlu dijital cevap klavyesi (Neuroscan STIM ile senkron çalışan) üzerinden, sağ/sol işaret parmağıyla belirlenen zaman içinde (klavyede küçük ışık yandıktan sonra) işaretlemeleri istendi. Kişilerin verdiği cevaplar Matlab uygulamasındaki bir ara yüz ile değerlendirildi.

Seçkisizleştirme

- I. Çalışma deseninde bir kulağa dikkat yöneltilmemiş paradigma kullanıldı.
- II. Sağ ve sol el motor cevapların olası hemisferik tercih konusunda EEG'deki olumsuz etkilerini dışlamak için a) Katılımcılardan duydukları ve algıladıkları hecelerın cevaplarını 2000 ms sonra yanan bir led ışık uyarısından sonra işaretlemeleri istendi. b) Paradigma sağ (72 dikotik uygulama) ve sol

el (72 dikotik uygulama) cevapları için eşit sayıda tekrarlandı.

- III. Uyarılar seçkisiz (random) olarak uygulandı. Uyarılar arası süre 3–4 saniye olarak belirlendi.
- IV. Kulaklığın sağ ve sol kanallarından kaynaklanabilecek ses özelliği farklılıklarını indirgemek için 10 kişide kulaklık sabit olarak tutulurken, 10 kişide sağ ve sol ses kanallarının yerleri değiştirilecek şekilde ters takıldı.

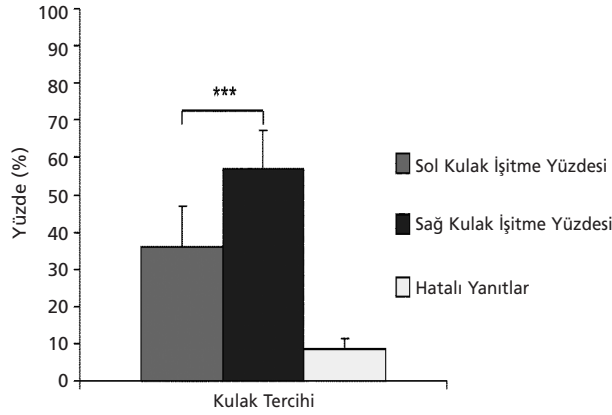
EEG Kaydı ve Elektrofizyolojik Değerlendirme

Dikotik dinleme sırasında kişilerin EEG kayıtları 64 kanallı Neuroscan Synamps sistemi ile saniyede 1000 örneklem alınacak şekilde ve sürekli kaydedildi. Bütünleşik kulak lobları referans alındı [(A1+A2)/2]. Göz kasları kaynaklı bulaşmaların takibi için EOG (elektrookülogram) kaydı yapıldı. F₃, F₄, C_z, T₇, T₈ elektrotları değerlendirmede kullanıldı. Kişilerin her bir dikotik hece çiftini duyma ânı EEG üzerine işaretlenerek, EEG verileri sağ ve sol kulak tercihinine göre alt grup süpürümlerine (epoch) ayrıldı. Bu çalışmada sunulan ön analizler, sağ kulak tercihi olan alt grupta gerçekleştirildi. Elde edilen veri üzerindeki göz, kas ve ter vb. bulaşıklıklar off-line olarak (göz ile) ayıklandı ve kalan süpürümlerin dijital ortalamaları alınarak ilgili zaman aralığında (90-250ms) oluşan en büyük cevabın negatif ve pozitif ucu arasındaki ölçümün μV cinsinden mutlak değeri (peak to peak maksimum amplitude) incelendi.

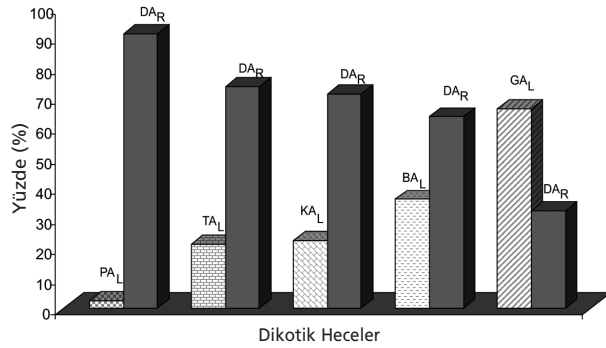
Dikotik Cevapların Değerlendirilmesi: Deneylerin uygulama ve analizinde, 64 kanallı Neuroscan Amfi'ler ile uygun şekilde veri transferi yapabilen yeni geliştirilmiş bir sistem kullanılmıştır (Erdoğan 2007). Bu sistem, off-line analiz aşamasında süpürümlemede, kişiye uygulanan uyarana ve kişinin verdiği cevaplara âit zamansal referans noktalarını EEG kaydı sırasında belirleyip Neuroscan Amfi'lere aktarmaktadır. Sistem bu aktarma işini RS232 iletişim standardı ile seri bağlantı noktası üzerinden yapmaktadır. Ayrıca üzerinde kişilerin cevaplarını kaydetmek üzere cevap klavyesi girişi bulunup, AT89C52 mikrokontrollör tabanlı gömülü elektronik bir sistemdir. Bu sistem ile EEG ölçümü sırasında kullanılan paradigmalardan (örn. dikotik dinleme paradigması) kolayca uygulanması ve bu paradigmalara kişilerin verdiği cevaplarının takibi sağlanmıştır (Erdoğan 2007).

İstatistiksel Analizler

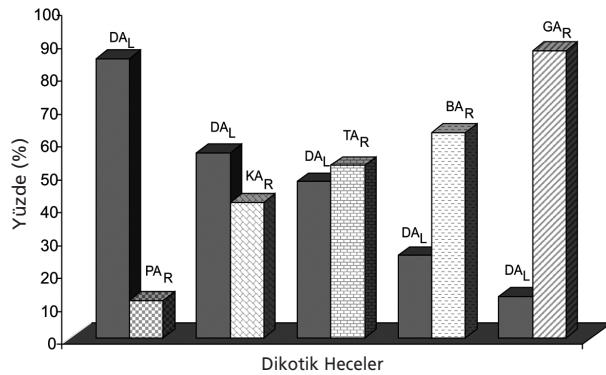
İki hemisfer arasındaki davranışsal fark ve elektrofizyolojik cevap farkını değerlendirmede Wilcoxon testi, birden çok elektrotun arasında fark olup olmadığı



Şekil 1. Yirmi kişinin ortalama sol (gri), sağ (koyu gri) kulak tercihi yüzdesini ve hatalı cevaplama yüzdesini (beyaz) göstermektedir (***) $P < 0.001$).

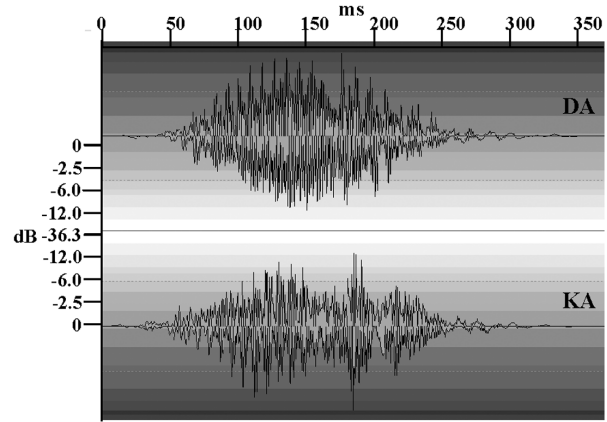


Şekil 2a. Sağ kulak dikotik hecesinin (DA_R), sol kulağa verilen diğer hecelere göre tercih durumu yüzdeleri (BA_L, GA_L, KA_L, PA_L, TA_L).



Şekil 2b. Sol kulak dikotik hecesinin (DA_L), sağ kulağa verilen diğer hecelere göre tercih durumu yüzdeleri (BA_R, GA_R, KA_R, PA_R, TA_R).

ğını değerlendirmede Scheffe Posthoc ile ANOVA analizi kullanılmıştır.



Şekil 3. DA, KA dikotik hecelerinin dalga formları ses analizi (kullanımı serbest Wavelab programı ile).

BULGULAR

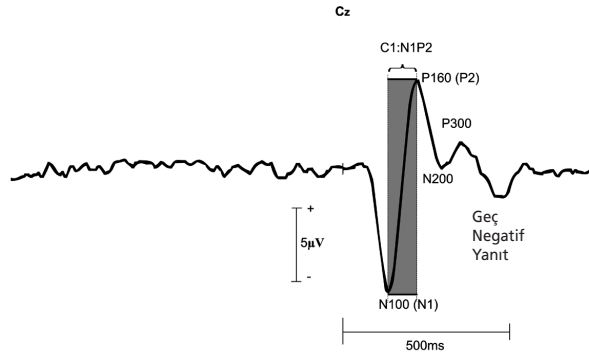
Davranış Verileri (Behavioral Data)

20 kişinin, dikotik hecelerden heteronim olanlara verdiği yüzdelere değerlendirildiğinde, sağ kulak tercihi %57.1 (± 10.3), sol kulak tercihi %35 (± 10.9) olarak bulunmuştur ($P < 0.001$) (Şekil 1). Kişilerin hatalı olarak cevapladığı veya hiç cevaplayamadığı durumların (hatalı cevaplar) yüzdesi %7.9 (± 2.7) olarak ölçülmüştür.

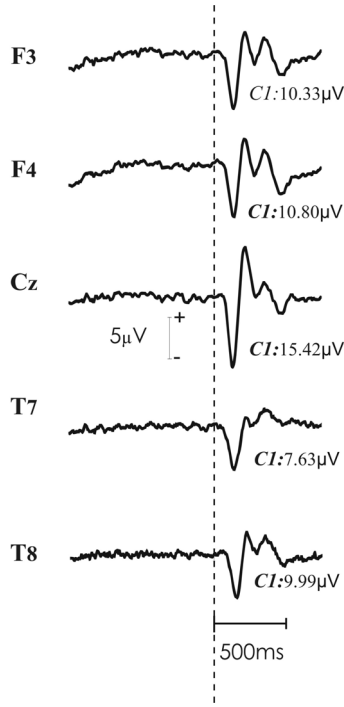
Genel Oranların Dışında Kalan Heceler

Sağ kulak dikotik çiftlerinden biri olan DA_R hecesinin, kendisiyle birlikte sol kulağa verilen diğer hecelere göre tercih yüzdeleri incelendiğinde PA_L %2.5, TA_L %21.3, KA_L %22.5, BA_L %36.3, GA_L %66.3 olarak tercih edilmektedir (Şekil 2a).

Sol kulaktan verilen dikotik DA_L hecesinin, sağ kulağa verilen diğer hecelere göre tercih yüzdeleri incelendiğinde PA_R %11.3, KA_R %41.3, TA_R %52.5, BA_R %62.5, GA_R %87.5 olarak tercih edilmektedir (Şekil 2b). Buna göre GA hecesi sağ ve sol kulak farkı gözetmeksizin DA hecesine göre baskın olarak tercih edilmektedir (Şekil 2a ve 2b). DA hecesi sol kulaktan dinletilirken, diğer hecelerden farklı olarak PA ve KA hecesine göre tercih edildiği gözlenmektedir (Şekil 2b). Hecelerin örnek dalga formları bu hece çiftlerinin benzer özellikte olduklarını göstermektedir. Daha ileri incelemelerle bu farklılıkların ayrıştırılması araştırılabilir. Ses stüdyosunda yapılan kayıta ses tellerindeki sesin başlangıç anı (voice onset time), kullanımı serbest olan Wavelab programı ile başlangıçlarından deforme olmadan kesilerek hecelerin duyulmaları benzer süre ve şiddette gerçekleşecek şekilde standardize edilmiştir (senkronizasyon) (Şekil 3).



Şekil 4. Dikotik dinleme paradigması uygulanan 20 kişinin, Cz bölgesine âit ortalama işitsel olay ilişkili potansiyelleri. Taralı bölge C1 kompleksini göstermektedir.



Şekil 5. F₃, F₄, Cz, T₇ ve T₈ elektrotlarının C1 kompleksleri, voltaj değerleriyle gösterilmiştir. Kesikli çizgi dikotik uyarının geliş ânını (0 ms) belirtmektedir.

Elektrofizyolojik Bulgular

20 kişinin sağ kulak tercihi sırasındaki ortalama dikotik dinleme işitsel olay ilişkili potansiyelleri Şekil 4'te gösterilmektedir. Bu cevaplarda özellikle literatürdeki N100, P160, N200, P300 ve geç negatif dalgaya denk gelen sapsular (defleksiyon) izlenmektedir (Şekil 4). Analizde, her birey için ölçüm bölgelerine denk gelen cevaplar maksimum genlik değerleri açısından değerlendirilmiştir.

Öncelikli olarak, N100 cevabını içeren en büyük genlikli ilk cevap kompleksi (C1: N1P2) 108–244 ms aralığın-

da ölçülmüştür. En yüksek voltaj değerleri Cz (15.42µV) ölçüm bölgesinde, bundan daha az olarak sırasıyla F₄ (10.80µV), F₃ (10.33µV), T₈ (9.99 µV) ve T₇ (7.63 µV) bölgesinde saptanmıştır.

Temporal bölgede, sağ ve sol beyin hemisferleri kıyaslandığında sağ bölgede gözlenen C1 cevapları sol bölgede gözlenenlerden büyük olarak bulunmuştur (P<0.001).

Santral bölge elektrotunda (Cz) ölçülen C1 cevaplarının genlik değeri F₃, F₄, T₇ ve T₈ ölçüm bölgelerinden büyük olarak bulunmuştur (P<0.001) (Şekil 5).

TARTIŞMA

Dikotik hece uyarılarına karşı kişisel kulak tercihleri ortalamaları ile elektrofizyolojik değerlendirmeleri birlikte içeren bu araştırma, Türk toplumunda yapılmış bir ön çalışmadır.

Davranışsal Veriler

Değişik toplumlardan 1000'den fazla katılımcı ile yapılmış olan Hugdahl'ın çalışmasında, cinsiyet farkı gözetmeksizin %35 sol kulak tercihi ve %48 sağ kulak tercihi rapor edilmekte olup, bulgular mevcut çalışma ile (%35 sol kulak tercihi, %57.1 sağ kulak tercihi) benzer sonuçlar göstermektedir (2005).

Hugdahl'ın aynı çalışmasında sağlak ve solak bireylerin, sağ ve sol kulak tercihleri karşılaştırılmış olup genel dağılım sağ kulak tercihi lehinedir (Hugdahl 2005). Mevcut çalışmadaki solak birey sayısı 4 olup bu örneklem incelemeye yetecek büyüklükte değildir.

Ses Analizleri

Literatürde daha önce yapılan araştırmalardan farklı olarak yapılan detaylandırılmış incelemede, dikotik hece çiftlerinin ve davranışsal verilerin karşılaştırılması sonucunda, DA hecesi bir kulak için sabit tutulup diğer kulaktaki hecelerin algılanması karşılaştırıldığında, GA hecesi sağ ve sol kulak farkı gözetmeksizin DA yerine tercih edilmektedir. DA hecesi sol kulağın dinletilirken, diğer hecelerden farklı olarak PA ve KA hecesine göre tercih edilmektedir (Şekil 2b). Bu hecelere âit ses analizleri yapıldığında hecelerin dalga formlarının zamansal olarak etkili olma olasılığının az olduğu görülmektedir. Ancak böyle bir dağılımı açıklamak için, belki de beyinde işitsel sistemden kaynaklanan fizyolojik tercih mekanizmalarının elektrofizyolojisi üzerinde durmak gerekmektedir (Şekil 3).

Dikotik dinleme sırasında sağ kulağın verilen hecelerin deneye katılan bireyler tarafından tercihi, sol kulağa göre daha hızlı ve doğru şekilde olmaktadır. Bu da sağ kulak tercihiyle ilgili olarak sol hemisfer için dil late-

ralizasyonunu göstermektedir. Sol kulak tercihi, kompleks tonların, müzik ve çevresel seslerin tanımlanmasında gözlenmektedir (Brancucci ve San Martini 2003).

Dikotik Dinleme Paradigmasının Elektrofizyolojik Sonuçları

İşitsel olay ilişkili potansiyellerin kompleks tonlar için değerlendirilmesinin, kulak avantajıyla ilişkili olduğu gözlenmiştir (Chait 2004). N100 ve M100 (magnetoensefalografik N100 dalgası) latansları konuşma için uzun, fakat konuşma olmayan görev için kısadır (Tiitinen ve ark. 1999). Brannucci ve arkadaşlarına göre, sağ işitsel korteksteki M100 genliği, kompleks monotik tonların yoğunluğu artarak ipsilateral kulaktan verildiğinde artmaktadır. İki kulak arası ton yoğunluğu aynı olduğunda bu genlik farkı azalmakta ve hatta kaybolmaktadır (2005).

Mevcut çalışmada özellikle santral bölgelerde en yüksek genlikli cevaplar olarak N100 saptanmıştır. Bu cevabın basit bir ses uyarısına göre daha karmaşık öğeler içeren dikotik hece paradigmasında da saptanması literatürde de gösterilmektedir (Eichele 2005). N100 bileşeni dinletilen seslerin titreşimlerinin kokleaya ulaşır primer işitsel kortekse çıkmasıyla otomatik olarak oluşur (McPherson 1996). Primer, sekonder işitsel korteks ve asosiyasyon alanların aktivasyonu N100 için kaynak oluşturur. Literatürde N100 Cz bölgesinde, uyarandan sonra 60. ile 80. milisaniyede başlayan ve 160. milisaniyede sonlanan negatif defleksiyonlu dalga olarak tanımlanır (McPherson 1996). Mevcut çalışmada da N100 cevapları Cz elektrotunda 108–161 milisaniye arasında kaydedilmiş olup literatürdeki tanımıyla uyumludur. Uyarana bağlı amplitüd, latans ve kaynak lokasyonundaki değişiklikler N100 bileşeninin, seslerin işitsel özelliklerinin kodlanmasıyla ilgili olabileceğine işaret etmektedir (McPherson 1996). N100 komponenti işitsel girdi sinyalinin otomatik oluşum zamanını (onset time) yakalamayla oldukça ilişkilidir (Tiitinen, 1999). Fonksiyonel olarak N100 dikkatle tetiklenen sürece bağlı olmalıdır. Ayrıca dikkatle tetiklenen ve hâfıza izini oluşturan ilk duyusal bilgi taşınmasında rolü olmalıdır. Böylece uyarın değişimleri beyinde işlenebilir (McPherson 1996, Chait ve ark. 2005).

SONUÇ

1. Türk toplumunda uygulanmış bu dikotik dinleme paradigmasının sonuçları davranış verileri ve elektrofizyolojik bulguları açısından beyindeki işitsel sistem asimetrisini desteklemektedir.

2. Sağ kulak, sol kulağa göre daha fazla tercih edilmekte olup, mevcut çalışmadaki hece işleme paradigmasında sol hemisferin baskın olduğunu göstermektedir.
3. Sağ kulak tercihi sırasında, en yüksek santral bölgede, takiben sağ temporal bölgenin sol temporalden yüksek olduğu C1 (N1P2) cevapları gözlenmiştir.
4. Dikotik olarak dinletilen bâzi hecelere karşı işitsel sistem, diğer hece çiftlerinden farklı olarak daha seçici davranmaktadır. Bir kulaktan DA hecesi verilirken, PA ve KA hecesi sol kulaktan tercih edilmekte, ayrıca GA hecesi ise sağ ve sol kulağa bağlı olmaksızın tercih edilmektedir.
5. Bu araştırmaya, katılımcı sayısı artırılarak devam edilmesi ile işitsel sistemin asimetrik algılama mekanizmalarında daha fazla bileşenin incelenmesi mümkün olabilir.
6. Bu çalışma, uygulama kolaylığı ve sonuçları açısından patolojik süreçlerde beyin asimetrisinin gösterilmesinde kullanılmaya aday bir çalışma modelidir.

KAYNAKLAR

- Başar E (1998) The Brain: Sensory and Cognitive pathways. Brain Function and Oscillations. I. Brain Oscillations: Principles and Approaches. Berlin Heidelberg: Springer, 39-74.
- Başar E, Karakaş S (2000) Nörofizyoloji ve Kognitif Süreçlerde Entegratif Yaklaşım: Osilasyonel Nöral Topluluklar Kuramı. Karakaş S, Aydın H, Erdemir C, Özemesi Ç, editörler. Multidisipliner Yaklaşımla Beyin ve Kognisyon. Ankara: Çizgi Tıp yayınevi, 149–161.
- Brancucci A, Babiloni C, Vecchio F, Galderisi S, Mucci A, Tecchio F, Romani GL, Rossini PM (2005) Decrease of functional coupling between left and right auditory cortices during dichotic listening: an electroencephalography study. *Neurosci*; 136: 323-332.
- Brancucci A, San Martini P (2003) Hemispheric asymmetries in the perception of rapid (timbral) and slow (nontimbral) amplitude fluctuations of complex tones. *Neuropsychol*; 17: 451-457.
- Chait M, Simon JZ, Poeppel D (2004) Auditory M50 and M100 responses to broadband noise: functional implications. *Neuroreport*; 15: 2455-2458.
- Deutsch D (1983) The octave illusion in relation to handedness and familial handedness background. *Neuropsychologia*; 21: 289-293.
- Eichele T, Nordby H, Rimol LM, Hugdahl K (2005) Asymmetry of evoked potential latency to speech sounds predicts the ear advantage in dichotic listening. *Cogn Brain Res*; 24: 405-412.
- Erdoğan U, Bayazıt O, Taşlıca S (2007) EEG kayıt ve paradigma yöneticisi olarak AT89C52 Mikrokontrolör Tabanlı Gömülü Sistem Donanım/Assembly Yazılım Ve Matlab Kontrol Yazılım

-
- Tasarımı. Genç Bilim İnsanları İle Beyin Biyofiziği 1. Çalıştayı. Darboğazlar ve Çözüm Arayışları Bildiri Özet Kitabı, 47.
- Fiez JA, Raichle ME, Balota DA, Tallal P, Petersen SE (1996) PET activation of posterior temporal regions during auditory word presentation and verb generation. *Cereb Cortex*; 6: 1-10.
- Güntürkün O (2003) Hemispheric asymmetry in the visual system of the birds. Hugdahl K, Davidson RJ, editors. *The asymmetrical brain*. Massachusetts: MIT Press, 3-36.
- Hugdahl K (2003) Dichotic Listening in the Study of Auditory Laterality. Hugdahl K, Davidson RJ, editors. *The asymmetrical brain*. Massachusetts: MIT Press, 441-475.
- Hugdahl K (2005) Symmetry and asymmetry in the human brain. *European Review*; 13: 119-133.
- Hugdahl K, Carlsson G, Uvebrant P, Lundervold AJ (1997) Dichotic listening performance and intracarotid injection of amobarbital in children and adolescents, preoperative and postoperative comparisons. *Arch Neurol*; 54: 1494-1500.
- McPherson DL (1996) Long latency auditory evoked potentials. Late Potentials of the Auditory System. *Evoked Potentials Series*. Stein L, series editor. San Diego-London: Singular Publishing Group, 7-23.
- Nalçacı E (2000) Serebral işlevlerin lateralizasyonu. Karakaş S, Aydın H, Erdemir C, Özesmi Ç, editörler. *Multidisipliner Yaklaşımla Beyin ve Kognisyon*. Ankara: Çizgi Tıp yayınevi, 90-102.
- Tervaniemi M, Hugdahl K (2003) Lateralization of auditory-cortex functions. *Brain Res Rev*; 43: 231-246.
- Tiitinen H, Sivonen P, Alku P, Virtanen J, Näätänen R (1999) Electromagnetic recordings reveal latency differences in speech and tone processing in humans. *Brain Res Cogn Brain Res*; 25; 8: 355-363.
- Zatorre RJ, Belin P (2001) Spectral and temporal processing in human auditory cortex. *Cereb Cortex*; 11: 946-953.