

T.C.  
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BASİT DOKUNSAK OLAY İLİŞKİLİ  
POTANSİYELLER VE BEYİNDE OLUŞAN  
SALINIMSAL YANITLAR**

**ÇAĞDAŞ GÜDÜCÜ**

**BİYOFİZİK YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**İZMİR-2009**

T.C.  
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BASİT DOKUNSAK OLAY İLİŞKİLİ  
POTANSİYELLER VE BEYİNDE OLUŞAN  
SALINIMSAL YANITLAR**

**BİYOFİZİK YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ÇAĞDAŞ GÜDÜCÜ**

Danışman Öğretim Üyeleri: Yard. Doç. Dr. Adile ÖNİZ,  
Doç. Dr. Vesile ÖZTÜRK

Çağdaş GÜDÜCÜ'nün Biyofizik Yüksek Lisans Tezi olarak hazırladığı "Basit Dokunsal Olay İlişkili Potansiyeller ve Beyinde Oluşan Salınımsal Yanıtlar" başlıklı bu çalışma jürimizce Lisansüstü Eğitim Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

07/08/2009

Başkan, Danışman: Yard. Doç. Dr. Adile ÖNİZ, Dokuz Eylül Ü., Tıp F., Biyofizik AD., İzmir.

Üye: Doç. Dr. Murat ÖZGÖREN, Dokuz Eylül Ü., Tıp F., Biyofizik AD., İzmir.

Üye: Doç. Dr. Vesile ÖZTÜRK, Dokuz Eylül Ü., Tıp F., Nöroloji AD., İzmir.

Üye: Prof. Dr. Şeref Cem BEDİZ, Dokuz Eylül Ü., Tıp F., Fizyoloji AD., İzmir.

Üye: Prof. Dr. Hasan TEKGÜL, Ege Ü., Tıp F., Nöroloji AD., İzmir.

Dokuz Eylül Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun .....gün ve .....sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Enstitü Müdürü

## İÇİNDEKİLER

<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>i</b>
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b> .....	<b>iii</b>
<b>TABLO LİSTESİ</b> .....	<b>v</b>
<b>KISALTMALAR</b> .....	<b>vi</b>
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	<b>vii</b>
<b>ÖZET</b> .....	<b>1</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>3</b>
<b>1. GİRİŞ VE AMAÇ</b> .....	<b>5</b>
<b>2. GENEL BİLGİLER</b> .....	<b>7</b>
2.1. Somatosensoriyel Duyunun İletim Yolları .....	7
2.1.1. Reseptörler .....	7
2.1.2. Dokunma .....	8
2.2. Merkezi Sinir Sisteminde Somatosensoriyel Yolaklar .....	9
2.3. Kortikal Temsil Alanları .....	13
2.4. Beyin Dinamiği ve Ölçülebilirlik .....	14
2.4.1. Elektroensefalografi (EEG) .....	15
2.4.2. Uyarılma Potansiyelleri (UP) ve Olay-İlişkili Potansiyeller (OİP) .....	16
2.4.3. OİP bileşenleri .....	17
2.5. Beyin Araştırmalarında Osilasyonel Yaklaşım .....	17
2.5.1. Olay İlişkili Osilasyon Yanıtlarının Frekans Bantları .....	18
2.5.1.1. Delta Frekans Bandı .....	19
2.5.1.2. Teta Frekans Bandı .....	19
2.5.1.3. Alfa Frekans Bandı .....	20
2.5.1.4. Beta Frekans Bandı .....	21
<b>3. GEREÇ VE YÖNTEMLER</b> .....	<b>22</b>
3.1. Katılımcı Sayısı .....	22
3.2. Uyarının Uygulanması ve Özellikleri .....	22
3.3. EEG Kayıtları .....	24
3.4. Katılımcılara Uygulanan Form ve Ölçekler .....	27
3.5. İstatistiksel Analiz .....	28
<b>4. BULGULAR</b> .....	<b>30</b>
4.1. Hedef/Hedef Olmayan Uyarana Karşı Oluşan Yanıtların Farkları .....	30

4.1.1. Delta (0.5-3.5 Hz) Yanıtları.....	32
4.1.2. Teta (4-7 Hz) Yanıtları.....	33
4.1.3. Alfa (8-13 Hz) Yanıtları.....	33
4.1.4. Beta (15-30 Hz) Yanıtları.....	33
4.2. Hedef Uyarana Karşı Oluşan Yanıtların Kafa Üzerindeki Dağılımı (Topoloji) .....	34
4.2.1. Delta (0.5-3.5 Hz) Yanıtları.....	34
4.2.2. Teta (4-7 Hz) Yanıtları.....	35
4.2.3. Alfa (8-13 Hz) Yanıtları.....	35
4.2.4. Beta (15-30 Hz) Yanıtları.....	35
<b>5. TARTIŞMA .....</b>	<b>45</b>
5.1. Bilişsel İşlevlerde Osilasyonel Yaklaşım ve Araştırma Örnekleri .....	45
5.2. Somatosensoryel Uyarılar ile Yapılan Çalışmalara Genel Bakış .....	47
5.2.1. Delta Frekans Yanıtları.....	50
5.2.2. Teta Frekans Yanıtları.....	51
5.2.3. Alfa Frekans Yanıtları.....	52
5.2.4. Beta Frekans Yanıtları.....	53
5.3. Somatosensoryel Çalışmalar ve Deneysel Kurulum .....	54
<b>6. SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>	<b>56</b>
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>57</b>
<b>TEZ PROJESİ İLE İLİNTİLİ YAYIN VE BİLDİRİLER (TPY) .....</b>	<b>65</b>
<b>EKLER .....</b>	<b>66</b>
Ek 1 Etik Kurul İzni.....	66
Ek 2.1 Edinburgh El Tercihi Anketi.....	67
Ek 2.2 Kayıt Bilgi Formu.....	68
Ek 2.3 STAI-TX1 formu.....	69
Ek 2.4 Psikolojik Belirti Tarama Testi (SCL-90R).....	70
EK 2.5 Kısa Semptom Envanteri.....	73
EK 3 Tablo Atıfları.....	74

## ŞEKİL LİSTESİ

- Şekil 1.** Dorsal kolondaki lamina katmanları ve buralara impuls gönderen reseptörler. Ganong'dan uyarlanmıştır (18).....10
- Şekil 2.** Gövdeden gelen dokunma, ağrı ve sıcaklık duyularının iletim yolları şematik halde gösterilmektedir. Guyton ve Hall'dan uyarlanmıştır (20).....11
- Şekil 3.** Medulla spinalisin kesisinde yukarıya uzanan duyuşal yolların lokasyonları görölmektedir (S: Sakral, L: Lumbar, T: Torasik, C: Servikal) Ganong'dan (18) uyarlanmıştır.....12
- Şekil 4.** Postsantral girustan geçen koronal kesitte duyuşal homunculus şeması görölmektedir. Ganong'dan (18) uyarlanmıştır.....13
- Şekil 5.** Bireye basit ağrısız basınç uyarınının gönderildiği klipslerin parmaklara yerleşimi.....23
- Şekil 6.** Somatosensory Stimulus Generator 4-D Neuroimaging cihazının önden görünüşü.....23
- Şekil 7.** İzole odada kayıt sırasında bireyin fotoğrafı.....25
- Şekil 8.** Saçlı deriden kayıt almak için özel olarak tasarlanan 64 kanallı Quik kep.....25
- Şekil 9.** EEG kaydı sırasında kullanılan malzemeler. Resimdeki geçiş sırasıyla soldan sağa; EEG pastası, abraziv jel, EEG jeli, pamuk, flaster, küt uçlu enjektör.....26
- Şekil 10.** Uyarın sonrasında 1000 ms'lik bölümde en büyük genlikli yanıtın  $\mu\text{V}$  cinsinden ölçülmesinde kullanılan noktalar.....28
- Şekil 11.** Delta (0.5-3.5 Hz) frekans bandında filtrelenmiş dokunsal uyarılma potansiyellerinin 14 kişilik grubun ortalamasının kafa üzerindeki gösterimi.....36
- Şekil 12.** Teta (4-7 Hz) frekans bandında filtrelenmiş dokunsal uyarılma potansiyellerinin 14 kişilik grubun ortalamasının kafa üzerindeki gösterimi.....37
- Şekil 13.** Alfa (8-13 Hz) frekans bandında filtrelenmiş dokunsal uyarılma potansiyellerinin 14 kişilik grubun ortalamasının kafa üzerindeki gösterimi.....38

<b>Şekil 14.</b> Beta (15-30 Hz) frekans bandında filtrelenmiş dokunsal uyarılma potansiyellerinin 14 kişilik grubun ortalamasının kafa üzerindeki gösterimi.....	39
<b>Şekil 15.</b> 18 kişilik grubun basit dokunsal basınç uyarısına karşı vermiş oldukları yanıtların geniş (0.5-30 Hz) frekans bandında filtrelenmiş ve ortalaması alınmış hali.....	40
<b>Şekil 16.</b> 18 kişilik grubun basit dokunsal basınç uyarısına karşı vermiş oldukları yanıtların delta (0.5-3.5 Hz) frekans bandında filtrelenmiş ve ortalaması alınmış hali.....	41
<b>Şekil 17.</b> 18 kişilik grubun basit dokunsal basınç uyarısına karşı vermiş oldukları yanıtların teta (4-7 Hz) frekans bandında filtrelenmiş ve ortalaması alınmış hali.....	42
<b>Şekil 18.</b> 18 kişilik grubun basit dokunsal basınç uyarısına karşı vermiş oldukları yanıtların alfa (8-13 Hz) frekans bandında filtrelenmiş ve ortalaması alınmış hali.....	43
<b>Şekil 19.</b> 18 kişilik grubun basit dokunsal basınç uyarısına karşı vermiş oldukları yanıtların beta (15-30 Hz) frekans bandında filtrelenmiş ve ortalaması alınmış hali.....	44

## **TABLO LİSTESİ**

<b>Tablo 1.</b> Somatosensoriyel sisteme ait sekiz tip reseptör, buldukları bölgeler ve primer duysal fonksiyonları.....	8
<b>Tablo 2.</b> Fibril tipleri, fonksiyonları, çapları, iletim hızları.....	9
<b>Tablo 3.</b> Hedef uyarana karşı oluşan yanıtların ortalaması.....	31
<b>Tablo 4.</b> Hedef-olmayan uyarana karşı oluşan yanıtların ortalaması....	32
<b>Tablo 5.</b> Olay ilişkili osilasyon çalışmaları.....	46



## **KISALTMALAR**

OİP : Olay ilişkili potansiyeller

OİO : Olay ilişkili osilasyonlar (salınımlar)

EEG : Elektroensefalografi

EOG : Elektrokülografi

$\mu$ V : Mikrovolt

Hz : Hertz

ANOVA : ANalysis Of VAriance (Varyans Analizi)

ISI : Inter stimulus interval (Uyaranlar arası süre)

## **TEŞEKKÜR**

Lisans öğrenimimin ardından akademik yaşantıya attığım ilk adım olan yüksek lisans öğrenimimi, farklı alanlardan bilim insanlarının bir arada olup sayısız bilimsel ve sosyal tartışmaların yaşandığı Biyofizik Anabilim Dalı'nda tamamlamaktan dolayı duyduğum onur ve mutluluğu kelimelerle tarif etmenin pek bir yolu olduğunu düşünmüyorum. Grup olarak yaptığımız sosyal ve bilimsel aktivitelerde tarifsiz keyifler yaşadım.

Bu bağlamda yüksek lisans öğrenimim boyunca;

Bilimsel ve hayati, yardım ve destekleri ile her zaman yanımda olan Tez Danışmanım Sn. *Yard. Doç. Dr. Adile Öniz'e,*

Her zaman bir pusula edasıyla bana her konuda yol gösteren Bölüm Başkanım Sn. *Doç. Dr. Murat Özgören'e,*

Tez projesinin klinik kısmını uygulamalı olarak görme fırsatını bana veren ikinci tez danışmanım Sn. *Doç. Dr. Vesile Öztürk'e,*

Proje kapsamında verdiği desteklerden ötürü *Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu'na,*

Her türlü bilimsel tartışmada bir çıkış noktası bulabildiğimiz, her zaman desteklerini arkamda hissettiğim; Bölümümüz Öğretim Görevlisi Sn. *T. Onur Bayazıt'a,*

Deneysel kurulum ve uyarın sistemleri ile yazılımsal desteklerinden ötürü Uzm. Müh. *R. Uğraş Erdoğan'a,*

Tez kayıtlarında ve tez yazım-basım aşamalarındaki paha biçilmez özveri ve katkılarından ötürü Araş. Gör. *Serhat Taşlıca'ya,*

Tez sürecimdeki katkılarından ve bölüm içindeki yardımları ve desteklerinden ötürü, Araş. Gör. *Sibel Kocaaslan Atlı'ya,* Okt. *Burcu Aydın'a,* Yüksek Lisans Öğrencisi *İpek Erdoğan'a* ve bölüm içindeki gizli ama değerli desteklerinden ötürü *Canan Yegin, Sezayir Can ve Mehmet Oral'a,*

Öğrenciliğim sırasında her daim gülen yüzlerinden ve çok değerli desteklerinden ötürü Enstitü Müdürü Sn. *Prof. Dr. Gül Güner Akdoğan'a* ve tüm *Sağlık Bilimleri Enstitüsü Çalışanları'na,*

Bilimsel idollerimden biri olan Sn. *Prof. Dr. Serpil Salaçin'e* tüm desteklerinden ve yol göstericiliğinden ötürü teşekkür ederim.

Ayrıca hiç bir koşulda beni yalnız bırakmayan ve anlayan *Annem Bahriye Güdücü* ve *Babam H. Cumhur Güdücü* ile tüm aileme teşekkür ederim.

Çağdaş Güdücü

Ağustos 2009

vii

# BASİT DOKUNSAK OLAY İLİŞKİLİ POTANSİYELLER VE BEYİNDE OLUŞAN SALINIMSAL YANITLAR

Çağdaş Güdücü, Dokuz Eylül Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Biyofizik Yüksek  
Lisans Programı.  
Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyofizik Anabilim Dalı, 35340, İnciraltı,  
İzmir.

## ÖZET

**Amaç:** Elektrofizyolojik yöntemle seyrek uyaran paradigması deney deseninde beyinde ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan salınımsal yanıtları dört frekans (delta, teta, alfa, beta) bandında incelemektir.

**Yöntem:** Ölçümler 18 bireyde (21.39±2.75 yaş; 12 erkek) gerçekleştirilmiştir. Tek tip ağrısız basınç uyarını pnömatik stimulator aracılığıyla sağ elin iki parmağına (hedef uyaran, %25 oranla işaret parmağı; hedef-olmayan uyaran, %75 oranla orta parmağı) uygulanmıştır. Bireylerin hedef uyarınları akıldan saymaları istenmiş ve elektroensefalografi kaydı 64 kanaldan alınmıştır. Öncelikli olarak 14 ölçüm bölgesinin (F3, F4, FZ, CZ, C3, C4, T7, T8, P3, P4, P7, P8, O1, O2) analiz edildiğı bu tezde istatistiksel analizler tekrarlayan ölçümlerde ANOVA testiyle yapılmıştır. Dört frekans aralığında her ölçüm bölgesi için hedef ve hedef-olmayan uyarınlara karşı yanıt farklılıkları ve hedef uyaran yanıtlarının kafadaki dağılımı (topoloji) incelenmiştir.

**Bulgular:** Hedef ve hedef-olmayan uyarana karşı verilen yanıtlar karşılaştırıldığında; delta frekans bandında 11 ölçüm bölgesinde (FZ, F3, F4, CZ, C3, T7, P3, P4, P7, P8, O2) anlamlı olarak hedef uyaran yanıtları büyük bulunmuştur (her ölçüm bölgesinde,  $p < 0.05$ ). Teta frekans bandında hedef ve hedef-olmayan uyarınlara karşı kafada yaygın

olarak ısrarlı ve büyük genlikli benzer yanıtlar bulunmuştur. Alfa frekans bandında iki uyarın arasında istatistiksel olarak herhangi bir fark gözlenmemiştir. Ancak her iki uyarıda kafada ön bölgelerde daha yüksek genlikli yanıtlar gözlenmiş olup istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamaktadır. Beta frekans aralığında her iki uyarana karşı ısrarlı yanıtlar tüm kortekste yaygındır.

Hedef uyarana karşı oluşan yanıtların kafa üzerindeki dağılımları incelendiğinde; genel olarak tüm frekans bantlarında santral bölge yanıtları en büyük genliğe sahiptir. Santral bölgeyi, frontal bölge ve pariyetal bölge takip etmektedir. Kafa üzerindeki dağılımda sağ-sol yarı küre farkları incelendiğinde ise delta frekans bandında sol santral, frontal ve temporal bölgelerde gözlenen yanıtlar istatistiksel olarak sağ santral, frontal ve temporal bölgeden yüksektir ( $p < 0.05$ ).

**Sonuç:** Basit dokunsal uyarın verilerek seyrek uyarın paradigması uygulanan bu tezde hedef ve hedef-olmayan uyarana verilen salınımsal yanıtlar tüm beyinde yaygın bir şekilde gözlenmiş ve bazı frekans aralıklarında ayırt edilebilirliği yüksek bulunmuştur. Basit uyarınlarla yapılan bu çalışmada beyinde seçici dağılmış durumda bulunan yanıtlar "beynin bir bütün olarak işlemesi" prensibini desteklemektedir. Elde edilen bulgular temel veri grubunu oluşturarak basit ve/veya karmaşık dokunsal uyarınlar ile yapılabilecek ilerideki çalışmalara ve hastalık gruplarında yapılacak projelere yol gösterir niteliktedir.

**Anahtar Kelimeler:** Elektrofizyoloji, olay-ilişkili potansiyeller, delta, teta, alfa, beta, dokunsal uyarınlar, somatosensoriyel, SERP

## SIMPLE SOMATOSENSORY EVENT RELATED POTENTIALS AND BRAIN OSCILLATORY RESPONSES

Cagdas Guducu, Dokuz Eylul University Institute of Health Sciences Biophysics Master of Science Programme.

Dokuz Eylül University Faculty of Medicine Biophysics Department, 35340, Inciraltı, Izmir, Turkey.

### ABSTRACT

**Aim:** The aim of this study was to investigate oscillatory brain responses (delta, theta, alpha, beta) to non-painful tactile stimuli in oddball paradigm via electrophysiological methods.

**Methods:** The measurements were performed with eighteen subjects (21.39+/-2.75 ages; 12 male). One type of tactile stimuli was applied to the two fingers on the right hand. The target (25%) stimuli were presented on index finger and nontarget stimuli (75%) were presented on middle finger randomly. Subjects counted the target stimuli mentally. The electroencephalogram (EEG) was recorded from 64 channels. Primarily 14 electrodes (F3, F4, FZ, CZ, C3, C4, T7, T8, P3, P4, P7, P8, O1, O2) were analyzed. The repeated measures ANOVA test was used for statistical analysis. In four frequency bands for each electrode location, beside the differences between responses to target and non-target stimuli, topological distribution of responses to target stimuli were evaluated.

**Results:** When responses to target and non-target stimuli were compared, delta responses to target stimuli were significantly higher than nontarget stimuli at 11 electrode locations ((Fz, F3, F4, Cz, C3, T7, P3, P4, P7, P8, O2); for each location,  $p < 0.05$ ). Theta responses to both stimuli for each electrode location were similar and consistent and had high amplitude. Alpha responses to both stimuli had higher amplitude at the frontal region and there was no

significant difference between responses to both stimuli. In beta frequency band, responses to both stimuli were highly distributed on the scalp.

When topographical distribution of the responses to target stimuli were evaluated; in all frequency bands, the central responses had the highest amplitude. The responses of the frontal and parietal regions followed the central region. When we compared left and right hemisphere topographically the delta responses of left central, frontal and temporal regions were higher than the contralateral ones ( $p < 0.05$ ).

**Conclusion:** The result of the thesis indicated that oscillatory responses to target and non-target stimuli were observed at all scalp's regions and were highly differentiable in some frequency bands. Selectively distributed responses elicited by simple stimuli supports the theory of "whole-brain-work". Results of this study may serve as a roadmap for future physiological and clinical applications.

**Keywords:** Electrophysiology, Event-Related Potentials, delta, theta, alpha, beta, tactile stimuli, somatosensory, SERP

## 1. GİRİŞ VE AMAÇ

Yeryüzündeki en karmaşık işleyiş ve yapılanmalardan birine sahip olduğu düşünülen insan beyninin karmaşıklığını aydınlatmak için bilim insanları çalışmalarını uzun yıllardır sürdürmektedirler. Karmaşıklığı nedeniyle bir çok bilim dalının çalışma konusu olarak belirlediği ya da belirlemeye başladığı beyin ve işlevlerinin ardındaki gerçekler günümüzde tam olarak anlaşılabilmiş değildir.

Beyin çalışmalarında son dönemde değişik yöntemlerin bir arada kullanılması ve multidisipliner yaklaşıma uygunluğu ile işlerliğini sürdüren beyin biyofiziği alanı sıkça duyulur hale gelmiştir. Özgören (1) beyin biyofiziğini *"beyin işlevlerinin aydınlatılmasına yönelik çeşitli disiplinleri biraraya getiren bilişsel biyofizik, sinir bilimleri, beyin dinamiği, psikiyatri ve nöroloji gibi klinik dallar, deneysel ve klinik psikoloji dalları, nörodilbilim ve radyoloji, mühendislik, fizik ve matematik bilim alanlarını daha çok uygulamalı olarak işleyen bir bilim alanı"* olarak tanımlamaktadır. Beyin biyofiziğinin kullandığı yöntemler; görüntüleme yöntemleri, elektrofizyoloji, tek hücre ölçümleri, magnetoensefalografi vb. olarak sıralanabilir. Elektrofizyolojik yöntemler arasında yer alan elektroensefalografi (EEG) beyin fonksiyonları hakkında ayrıntılı bilgi edinilmesini sağlamaktadır. Girişimsel olmaması, ucuz ve zaman çözümlülüğünün çok iyi olması gibi nedenler beyin araştırmacılarının tercih ettiği yöntemler arasında bu yaklaşımın ön sıralarda yer almasına neden olmuştur.

Sunulan tezde, elektrofizyolojik yöntemlerden olay-ilişkili osilasyonlar kullanılmıştır. Buna aracı olarak kullanılan deneysel kurulum "Seyrek Uyarın Paradigması"dır.

Olay-ilişkili osilasyonlar üzerine gerçekleştirilmiş olan araştırmalar; olay-ilişkili osilasyon bileşenlerinin, zamana bağlı

olarak genlikte meydana gelen değişimleri inceleyen olay-ilişkilili potansiyel bileşenlerine göre bilişsel süreçler hakkında daha ayrıntılı bilgi verebildiğini ve üstünlüklerini ortaya koymuştur. Ayrıca bu araştırmalar, beynin elektriksel tepkilerinden dolayı oluşan yanıtların temel analiz biriminin, zamansal yanıtın yapı taşı olan frekans bileşenleri olduğunu göstermiştir (2-8).

Literatürde görsel ve işitsel uyarılar ile ilgili bir çok olay-ilişkilili osilasyon (OİO) ve uyarılma potansiyeli (UP) çalışması bulunmasına karşılık, dokunsal uyarılar ile ilgili yapılan az sayıda çalışmaya rastlanmaktadır (9-17). Kullanılan dokunsal uyarılar genellikle ağırlı uyarılar (laser, elektrik vb.) şeklindedir.

**Bu tezin amacı;** ağrısız dokunsal uyarılara karşı seyrek uyarılar paradigması altında beyinde oluşan salınımsal yanıtları incelemektir. Çalışmanın özgün yanı; ağrısız dokunsal uyarılar kullanılarak seyrek uyarılar paradigma deseninde dört frekans bandının (delta, teta, alfa, beta) aynı anda incelenmesidir. Uzun süreli hedefler ise; bu verilerin patoloji gruplarındaki (beyin damar hastalıkları, görme engelli ve işitme engelli bireyler) çalışmalara temel veri oluşturmasıdır.



## **2. GENEL BİLGİLER**

Sunulan tez çalışmasında, seyrek uyaran paradigması deney deseni kullanılarak basit dokunsal uyaranlara karşı beyinde oluşan salınımsal yanıtlar dört frekans bandında incelenmiştir. Bu bağlamda, kısa olarak dokunsal uyaranların uygulandığı bölgeden beyne iletilme yolları, beyinde ölçüm yöntemleri ve bunlar içinde elektrofizyolojinin yeri ve kullanımı, deneysel düzenekler hakkında bilgi verilecektir.

### **2.1. Somatosensoriyel Duyunun İletim Yolları**

#### *2.1.1. Reseptörler*

Dokunma ve basınç duyuları için deri altında yer alan reseptörler mekanoreseptörlerdir. Bunun dışında; ağrı, aşırı sıcak ve aşırı soğuk gibi zarar verme potansiyeline sahip uyaranlar nosiseptörler tarafından algılanmaktadır. Ayrıca, kemoreseptörler, içinde buldukları ortamın kimyasal içeriğindeki değişimler ile uyarılan reseptörlerdir (18, 19).

Somatosensoriyel sistem sekiz farklı tip reseptör ve serebral korteksteki primer algı alanlarıyla ilişkili olan iki ayrı yolağa sahiptir. Aşağıdaki tabloda sekiz tip reseptör, buldukları bölgeler ve primer duysal fonksiyonları hakkında kısa bilgiler bulunmaktadır (Tablo 1) (18).

**Tablo 1.** Somatosensoryel sisteme ait sekiz tip reseptör, buldukları bölgeler ve primer duysal fonksiyonları

<b>Reseptör Tipi</b>	<b>Bulduğu Bölge(ler)</b>	<b>Duysal Fonksiyon</b>
<b>Dokunma:</b>		
<b>Serbest sinir uçları</b>	Tüm deri, yüzeysel	Ağrı, sıcaklık, gıdıklanma
<b>Meissner cisimciği</b>	Kılsız deri, yüzeysel	Hafif, dinamik dokunma
<b>Merkel diskleri</b>	Tüm deri, yüzeysel	Sabit basınç
<b>Pacini cisimciği</b>	Tüm deri, derin	Basınç, titreşim
<b>Rufini cisimciği</b>	Tüm deri, derin	Deri gerilimi
<b>Derin Duyu:</b>		
<b>Kas içiği</b>	Kaslar	Kas boyu
<b>Golgi tendon aygıtı</b>	Tendonlar	Kas gerilimi
<b>Eklem reseptörleri</b>	Eklemler	Eklem pozisyonu

### 2.1.2. Dokunma

Dokunma, özelleşmiş reseptörlerin bulunduğu alanlardan pacini cisimciği ve Tablo 1’de yer alan diğer reseptörlerle algılanmaktadır. Parmak ve dudakların derinin diğer kısımlarına göre daha hassas olması, bu bölgelerdeki reseptör sayısının fazla olmasından kaynaklanmaktadır (18-20).

Duysal nöronlara yapılan bir mekanik uyarı reseptör potansiyelinde kademeli bir değişikliğe yol açar. Reseptör potansiyeli belli bir minimum değeri aştığında, hücrenin aksonu boyunca ilerleyen bir aksiyon potansiyeli tetiklenir (18-20).

Dokunma reseptörlerinden gelen impulslar A $\beta$  duysal fibrilleri ile merkezi sinir sistemine iletilmektedirler. Bu fibrillerin çapları 5-12  $\mu$ m olup iletim hızları 30-70 m/s’dir. Bazı dokunma impulsları C tipi fibriller ile iletilir (18-20) (Tablo 2).

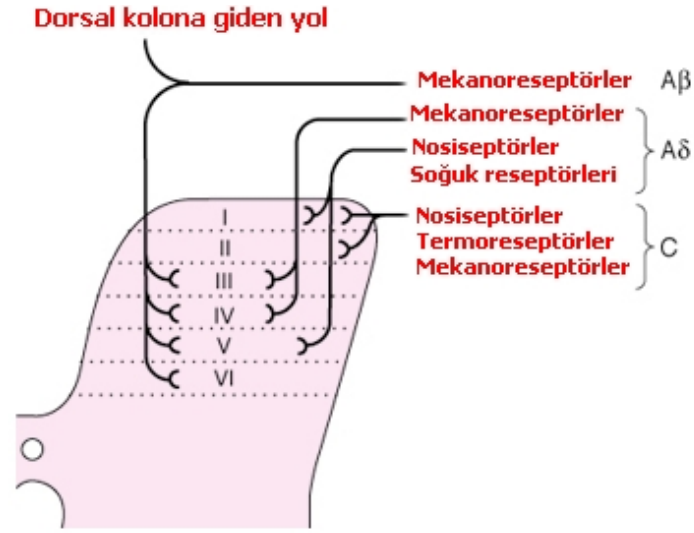
**Tablo 2.** Fibril tipleri, fonksiyonları, çapları, iletim hızları.

<i>Fibril Tipi</i>	<i>Fonksiyon</i>	<i>Fibril Çapı (µm)</i>	<i>İletim Hızı (m/s)</i>	
<b>A</b>	<b>α</b>	Derin duyu, somatik motor	12-20	70-120
	<b>β</b>	Dokunma, Basınç	5-12	30-70
	<b>γ</b>	Kas içciklerine motor ileti	3-6	15-30
	<b>δ</b>	Acı, soğuk, dokunma	2-5	12-30
<b>B</b>		Pregankliyonik, otonomik	<3	3-15
<b>C</b>	Dorsal kök	Acı, sıcaklık, bazı mekanik algılar, refleks cevaplar	0.4-1.2	0.5-2
	Sempatik	Postgangliyonik sempatik	0.3-1.3	0.7-2.3
<b><i>A ve B fibrilleri miyelinli, C fibrili ise miyelinsizdir.</i></b>				

## **2.2. Merkezi Sinir Sisteminde Somatosensoriyel Yolaklar**

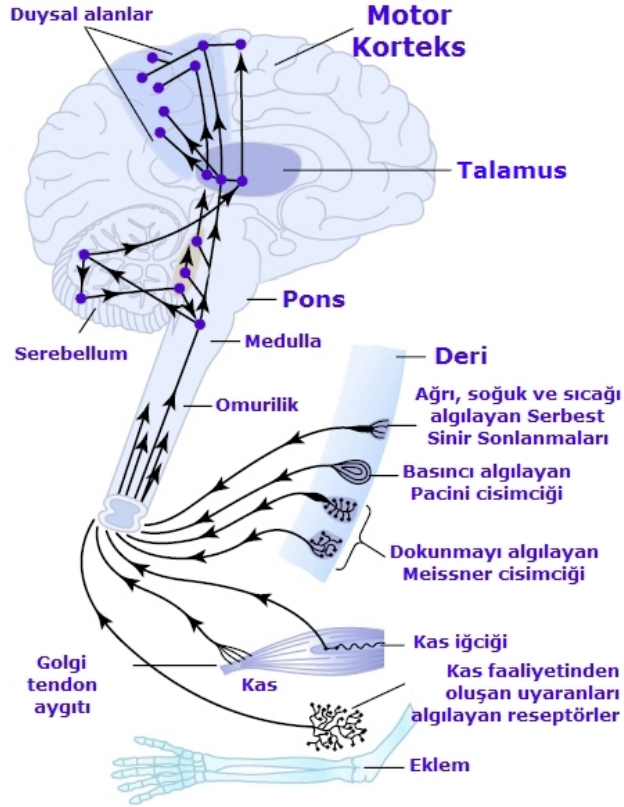
Mekanik uyarılar (dokunma, basınç), sıcak-soğuk, ağrı gibi uyarıların duyu organlarında oluşturduğu impulslar özelleşmiş sinir fibrilleriyle merkezi sinir sistemine (MSS) ulaşmaktadır. Bu özelleşmiş sinir lifleri Tablo 2'de görülmektedir. Mekanoreseptörlerden gelen bilgi modifiye olmuş duysal nöronlar aracılığıyla taşınır (18-20).

Bu primer afferent nöronların hücre gövdeleri dorsal kök gangliyonunda veya eşdeğer kafa çiftindedir. Bu afferentler spinal kanala yada beyin sapına girerler ve burada uyarıları hem kortekse ileten bağlantıları hem de motor nöronlarla polisinyaptik refleks bağlantıları oluştururlar. Dorsal boynuz histolojik olarak altı laminaya ayrılır. I. lamina yüzeysel, VI. lamina derindedir (Şekil 1) (18-20).



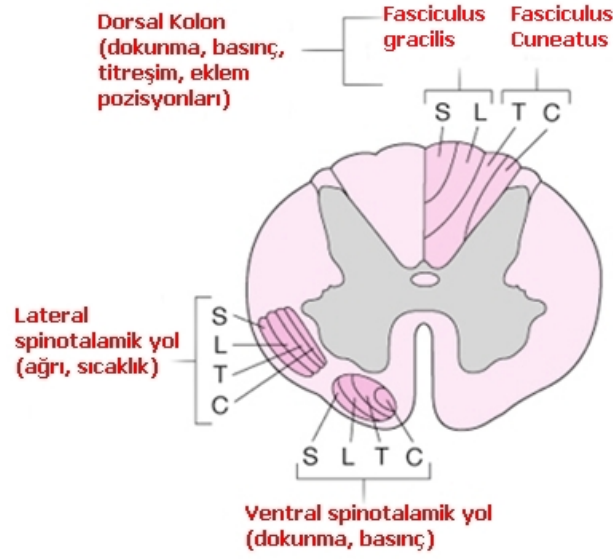
**Şekil 1.** Dorsal kolondaki lamina katmanları ve buralara impuls gönderen reseptörler. Ganong'dan uyarlanmıştır (18).

Kutanöz duyulardan mekanik uyarımlar, iyi miyelinize  $A\alpha$  ve  $A\beta$  afferent fibrilleri ile iletilmektedir. Hassas dokunma ve derin duyulara aracılık eden fibriller dorsal kolondan gracile ve cuneate çekirdek ile sinaps yaptıkları medullaya çıkarlar. Gracile ve cuneate çekirdeğin ikincil lifleri çapraz yaparak medial lemniscus içinde talamusun ventral posterior çekirdeği ve ilişkili özel duyusal röle hücrelerine ulaşırlar (Şekil 2). Bu yukarı uzanan sisteme **dorsal kolon** veya **lemniskal sistem** adı verilmektedir. Diğer dokunsal uyarılardan sıcaklık ve ağrı ise medulla spinalisin anterolateral kısmında taşınırlar ve bu sistem **anterolateral sistem** olarak adlandırılır (18, 19).



**Şekil 2.** Gövdeden gelen dokunma, ağrı ve sıcaklık duyularının iletim yolları şema halinde gösterilmektedir. Guyton ve Hall'dan uyarlanmıştır (20).

Genel olarak dokunma ventral, ağrı ve sıcaklık lateral spinotalamik yolak ile taşınmaktadır ancak bu ayırlamanın keskin sınırlaması yoktur. M. spinaliste, anterolateral yollardan gelen servikal, torasik, lumbal ve sakral kaynaklı uyarılar medialden laterale doğru katmanlı halde iken dorsal kolondaki servikal ve sakral segmentler için de aynı durum söz konusudur (Şekil 3). Lemniskal ve anterolateral sistemden gelen fibriller beyin sapında duylara aracılık eden fibrillere katılırlar. Dokunma ve derin duyular trigeminal sinirin ana duysal ve mezensefalik çekirdeğinde gecikmeye uğrar(18-20).



**Şekil 3.** Medulla spinalisin kesisinde yukarıya uzanan duysal yolların lokasyonları görülmektedir (S: Sakral, L: Lumbar, T: Torasik, C: Servikal) Ganong'dan (18) uyarlanmıştır.

Dorsal kolonun hasarlanması durumunda, titreşim hissi ve derin duyu hissini algılanması zayıflayacak, basınç eşiği yükselecek ve derideki dokunmaya duyarlı olan bölgelerin sayısı azalacaktır. Buna ek olarak dokunma hissini konum bilgisi de bozulacaktır. Spinothalamik yolların kesilmesinin ardından da basınç eşiğinde yükselme ve dokunmaya duyarlı olan bölgelerin sayısının azalması durumuna karşın, konum bilgisi normal olarak kalmaktadır. Lemniskal sistemde taşınan bilgi; dokunsal uyarının ayrıntılı konumu, uzamsal ve zamansal formu ile yakından ilişkilidir. Spinothalamik yollarda taşınan bilgi; konum bilgisi oldukça düşük olan kaba dokunma duyuları ile ilişkilidir (18-20).



Gövde ve sırt bölgesinden gelen duylara ait kortikal alanlar küçük, el ve ağız bölgelerinden gelen duylara ait alanlar ise büyük alanlarla temsil edilmektedir. Korteksteki duyusal alanların periferden gelen noktalara bu kadar hassas olması özel sinir enerjileri doktrininin<sup>1</sup> genel geçerliliğine bir kanıttır. Postsantral girustaki hücreler vertikal kolonda organize olmuştur. Bu kolondaki hücreler ilgili vücut bölgelerinden gelen afferentlerle aktive olur ve tümü aynı duyusal modaliteye cevap verirler (18-20).

Temporal lobu, frontal ve pariyetal loblardan ayıran, silvian fissürün superior duvarında S-II bulunmaktadır. Postsantral girusun inferior ucunda baştan gelen uyarılar, silvian fissürün altında ise ayaklardan gelen uyarılar temsil edilir. Buradaki alanlar postsantral girustaki kadar detaylandırılmamıştır (18-20).

#### **2.4. Beyin Dinamiği ve Ölçülebilirlik**

Beyin sistemsel olarak dinamik işleyen bir yapıya sahiptir. Beynin yapısal özelliklerini ve bu yapının oluşturduğu fonksiyonel süreçleri anlamlandırmak beyni anlamak için atılan adımlardandır. Yapısal olarak hayvan ve insan beyni üzerinde çalışmak mümkün iken karmaşıklaşan bazı bilişsel işlevleri yalnızca insanda incelemek mümkündür. Beyin dinamiğinin ölçümü için birçok yöntem var olsa da literatürdeki çalışmalarda biyokimyasal ve görüntüleme yöntemleri önde gelmektedir. Beyin araştırmalarında çoğu görüntüleme yöntemleri; anatomik ve fonksiyonel beyin yapısının incelenmesinde kullanılmaktadır. Bunlar arasında, Bilgisayarlı Tomografi (BT/CT), Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG/MRI), Fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme (fMRI), Magnetoensefalografi (MEG) vb. gösterilebilir.

Son yıllarda, elektrofizyolojik yöntemler de bazı üstün özellikleri nedeni ile görüntüleme yöntemleri arasında ön sıralarda yer

---

<sup>1</sup> Spesifik nöron enerjileri doktrini: Bir reseptörde uyarılara karşı oluşturulan impulslar bu reseptör aktive olduktan sonra o reseptörün nöral yollarında aktivasyon oluşturur ve o tip uyarı olarak algılanır (18).



almaya başlamıştır. Diğer bazı görüntüleme yöntemleri ile karşılaştırıldığında EEG; beynin fonksiyonları hakkında son derece önemli bilgileri girişimsel olmayan, maliyeti düşük ve zamansal çözünürlüğü iyi olan bir sistem olarak sağlamaktadır.

Elektrofizyolojik yöntemler olarak; spontan elektroensefalografi, uyarılma potansiyelleri (UP, EP-*Evoked potentials*), olay-ilişkili potansiyeller (OİP, ERP-*Event related potentials*), olay-ilişkili osilasyonlar (OİO, ERO-*Event related oscillations*) belirtilebilir (21).

#### *2.4.1. Elektroensefalografi (EEG)*

Beyin herhangi bir uyarandan olmaksızın yani "spontan" olarak kaydedilebilen bir elektriksel aktiviteye sahiptir. Bu elektriksel aktivite ilk kez 1875 yılında İngiliz bilim adamı Caton tarafından gösterilmiştir (22). İnsan dışındaki canlılarda bir çok önemli araştırma yapılmış olsa da ilk kez insan üzerinde EEG'yi ölçebilen kişi Alman bilim adamı Hans Berger 1929 yılında adını bilim tarihine yazdırmıştır (23).

Elektroensefalografik faaliyet ilk gözlemlendiği günden 1980 yıllarına kadar beynin gürültüsü olarak düşünülmüştür. Basit bir galvanometre ile Berger tarafından alfa ve beta frekanslarındaki sinyaller ölçülmüş ve buna ek olarak hastalık (epilepsi) durumunda beyin dalgalarında meydana gelen değişiklikler gösterilmiştir. Beyindeki EEG faaliyetinin, bir gürültü olmadığı ve bilişsel işlevlerle ilişkili olduğu gösterilmiştir. EEG, ilk gözlemlendiği yıllarda başlayan klinikteki önemli yerini bugün de korumaktadır. Klinikte çoğunlukla epilepsinin teşhis ve sağaltımında, uyku bozuklukları ölçümlerinde, beyin damarsal hastalıklarında, komada, beyin ölümünde olduğu gibi, beyinde oluşan pek çok patolojik durumda bize bilgi verir. Elde edilen bilgi miktarı yeni analiz yöntemleri geliştikçe artmıştır. EEG

verisinden yapılan beyin haritalama yöntemleri, koherans, korelasyon analizleri gibi örnekler yeni yöntemlere örnek verilebilir.

#### *2.4.2. Uyarılma Potansiyelleri (UP) ve Olay-İlişkili Potansiyeller (OİP)*

Beynin spontan aktivitesi sırasında, verilen herhangi dış uyarılara karşı oluşan yanıtlara Uyarılma Potansiyeli adı verilir. Çalışmaların amacına göre uyarın tipleri farklılık göstermektedir. Bu uyarılardan bazıları; elektriksel, kimyasal, fizikokimyasal, işitsel, görsel, dokunsal, koku uyarıları gibi uyarın türleridir. Bu uyarılar; basit ve/veya karmaşık olarak uygulanabilir. Uygulanan herhangi bir uyarının ardından beynin spontan aktivitesinde yaklaşık bir saniye süre ile çeşitli değişiklikler meydana gelmektedir. Bu değişikliklerden; bilişsel fonksiyonlar ile bağlantılı olanlarına Olay ilişkili Potansiyeller (OİP) adı verilir ve alınan beyin tepkilerinin içerisinde endojen potansiyeller de bulunmaktadır. Tekniğin ilerlemesi ile Sutton ve ark.ları tarafından 1970'li yıllarda OİP kaydedilmiştir (24). EEG aktivitesinde meydana gelen değişiklikler olarak görülen UP'ler ve OİP'lerin bu temel aktivite içerisinde görülmesi kolay olmamaktadır. Ancak, gelişen teknolojinin de yardımıyla bilgisayarlar ve yazılan bazı programlar desteği ile her bir uyarıdan sonra ortaya çıkan yanıtların ortalamasının alınması sonucu incelenebilmektedir (25).

Olay ilişkili potansiyel kayıtlarında en çok tercih edilen deney deseni literatürde "oddball paradigm" adıyla bilinen, Seyrek Uyarın Paradigması'dır. Bu paradigmada, aynı modalitede özelliği farklı, hedef-olmayan (standart, non-target) ve hedef (target) uyarılar, belli bir düzen içerisinde verilir. Hedef uyarının verilme sırası her zaman değişmektedir. Kayıttaki bireye hedef uyarıya dikkat etmesi söylenerek dikkati bu uyarıya yönlendirilir ve bu uyarıyı akıldan sayması istenir.

OİP deney desenleri arasında literatürde bulunan ve sık olarak kullanılan diğer paradigmlar arasında atlanılan (Omitted) uyarın paradigması, uyumsuzluk negativitesi paradigması (Mismatch Negativity)

ve beklentisel negatif değişim paradigmasıdır. Atlanılan uyarın paradigmasında hedef uyarın deney deseni içerisinde verilmesi gereken yerde verilmez ve atlanır. Uyumsuzluk negativitesi deney deseninde kişinin dikkati hedef "sapmıő" uyarıdan başka bir yöne yönlendirilir. Beklentisel negatif değişim deney deseninde, ilki koőullandırıcı ikincisi buyruksal iki uyarın verilir ve genellikle bu uyarınların modaliteleri birbirinden farklıdır. Buyruksal uyarınla birlikte bireyin mental olarak ya da motor bir görevi yerine getirmesi istenir (26).

#### 2.4.3. OİP bileşenleri

Olay-ilişkili potansiyel kayıtlarında ortaya çıkan zaman eksenindeki dalga formlarıdır. Örnek verecek olursak; **N100**, uyarının gönderilmesinin ardından yaklaşık 100 ms sonra oluşan negatif genliğe sahip bir dalgadır. **N200**, bir ödev (task, görev) altında verilen bir uyarının gönderilmesinin ardından yaklaşık 200-250 ms gecikmeli olarak oluşan ikinci negatif genliğe sahip dalgadır. **P200**, uyarının gönderilmesinin ardından yaklaşık 200 ms sonra oluşan ve N100'ün ardından görülen ilk pozitif genlikli dalgadır. **P300**, uyarının verilmesinin ardından 200-800 ms içinde oluşan ve bilişsel süreçlerle en fazla iliőkilendirilen OİP bileşenidir. Bu örnekleri çoğaltmak olanaklıdır. Ancak, tez kapsamında OİP bileşenleri incelenmemiştir.

#### 2.5. Beyin Araştırmalarında Osilasyonel Yaklaşım

Beynin alıőma őekli konusunda literatürde birçok genel kuram yer almaktadır. Bu kuramlardan birinde, Başar ve ark. 1970 sonrasında (2-5) osilasyonel nöral topluluklar adını verdiği kuramı ile beynin paralel iőleyiőinin temelini, nöral toplulukların sergilediği salınımsal davranıőların oluőturduęunu ileri sürmüőtür. Osilasyonel nöral topluluklar kuramını uzun yıllardan beri farklı bilim adamları ve grupların gerçekleőtirdikleri araştırmalar oluőurmaktadır (2-4).

EEG'de gözlenen beyin osilasyonlarının beyin etkinliğinin temel prensibi olarak gösterildiği ilk yer osilasyonel nöral topluluklar kuramıdır. Söz konusu kuram beyin farklı frekans bantlarında salınımsal etkinlik gösterdiğini belirtir. Bu frekanslar; delta, teta, alfa, beta ve gama olarak isimlendirilir. Beyinde oluşan bu öz salınımlar, beyin doğal tepkileridir. Ayrıca bu osilasyonları spontan EEG üzerinde herhangi bir uyarıcı olmadığı durumlarda da gözlemek mümkündür. Kişiyeye verilen uyarıcının sonrasında bölüme salınımların farklı özelliklerini incelemek olanaklıdır. Beyindeki elektriksel etkinliği tanımlarken salınımların frekansı (oluşma sıklığı) ve söz konusu salınımın, uyarıcının öncesinde ya da sonrasında yer alması önemli olup farklı anlamlar taşımaktadır. Salınımın hangi uyarıcıya karşı beyin hangi alanından elde edildiği de önemlidir.

Potansiyelin değişik frekans aralıklarında oluşan yanıtlarının genlik, latans ve topoğrafyası gibi parametreler, elektriksel potansiyelin zamana bağlı değişimi temel alındığı, zaman-alanındaki çalışmalarda incelenen parametrelerdir. Literatürde frekans alanında yapılan çalışmalarda; temel olanın elektriksel potansiyelin kendisi olmadığı, onun kompleks dalga formunu oluşturan frekans bileşenleri olduğunu belirtmişler ve bu yaklaşımla osilasyonun frekansı, genliği, uyarıcıya göre olan faz açısı, osilasyonun başlama zamanı ve süresi gibi parametreleri incelemişlerdir (3).

#### *2.5.1. Olay İlişkili Osilasyon Yanıtlarının Frekans Bantları*

Olay ilişkili potansiyeller (OİP), beyinden bir uyarıcı modalitesine karşı oluşan karmaşık dalga biçimine sahip tepkiler olarak tanımlanabilir. OİP'nin temelinde aşağıda bazıları belirtilen osilasyonlar (delta, teta, alfa, beta) yatmaktadır(3, 4, 27).

#### 2.5.1.1. Delta Frekans Bandı

Frekansı 0.5 - 4 Hz ve genlikleri 20-400  $\mu$ V aralığında olan dalgadır (28). OİO deneylerinde tüm kafada yaygın şekilde görülen tepkidir. Delta bandı yanıtları, OİP paradigmlarında bireyin ayırt etme görevini yerine getirmesi durumunda elde edilir. Delta salınımı, bilinçli ve bilişsel çaba ile bire bir ilişkilidir ve uyarandan sonra ortaya çıkan P300 ile de elde edilmektedir.

Literatürde delta salınımlarının incelendiği bir çok çalışmaya ulaşılmaktadır. Görsel seyrek uyaran paradigmlarında, hedef uyarana karşı oluşan en yüksek genlikli yanıtlar pariyetal alanda gözlenirken, işitsel seyrek uyaran paradigmlarında hedef uyarana karşı oluşan en yüksek genlikli yanıtlar sentral ve frontal alanlarda gözlenmektedir (3, 4, 29).

Bilişsel işlevleri araştırmak üzere yapılan seyrek uyaran paradigmlarında, kayıt sırasında delta yanıtlarının genliklerinde yükselmeler gözlenmektedir. Bu gözlemler, delta yanıtlarının uyarana ayırt etme ve karar verme ile ilişkili olduğu sonucuna ulaştırmıştır (4).

#### 2.5.1.2. Teta Frekans Bandı

Frekansı 4-8 Hz ve genlikleri 5-100  $\mu$ V aralığında olan bir OİO bileşenidir (28). Teta yanıtları görevin yerine getirilmesi durumunda kaydedilmektedir. Teta yanıtları erken ve geç teta bileşenleri olarak incelenmektedir. Bu bağlamda erken teta, duyuşsal kayıttan kısa süreli bellekte bellek şablonuna uyan uyarana seçilmesi ile ilişkili iken, geç teta karar vermenin gerekliliği olan, görevi yerine getirmek için fazla çaba harcanan durumlarda yani nispeten daha zor kognitif işlevlerde görülmektedir. Erken teta tepkisi N200, geç teta tepkisi ise P300 bileşeni ile ilişkilidir.

Literatürde yapılmış çalışmalardan elde edilen veriler, olay-ilişkili teta osilasyonlarının kognitif süreçler ve kortiko-hippokampal etkileşimler ile yakından ilişkili olduğunu belirtmektedir (4, 30, 31). Seyrek uyaran paradigması kullanılan deney desenlerinde kayıtlanan olay-ilişkili teta osilasyonları, uzamıştır ve/veya hedef uyarandan yaklaşık 300 ms. sonra ikinci bir zaman penceresine sahiptir (32-34).

Olay-ilişkili teta frekansı yanıtları, herhangi bir modalitedeki uyaran verildiğinde o modalite ile direk ilişkili olmayan bölgelerde de gözlenebilir. Örnek olarak primer görsel uyaran altında, işitsel bölgelerde de yanıtlar görülebilir (32).

#### 2.5.1.3. Alfa Frekans Bandı

8-13 Hz frekans aralığında, 2-10  $\mu$ V genlikindedir (28). Uyaran tipine ilişkin duyuşal alanlarda gözlenir. Bilişsel görevlere ve yapılan tepkinin özelliğine bağlı olmaksızın tüm deneysel paradigmlar altında oluşur. Uyarının fiziksel özelliğine bağımlıdır. Uyaran-öncesi bölümünde bir beklenti (hazırlık) ritmi olarak da elde edilebilmektedir (4).

Literatürde alfa frekans bandı ile ilgili bir çok çalışma bulunmaktadır. Alfa frekansı salınımları, insanda ışık uyarana karşı oksipital bölgede gözlenmiştir (35-37). Sürekli EEG kaydı sırasında gözler kapalı durumda gözlenen alfa osilasyonu, gözün açılması ile birlikte yerini alfa blokajına bırakmaktadır (38).

İşitsel uyaran ile yapılan çalışmalarda, işitsel uyarana karşılık zaman-kilitli alfa yanıtları saçlı deri üzerinden elde edilmiştir (39).

Optik nörite sahip Multiple Skleroz hastalarında yapılan çalışmalarda, hastaların görsel uyarılara azalmış alfa yanıtı verdikleri görülmüştür. Bu gözlem, duyuşal alfa işlevini göstermektedir (40,41).

#### 2.5.1.4. Beta Frekans Bandı

15-30 Hz frekans aralığında ve genlikleri 1-5  $\mu$ V dur. Gama osilasyonları ile ilgili yapılan çalışmaların artması ile geride kalan beta osilasyonları ve işlevleri ile ilgili literatürde göreceli olarak sınırlı araştırmalarda: Görsel dikkat (42), duyuşal bellek (43), bilişsel işlevler (44), geri çağırma ve tanıma (45), yüz tanıma (46), duygulanım (emosyon) (47,48) ile ilgili çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalara ek olarak sıklıkla motor hareket (el, bilek, parmak vb. hareketleri) çalışmalarında da beta osilasyonları çalışılmaktadır (49, 50).

### **3. GEREÇ VE YÖNTEMLER**

#### **3.1. Katılımcı Sayısı**

Çalışmaya 24 sağlıklı gönüllü birey katılmıştır. Kayıtlardaki gürültü, bireyin hedef uyarını saymada %10'dan fazla hata yapması ve/veya oturumlarda verilen görevleri yerine getirememesi nedeni ile 6 birey çalışma dışı bırakılmıştır. Analizi yapılan 18 birey (21.39 ± 2.75 yaş; 12 erkek) kayıt yapılan zamana kadar herhangi bir nörolojik, psikiyatrik, kronik hastalık tanısı almamışlardır. Bilişsel işlevleri etkilediği bilinen bir ilaç kullanımı olan ya da uzun süre bu tip ilaçları kullanıp yakın bir zamanda bırakmış olan bireyler çalışma dışında bırakılmıştır. Ön çalışmaları bu tezin temelini oluşturan "Beyin Damar Hastalıklarında Elektrofizyolojik Değişimler" isimli projenin etik kurul izni Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Etik Kurulu'ndan alınmıştır (Ek 1).

#### **3.2. Uyarının Uygulanması ve Özellikleri**

Ön hazırlıklarda, ilk deneysel kurulum orta parmağa iki farklı seviyede basınç verilmesi ve bunlardan hedef olarak tanımlananın sayılması şeklinde hazırlanmıştır. Bu şekilde, beş ön çekim yapılmıştır. Ancak, çekimlere katılan bireylerin denemenin ilerleyen süreçlerinde uyarıların birbirine benzer hal aldığı ve sayılmasının zorlandığı yönünde geri bildirimleri olmuştur. Bu durum, yeni deneysel kurulumun hazırlanmasına ve uyum (adaptasyon) etkilerinin uzaklaştırılması için uyarın dizilimleri (ardarda hedef uyarın göndermeme), uyarınlar arası sürelerin (ISI) (gerçek seçkisiz) daha dikkatli hazırlanmasına dikkati yöneltmiştir. Bu doğrultuda hazırlanan deneysel kurulum aşağıda ayrıntılı olarak açıklanmaktadır.

Somatosensöriyel seyrek uyarın paradigmasında, tek tip basınç uyarını sağ elin işaret ve orta parmaklarına uygulanmıştır (Şekil 5). Parmağa takılan klipsteki hareketli zar (Somatosensory Stimulus



Generator 4-D Neuroimaging) ile ağrısız basınç uyarını bireylere uygulanmıştır (Şekil 6). Zardaki hareketi sağlayan basınç, kanaldan kuru hava ile sabit bir basınç değerinde gönderilmiştir. Bireylere gönderilen toplam uyarın sayısı 120-140'tır. Bu uyarınların yüzde yirmibeşi (%25) hedef uyarın olarak işaret parmağına, yüzde yetmişbeşi (%75) ise hedef-olmayan uyarın olarak orta parmağına gönderilmiştir. Hedef ve hedef-olmayan uyarınların basınç değerleri arasında herhangi bir fark yoktur. Uyarınlar arasındaki süre (ISI) 2.5-4.5 saniye olarak seçkisiz şekilde belirlenmiştir. Bireylerden hedef uyarınları akıldan saymaları istenmiştir.



**Şekil 5.** Bireye basit ağrısız basınç uyarınının gönderildiği klipslerin parmaklara yerleşimi.



**Şekil 6.** Somatosensory Stimulus Generator 4-D Neuroimaging cihazının önden görünüşü.

### 3.3. EEG Kayıtları

Bireye öncelikle EEG kaydı hakkında ön bilgilendirme yapılmıştır. Bu ön bilgilendirmede; kullandığımız kayıt sisteminin kişinin beyinde oluşan elektriksel aktiviteyi keplerimiz sayesinde kayıt bilgisayarına dalgalar halinde ilettiği söylenmiştir. Keplerde yuvarlak disklerin bulunduğu ve bu disklerin kauçuk kaplı olduğu, bunların içerisinde de beyinde oluşan elektriksel potansiyelleri algılayan gümüş/gümüş klorür (Ag/AgCl) elektrotlar bulunduğu hakkında bireye bilgi verilmiştir.

Ayrıca kayıt sırasında kişinin göz hareketlerini iki düzlemde (düşey, yatay) algılamak için elektrookülogram (EOG) kayıtlarında sol gözün üst ve alt kısmına iki elektrot, sağ ve sol gözün kantuslarının dışına da birer elektrot göz çevresine olmak üzere toplam dört Ag/AgCl elektrot yerleştirilmiştir.

EEG kanalları kulak memesine takılan iki elektrot ile referanslanmıştır  $[(A1+A2)/2]$ . İki kulak memesine yerleştirilen iki Ag/AgCl elektrot elektriksel potansiyellerin belirlenmesi için çok önemli bir referans noktasıdır. Kulak memesinin elektriksel potansiyeli "0" (sıfır) kabul edilerek diğer elektrotlardan alınan sinyaller buraya göre referanslanır.

Bireylerin EEG kaydı elektrik ve manyetik alandan yalıtılmış, ses izolasyonuna sahip bir odada gerçekleştirilmiştir (Şekil 7). EEG kayıtları sürekli olarak Neuroscan (Scan 4.3, Neuroscan, Synamps, ABD) ile 64 kanaldan alınmıştır. EEG kayıtlarında kullanılan kepler 64 kanallı (QUIK, Compumedics Neuromedical Supplies) olup saçlı deriden elektriksel potansiyelleri çekmek amacıyla uygun olarak dizayn edilmiştir (Şekil 8). Saçlı deri için özel olarak tasarlanan bu kepler Ag/AgCl elektrotlar içermektedir ve uluslararası 10-10 sistemine göre bireyin kafasına yerleştirilir. (51). Saçlı deriden elektriksel potansiyel sinyallerini daha net şekilde almak için saçlı deri ile kepler elektrotları arasında özel bir jel enjekte edilmektedir (ECI, ElectroGel, ElectroCap International, Inc., ABD). Bu jel empedansı

düşürerek iletkenliği artırmaktadır. Kayıt süresince kep elektrotlarının empedans değerleri yaklaşık olarak 5 k $\Omega$  civarında tutulmuştur.



**Şekil 7.** İzole odada kayıt sırasında bireyin fotoğrafı



**Şekil 8.** Saçlı deriden kayıt almak için özel olarak tasarlanan 64 kanallı Quik kep

Kep üzerindeki elektrotların yerleşimleri harf ve rakamlarla belirtilir. Yerleştikleri bölgeler için kullanılan harfler; frontal (F), santral (C), temporal (T), pariyetal (P), oksipital (O) şeklindedir. Söz konusu harflerin alt indisleri olarak kullanılan tek rakamlar beynin sol yarı küresindeki bölgeleri, çift rakamlar sağ yarı küresindeki bölgeleri ve "z" harfi olanlar orta hattaki bölgeleri belirtir. Göz ve kulak referans elektrotlarında ise EEG pastası (Elefix, EEG Paste z-401CE, Japan) kullanılmıştır (şekil 9).



**Şekil 9.** EEG kaydı sırasında kullanılan malzemeler. Resimdeki geçiş sırasıyla soldan sağa; EEG pastası, abrazyv jel, EEG jeli, pamuk, flaster, küt uçlu enjektör.

Sürekli EEG kaydı 1 kHz'lik örnekleme frekansı ile kaydedilmiştir. Kaydedilen EEG kayıtları üzerinde kayıt sonrası analiz işlemleri yapılmıştır. Bu işlemler sırasında uyaran öncesindeki bir saniyelik bölümü ve uyaran sonrasındaki bir saniyelik bölümü içine alan süpürümler (sweep, epoch) oluşturulmuştur. Bu süpürümlerde EOG elektrot kanallarında  $\pm 50\mu\text{V}$  değerinden büyük genlik gözlenenler ile gürültü içerenler ayıklanmıştır. Her birey için elde edilen dosyalar zaman eksenini temel alınarak düzeltilmiş (baseline corrected) ve 0.5 - 48 Hz sınır değerlerine sahip dijital bant geçiren filtre ile filtrelenmiştir.

(12 dB/oct ve sıfır faz kayması, Neuroscan 4.3). Filtreleme işleminin sonrasında her birey için ortalama (averaj) dosyası oluşturulmuştur. Oluşturulan dosyalar 18 birey için toplu bir averaj dosyasına dönüştürülmüş ve şekiller için kullanılmıştır.

### **3.4. Katılımcılara Uygulanan Form ve Ölçekler**

Katılımcılardan bazı gerekli bilgilerin alınması amacıyla formlar ve katılımcıların genel ruh sağlığı durumlarının değerlendirilmesi amacıyla bazı ölçekler uygulanmıştır. Bunlar: Edinburgh el tercihi anketi (Ek-2.1), katılımcı bilgi formu, kayıt bilgi formu (Ek-2.2), durumluk anksiyete değerlendirme ölçeği (STAI-TX1;Ek-2.3), psikolojik belirti tarama testi (SCL-90R; Ek-2.4) ve kısa semptom envanteri (Ek-2.5), gönüllü aydınlatılmış onam formudur.

**Aydınlatılmış Onam Formu:** Her koşulda ölçüme alınacak bireye proje ve ölçüm hakkında gerekli bilgilendirmelerin yapıldığı ve bireylerin izninin alındığı projeye özgü hazırlanmış onam formu doldurulup imzalatılmıştır.

**Kayıt Bilgi Formu:** Denemeyi yürüten operatörün paradigma ayarlarını, denemedeki soru/sorun/durumları not ettiği formdur.

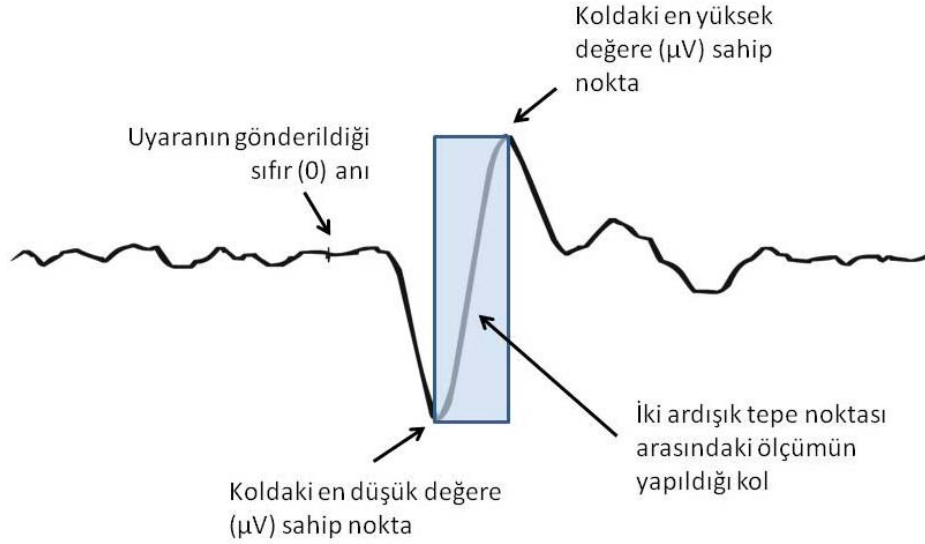
**Edinburgh el tercihi anketi:** Bireylerin el tercihlerinin belirlenmesinde kullanılan bir testtir.

**SCL-90R:** Görünüşte "normal" kişilerdeki belirti düzeyini bulma, belirti düzeylerindeki değişimleri değerlendirme, klinik yorumlamalara yardımcı olma ve psikiyatrik hastaları psikopatolojik tanı gruplarına yerleştirmede kolaylık sağlama amacıyla kullanılan bir ölçektir (52).

**STAI TX-1:** Stres düzeyi ölçeğidir. Durumluk kaygıyı ölçer. Tehlikeli koşulların oluşturduğu, genellikle her bireyin yaşadığı geçici duruma bağlı kaygıları ölçmek için kullanılır (52).

Kısa Semptom Envanteri: Ergenler ve yetişkinlere uygulanarak, genel psikopatolojik değerlendirme yapma ve psikolojik belirtileri tarama amacıyla kullanılan, 53 maddeden oluşan, likert tipi kendini değerlendirme (selfü-report) ölçeğidir. Ölçekten alınan toplam puanların yüksekliği, bireyin semptomlarının sıklığını gösterir (52).

Bu tezde 64 kanaldan 14'ü (FZ, F3, F4, CZ, C3, C4, T7, T8, P3, P4, P7, P8, O1 ve O2) dört frekans bandında (delta: 0.5 - 3.5 Hz, teta: 4 - 7 Hz; alfa: 8 - 13 Hz; beta: 15 - 30 Hz) analiz edilmiştir. Analizlerde 0-1000 ms arasındaki en büyük genlikli yanıtın  $\mu\text{V}$  cinsinden ölçüm değeri kullanılmıştır (Şekil 10).



**Şekil 10.** Uyarı sonrasındaki 1000 ms'lik bölümde en büyük genlikli yanıtın  $\mu\text{V}$  cinsinden ölçülmesinde kullanılan noktalar.

### 3.5. İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analiz sırasında SPSS 11.0.1 (Statistical Package for Social Sciences, Inc., ABD) kullanılmıştır (53). Tekrarlayan ölçümlerde ANOVA analizi ile gruplar arası faktör **uyaran** (hedef, hedef-olmayan) ve grup içi faktör **lokalisasyon** (FZ, F3, F4, CZ, C3, C4, T7, T8, P3, P4, P7, P8, O1 ve O2) belirlenerek tüm frekanslarda

incelenmiştir. Greenhouse-Geisser düzeltmeli 'p' değerleri kullanılmıştır.

İleri analizlerde hedef ve hedef-olmayan uyarın arası farkları incelerken, iki değişken olması nedeniyle "bağımlı gruplarda t testi" kullanılmıştır.

Analizlerde, karışıklığı önlemek ve tezde asıl vurgulanmak istenen bilginin beyinde ön-arka ve iki yarı küre farklarını göstermek olduğu için bazı ölçüm bölgeleri ikili gruplar halinde karşılaştırılmıştır. Beyinde hedef uyarana karşı ortaya çıkan yanıtların ön-arka farklarını ölçmek amacıyla; F3-P7, F3-O1, F4-P8, F4-O2, C3-O1, C4-O2 seçilmiştir. İki yarı küreyi kıyaslamak amacıyla; F3-F4, C3-C4, T7-T8, P3-P4, P7-P8 ve O1-O2 seçilmiştir. Bu ölçüm bölgelerinin karşılaştırılmasında da "bağımlı gruplarda t testi" kullanılmıştır.

#### **4. BULGULAR**

Yapılan tez çalışması kapsamında SEP (uyarılma potansiyelleri) ve SERP (olay-ilişkili potansiyeller) verileri elde edilmiştir. Bulgularda SEP sonuçları kafa üzerinde sinyallerin gösterimi şeklinde sunulmuştur ve tezin öncelikli konusu olmaması nedeniyle istatistiksel incelemesi bulunmamaktadır. SERP verilerinin sonuçları; hem kafa üzerinde hedef ve hedef-olmayan uyarıların ortalama yanıtları şeklinde hem de ölçüm bölgelerinde iki uyarı arasında farkların ve hedef uyarının ölçüm bölgelerindeki dağılımının istatistiksel incelemesi şeklinde sunulmuştur.

SEP'e karşı oluşan yanıtlar delta, teta, alfa, beta frekans bandlarında incelendiğinde yanıtların en büyük genlikli olarak santral bölgede ve bunu takiben frontal ve pariyetal bölgelerde olduğu görülmektedir (Şekil 11-14). Ancak, istatistiksel olarak incelemesi yapılmamıştır. Aşağıda ayrıntılı olarak SERP sonuçları yer almaktadır.

##### **4.1. Hedef/Hedef Olmayan Uyarana Karşı Oluşan Yanıtların Farkları**

Yapılan çalışmada delta, teta, alfa, beta frekans aralığında hedef ve hedef-olmayan uyarılara karşı elde edilen osilasyonel yanıtlar ile 0.5-30 Hz frekans aralığında elde edilen yanıtlar aşağıda sunulmaktadır (Şekil 15-19). Osilasyonel yanıtların  $\mu\text{V}$  cinsinden genlik değerleri aşağıdaki tabloda yer almaktadır (Tablo 3 ve Tablo 4). Dört temel frekans aralığında ölçülen en büyük genlikli hedef ve hedef-olmayan uyarılara karşı olan yanıtların birbiri ile karşılaştırılması sonucu farklar incelenmiş olup aşağıda elde edilen bulgular belirtilmiştir.



**Tablo 3.** Hedef uyarana karşı oluşan yanıtların ortalaması

<b>FREKANS</b> <b>ELEKTROT</b>	<b>DELTA</b> ( $\mu\text{V}$ )	<b>TETA</b> ( $\mu\text{V}$ )	<b>ALFA</b> ( $\mu\text{V}$ )	<b>BETA</b> ( $\mu\text{V}$ )
<b>FZ</b>	7.82 $\pm$ 3.08	5.09 $\pm$ 2.97	4.07 $\pm$ 2.28	2.81 $\pm$ 1.29
<b>F3</b>	6.97 $\pm$ 2.78	3.96 $\pm$ 1.72	3.17 $\pm$ 1.14	2.31 $\pm$ 0.7
<b>F4</b>	5.82 $\pm$ 2.22	4.08 $\pm$ 1.85	3.15 $\pm$ 1.42	2.35 $\pm$ 0.8
<b>CZ</b>	10.25 $\pm$ 4.49	6.39 $\pm$ 3.58	4.97 $\pm$ 2.7	3.21 $\pm$ 1.38
<b>C3</b>	9.41 $\pm$ 4.36	4.65 $\pm$ 1.96	3.35 $\pm$ 1.44	2.49 $\pm$ 0.77
<b>C4</b>	8.04 $\pm$ 3.53	5.03 $\pm$ 2.31	3.74 $\pm$ 1.82	2.88 $\pm$ 1.04
<b>T7</b>	6.67 $\pm$ 3.16	3.15 $\pm$ 1.25	2.48 $\pm$ 0.72	2.03 $\pm$ 0.59
<b>T8</b>	5.19 $\pm$ 2.30	2.92 $\pm$ 1.41	2.31 $\pm$ 1.06	1.82 $\pm$ 0.71
<b>P3</b>	7.06 $\pm$ 3.61	3.93 $\pm$ 2.24	3.58 $\pm$ 2.54	2.76 $\pm$ 1.96
<b>P4</b>	7.52 $\pm$ 4.00	3.75 $\pm$ 1.64	3.75 $\pm$ 1.88	2.86 $\pm$ 1.52
<b>P7</b>	5.33 $\pm$ 2.61	2.83 $\pm$ 1.26	2.31 $\pm$ 0.94	2.24 $\pm$ 1.32
<b>P8</b>	5.07 $\pm$ 2.58	2.84 $\pm$ 1.51	2.37 $\pm$ 1.15	1.98 $\pm$ 0.85
<b>O1</b>	4.06 $\pm$ 2.48	2.35 $\pm$ 1.31	2.38 $\pm$ 1.59	2.15 $\pm$ 1.2
<b>O2</b>	3.88 $\pm$ 2.05	2.41 $\pm$ 1.25	2.40 $\pm$ 1.34	2.34 $\pm$ 1.11

**Tablo 4.** Hedef-olmayan uyarana karşı oluşan yanıtların ortalaması

<b>FREKANS</b> <b>ELEKTROT</b>	<b>DELTA</b> ( $\mu\text{V}$ )	<b>TETA</b> ( $\mu\text{V}$ )	<b>ALFA</b> ( $\mu\text{V}$ )	<b>BETA</b> ( $\mu\text{V}$ )
<b>FZ</b>	5.65 $\pm$ 1.89	4.48 $\pm$ 1.83	4.00 $\pm$ 1.81	2.89 $\pm$ 1.16
<b>F3</b>	5.07 $\pm$ 1.81	3.72 $\pm$ 1.37	3.44 $\pm$ 1.44	2.58 $\pm$ 0.89
<b>F4</b>	4.56 $\pm$ 1.85	3.77 $\pm$ 1.68	3.41 $\pm$ 1.82	2.60 $\pm$ 1.2
<b>CZ</b>	7.61 $\pm$ 2.30	5.49 $\pm$ 2.25	4.50 $\pm$ 1.79	2.92 $\pm$ 0.93
<b>C3</b>	6.81 $\pm$ 2.23	4.51 $\pm$ 1.71	3.61 $\pm$ 1.34	2.49 $\pm$ 0.92
<b>C4</b>	6.34 $\pm$ 2.32	4.67 $\pm$ 2.34	4.15 $\pm$ 2.31	2.96 $\pm$ 1.42
<b>T7</b>	5.13 $\pm$ 1.56	3.07 $\pm$ 0.92	2.71 $\pm$ 0.88	1.96 $\pm$ 0.82
<b>T8</b>	4.37 $\pm$ 1.50	3.07 $\pm$ 1.24	2.67 $\pm$ 1.08	1.88 $\pm$ 0.75
<b>P3</b>	4.86 $\pm$ 1.76	3.29 $\pm$ 0.92	3.00 $\pm$ 0.93	2.27 $\pm$ 0.78
<b>P4</b>	3.82 $\pm$ 1.53	3.09 $\pm$ 1.01	3.11 $\pm$ 1.05	2.30 $\pm$ 0.78
<b>P7</b>	3.84 $\pm$ 1.77	2.36 $\pm$ 0.79	2.22 $\pm$ 0.88	2.03 $\pm$ 1.24
<b>P8</b>	3.38 $\pm$ 1.47	2.35 $\pm$ 1.10	2.28 $\pm$ 0.98	1.89 $\pm$ 0.82
<b>O1</b>	3.61 $\pm$ 1.92	2.30 $\pm$ 0.72	2.24 $\pm$ 0.71	1.98 $\pm$ 0.9
<b>O2</b>	2.68 $\pm$ 1.27	2.09 $\pm$ 0.87	2.09 $\pm$ 0.78	1.93 $\pm$ 0.71

#### 4.1.1. Delta (0.5-3.5 Hz) Yanıtları

Delta frekans aralığında (0.5-3.5 Hz) tekrarlayan ölçümlerde ANOVA testinden elde edilen bulgulara göre; kortekste yaygın olarak hedef uyarana karşı oluşan yanıtların genlikleri hedef-olmayan uyarana karşı oluşan yanıtların genliklerinden daha büyük olarak bulunmuştur ( $F(1,15)=13.5$ ,  $p<0.01$ ).

İleri analizlerde, iki uyarın arasında istatistiksel olarak anlamlı fark belirlenen ölçüm alanları ayrıntılı olarak incelendiğinde; hedef uyarana karşı oluşan delta yanıtları hedef-olmayan uyarana karşı oluşan delta yanıtlarından Fz'de %36,1 ( $p<0.001$ ), F3'de %42,1 ( $p<0.01$ ), F4'de %27,3 ( $p<0.05$ ), Cz'de %35,8 ( $p<0.01$ ), C3'de %37,7 ( $p<0.01$ ), T7'de %32,0 ( $p<0.05$ ), P3'de %49,9 ( $p<0.05$ ), P4'de %111,3 ( $p<0.001$ ), P7'de %39,5 ( $p<0.01$ ), P8'de %43,3 ( $p<0.01$ ), O2'de %25,5 ( $p<$

0.05) daha büyük genliğe sahip olarak bulunmuştur (Tez Projesi Yayını 1 - TPY 1).

#### 4.1.2. Teta (4-7 Hz) Yanıtları

Hem hedef uyarana hem de hedef-olmayan uyarana karşı oluşan teta yanıtları tüm kortekse yayılmış olarak gözlenmiştir. Yapılan tekrarlayan ölçümlerde ANOVA analizlerinde hedef ve hedef-olmayan uyarın arasındaki farklar anlamlı olarak bulunmamıştır.

Ancak buna rağmen ileri analizlerde kullanılan ikili karşılaştırmalar ile analiz yaptığımızda hedef uyarın yanıtları P4'de %17,6 ( $p < 0.05$ ), P7'de %16,6 ( $p < 0.05$ ), P8'de %17,3 ( $p < 0.05$ ) hedef-olmayan uyarın yanıtlarından büyük olarak görülmektedir.

#### 4.1.3. Alfa (8-13 Hz) Yanıtları

Hedef ve hedef olmayan uyarılara karşı alfa yanıtları kafada ön bölgelerde daha yüksek genlikli gözlenmektedir. Yapılan analizlerde her ölçüm bölgesinde iki uyarının benzer yanıtlar gösterdiği bulunmuştur. Yapılan tekrarlayan ölçümlerde ANOVA testi sonuçlarında anlamlı fark görülmemiştir.

#### 4.1.4. Beta (15-30 Hz) Yanıtları

Beta frekans aralığında yapılan incelemede kortekste yaygın olarak her iki uyarana karşı ısrarlı yanıtlar elde edilmiştir. Yapılan istatistiksel incelemede (tekrarlayan ölçümlerde ANOVA) iki uyarın arasında fark bulunmamıştır. Buna rağmen yapılan ileri analizlerde (ikili kıyaslamada) P4 ölçüm bölgesinde hedef uyarın hedef-olmayan uyarından %24 ( $p < 0.05$ ), O2 de ise %21 ( $p < 0.05$ ) büyük olarak bulunmuştur.

## 4.2. Hedef Uyarana Karşı Oluşan Yanıtların Kafa Üzerindeki Dağılımı (Topoloji)

Uyaran yanıtlarının kortekste dağılımı uyaranların etkilediği beyin bölgelerinin tespiti açısından önem taşımaktadır. Aşağıda dört frekans aralığında, hedef uyarana karşı 14 ölçüm bölgesinin yanıtlarının birbirinden farkları incelenmiş olup tekrarlayan ölçümlerde ANOVA sonuçları sunulmuştur.

Karışıklığı önlemek -ve tezde asıl vurgulanmak istenen bilginin beyinde ön-arka ve iki yarı küre farklarını göstermek olduğu- için bazı ölçüm bölgeleri ikili gruplar halinde karşılaştırılmıştır. Ön-arka farklarını ölçmek amacıyla; F3-P7, F3-O1, F4-P8, F4-O2, C3-O1, C4-O2 seçilmiştir. İki yarı küreyi kıyaslamak amacıyla; F3-F4, C3-C4, T7-T8, P3-P4, P7-P8 ve O1-O2 seçilmiştir. Analiz sonuçları her frekans aralığı için aşağıda sunulmaktadır.

### 4.2.1. Delta (0.5-3.5 Hz) Yanıtları

Tekrarlayan ölçümlerde ANOVA analizlerinde elektrot konumlarının etkisi incelendiğinde topolojik dağılım açısından oluşan fark anlamlıdır ( $F(13,72)=22.79$   $p<0.001$ ).

Yapılan ileri analizlerde, ön-arka farkları incelediğimizde frontal bölge yanıtları oksipital ve pariyetal bölge yanıtlarından, sentral bölge yanıtları oksipital bölge yanıtlarından büyük olarak bulunmuştur (F3-O1,  $p<0.01$ ; F4-O2,  $p<0.01$ ; F3-P7,  $p<0.05$ ; C3-O1,  $p<0.001$ ; C4-O2,  $p<0.001$ ). Sağ-sol yarı küre karşılaştırmasında ise sol frontal bölge yanıtları sağ frontal bölge yanıtlarından, sol sentral bölge yanıtları sağ sentral bölge yanıtlarından, sol temporal bölge yanıtları sağ temporal bölge yanıtlarından anlamlı olarak büyük bulunmuştur (F3-F4;  $p<0.05$ , C3-C4;  $p<0.01$ , T7-T8;  $p<0.05$ ).

#### 4.2.2. Teta (4-7 Hz) Yanıtları

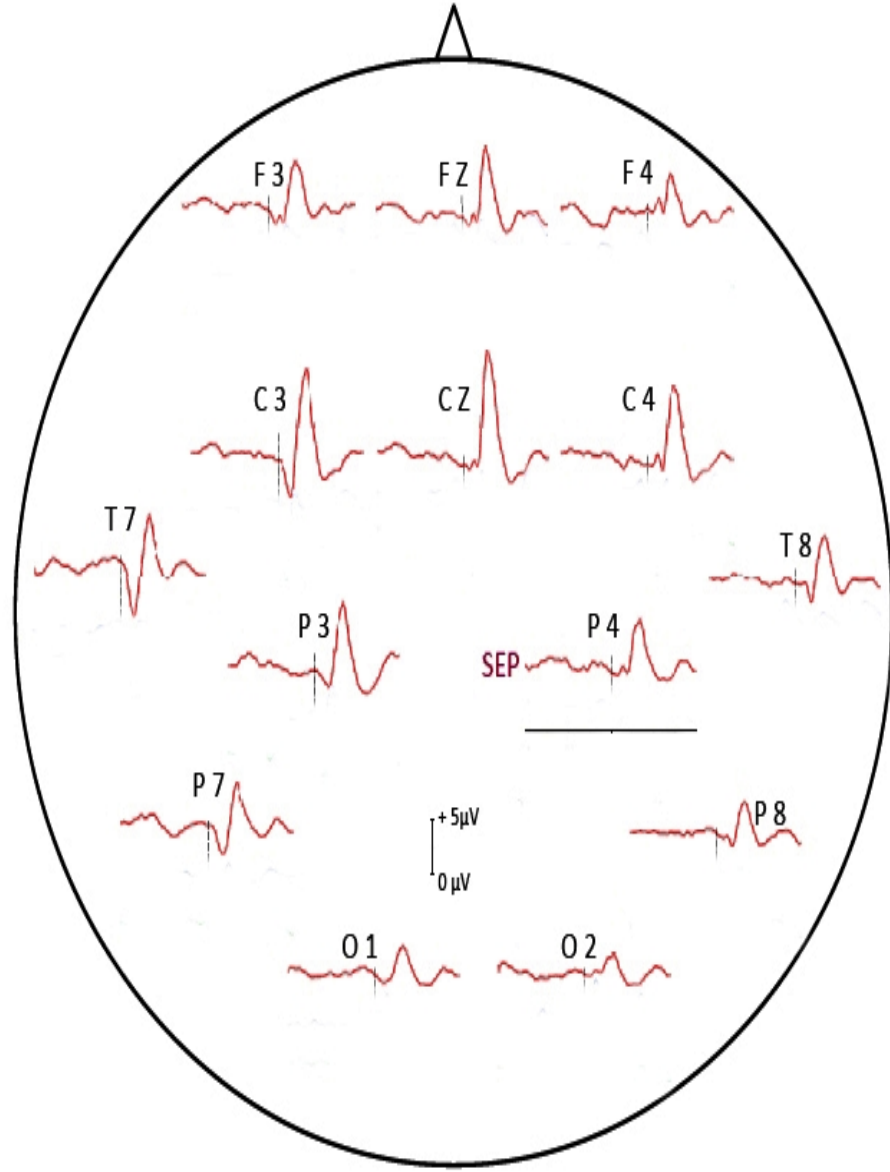
Tekrarlayan ölçümlerde ANOVA analizlerinde elektrot konumlarının etkisi incelendiğinde topolojik dağılım açısından oluşan fark anlamlıdır ( $F(2.3,35)=16.8$ ,  $p<0.001$ ). Yapılan ileri analizlerde, ön-arka farkları incelediğimizde frontal bölge yanıtları oksipital ve pariyetal bölge yanıtlarından, sentral bölge yanıtları oksipital bölge yanıtlarından büyük olarak bulunmuştur ( $F3-O1$ ,  $p<0.001$ ;  $F4-O2$ ,  $p<0.01$ ;  $F3-P7$ ,  $p<0.05$ ;  $F4-P8$ ,  $p<0.01$ ;  $C3-O1$ ,  $p<0.001$ ;  $C4-O2$ ,  $p<0.001$ ). Sağ-sol yarı küre karşılaştırmasında herhangi anlamlı bir fark bulunmamıştır.

#### 4.2.3. Alfa (8-13 Hz) Yanıtları

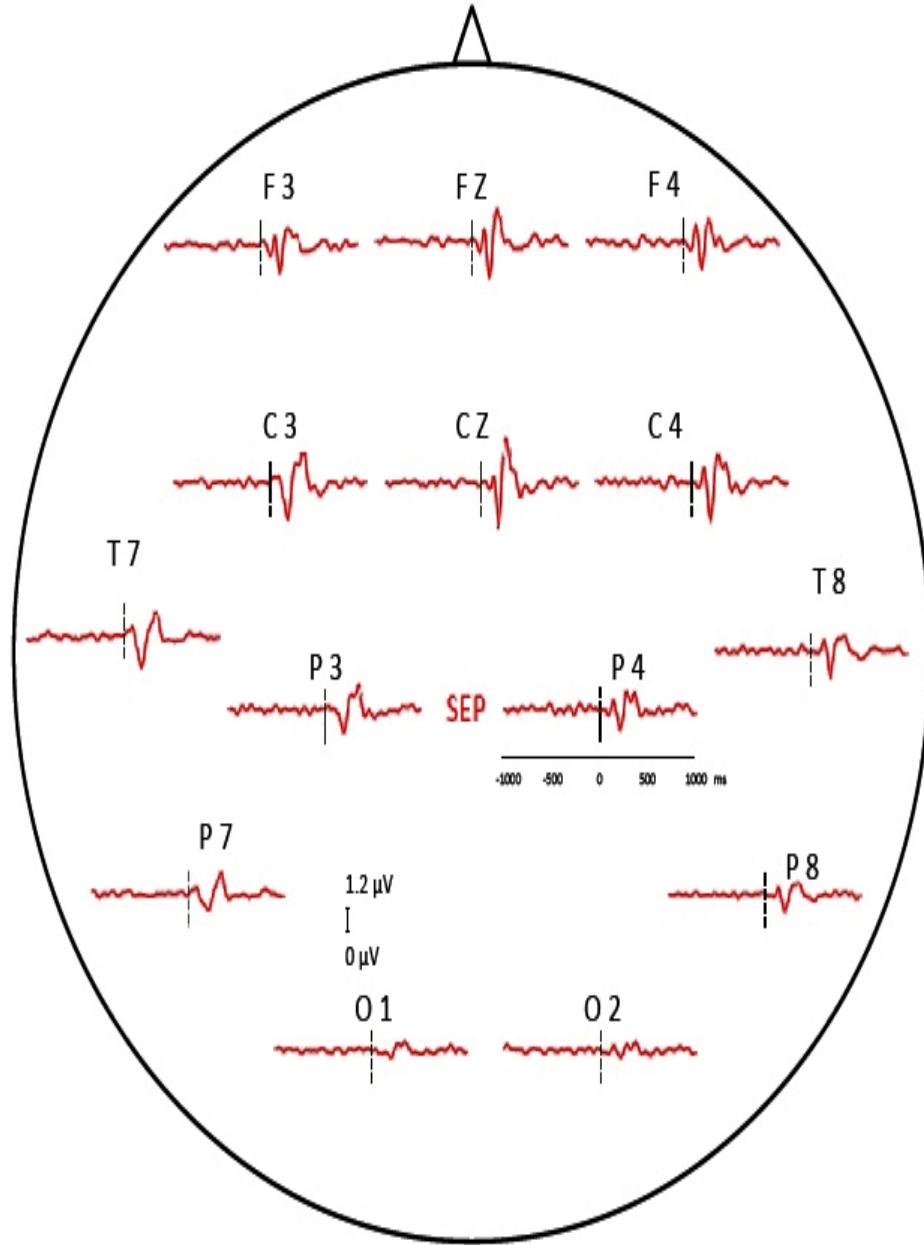
Tekrarlayan ölçümlerde ANOVA analizlerinde elektrot konumlarının etkisi incelendiğinde topolojik dağılım açısından oluşan fark anlamlıdır ( $F(2.9,44.1)=10.2$ ,  $p<0.001$ ). Yapılan ileri analizlerde, ön-arka farkları incelediğimizde frontal bölge yanıtları pariyetal bölge yanıtlarından, sentral bölge yanıtları oksipital bölge yanıtlarından büyük olarak bulunmuştur ( $F3-P7$ ,  $p<0.05$ ;  $F4-P8$ ,  $p<0.05$ ;  $C3-O1$ ,  $p<0.05$ ;  $C4-O2$ ,  $p<0.05$ ). Sağ-sol yarı küre karşılaştırmasında herhangi anlamlı bir fark bulunmamıştır.

#### 4.2.4. Beta (15-30 Hz) Yanıtları

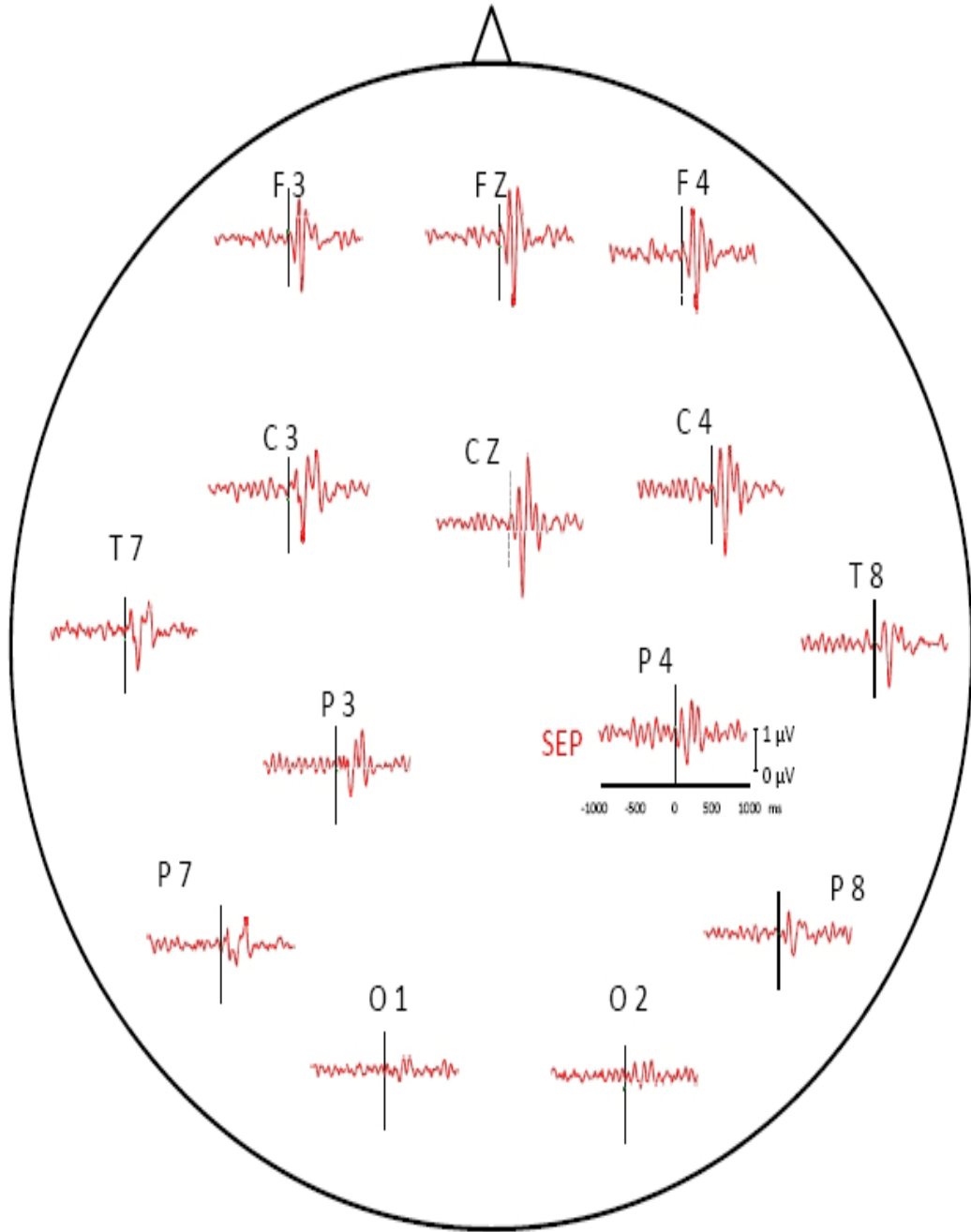
Tekrarlayan ölçümlerde ANOVA analizlerinde hedef uyaranlara beta yanıtlarında elektrot etkisi incelendiğinde topolojik dağılım açısından oluşan fark anlamlıdır ( $F(3.69,55.3)=5.29$ ,  $p<0.01$ ). Yapılan ileri analizlerde, ön-arka farkları incelediğimizde F4 ölçüm bölgesindeki yanıtlar P8 ölçüm bölgesindeki yanıtlardan büyük bulunmuştur ( $F4-P8$ ;  $p<0.05$ ). Sağ-sol yarı küre karşılaştırmasında herhangi anlamlı bir fark bulunmamıştır.



**Şekil 11.** Delta (0.5-3.5 Hz) frekans bandında filtrelenmiş dokunsal uyarılma potansiyellerinin 14 kişilik grubun ortalamasının kafa üzerindeki gösterimi.

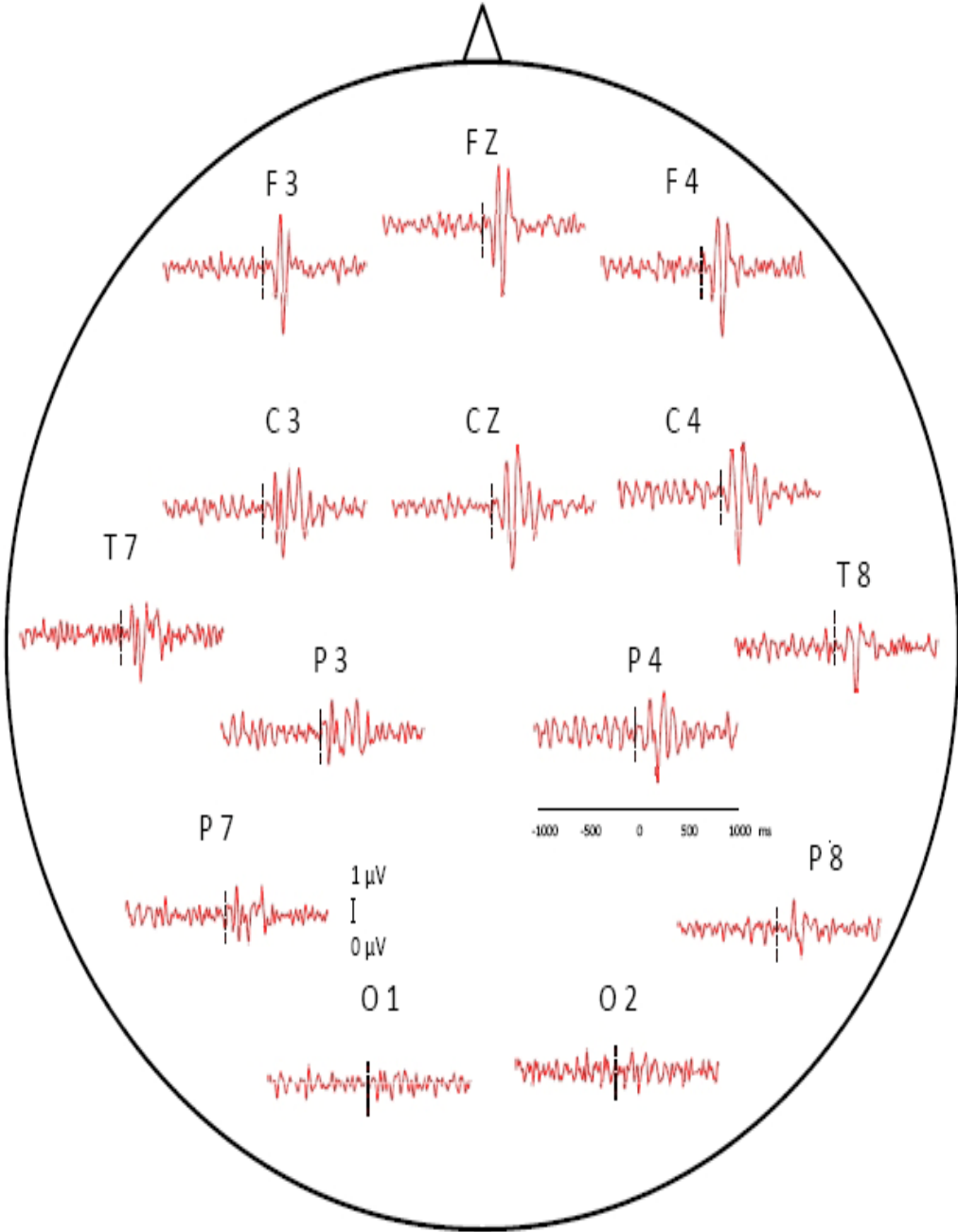


**Şekil 12.** Teta (4-7 Hz) frekans bandında filtrelenmiş dokunsal uyarılma potansiyellerinin 14 kişilik grubun ortalamasının kafa üzerindeki gösterimi.

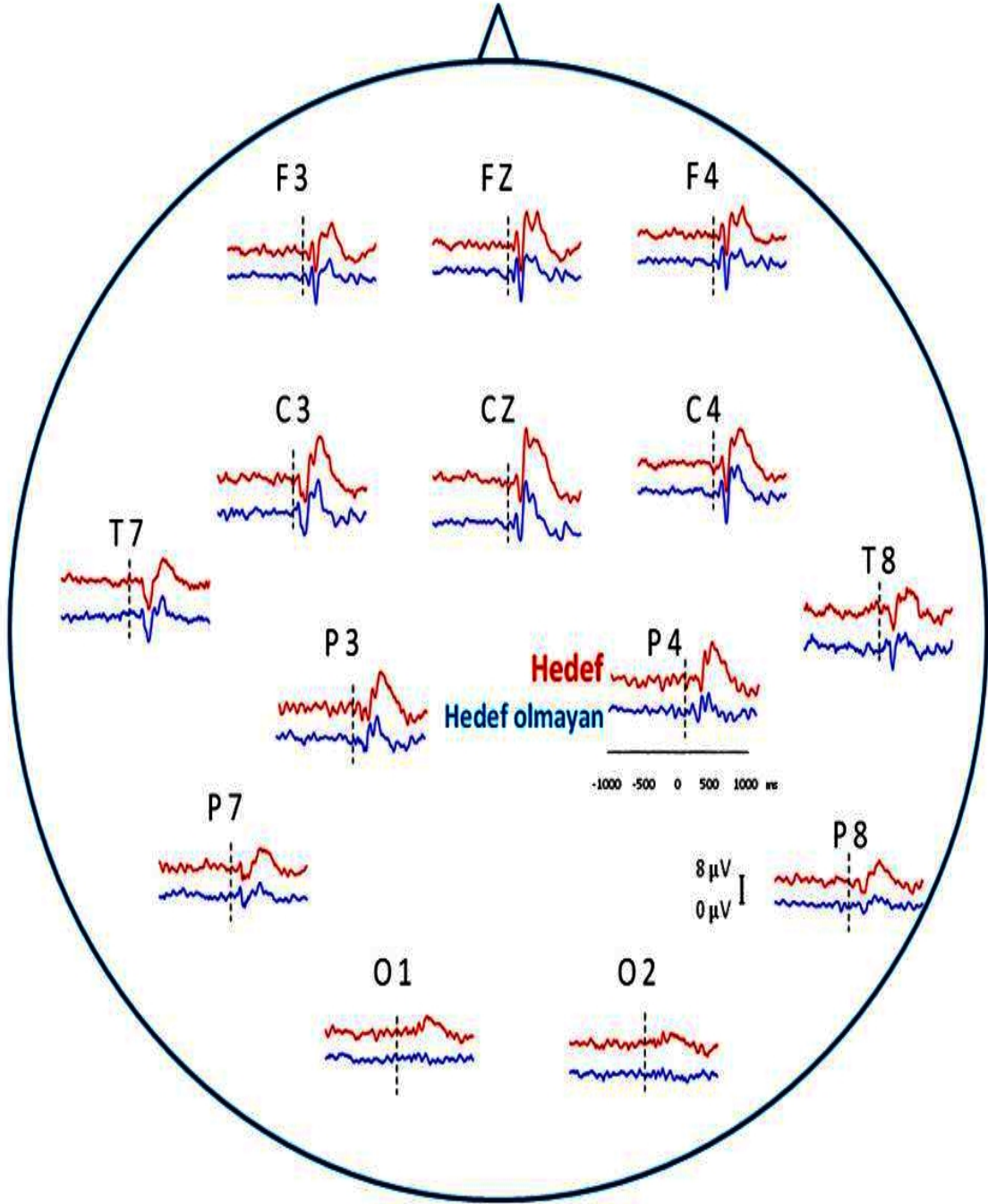


**Şekil 13.** Alfa (8-13 Hz) frekans bandında filtrelenmiş dokunsal uyarılma potansiyellerinin 14 kişilik grubun ortalamasının kafa üzerindeki gösterimi.

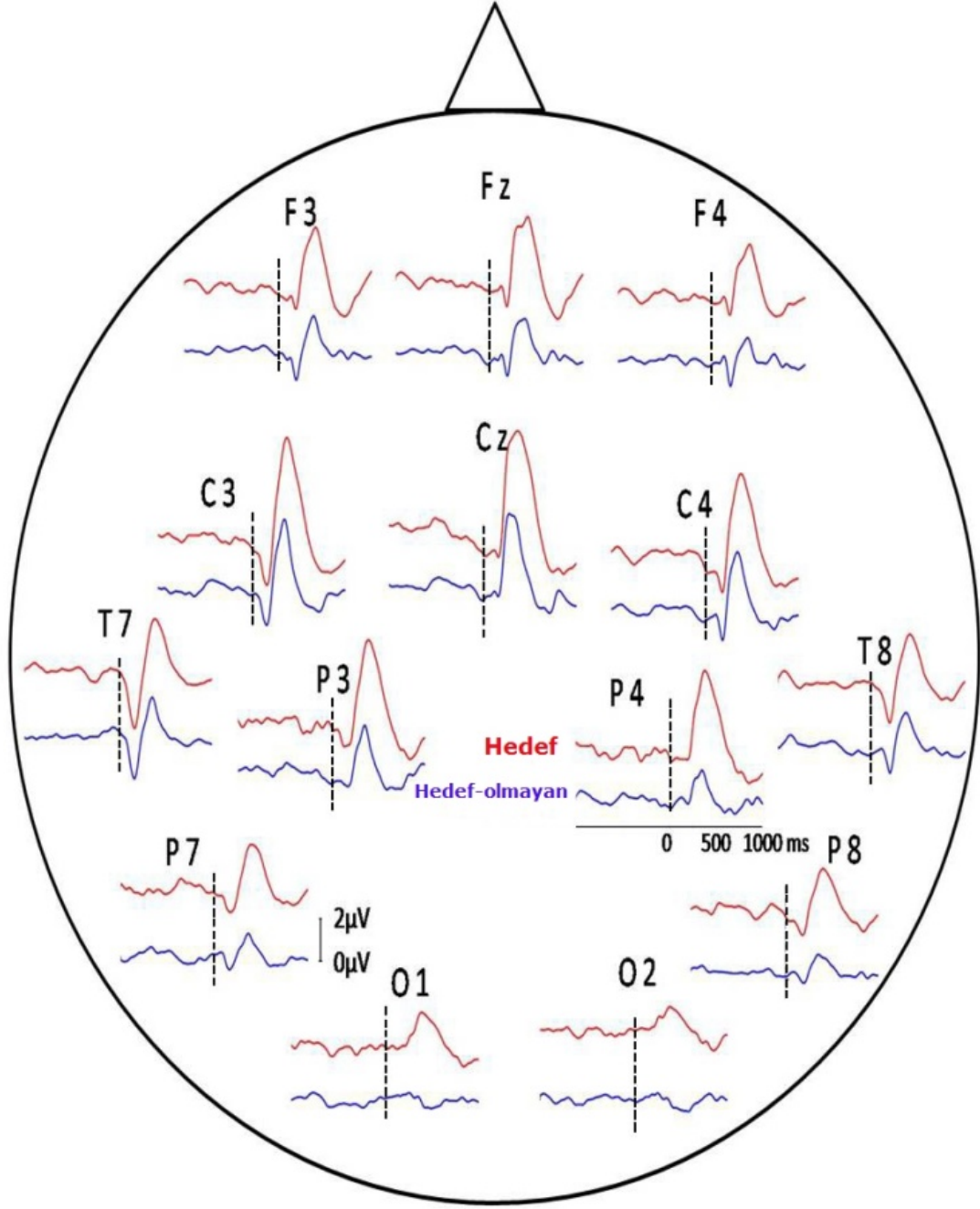




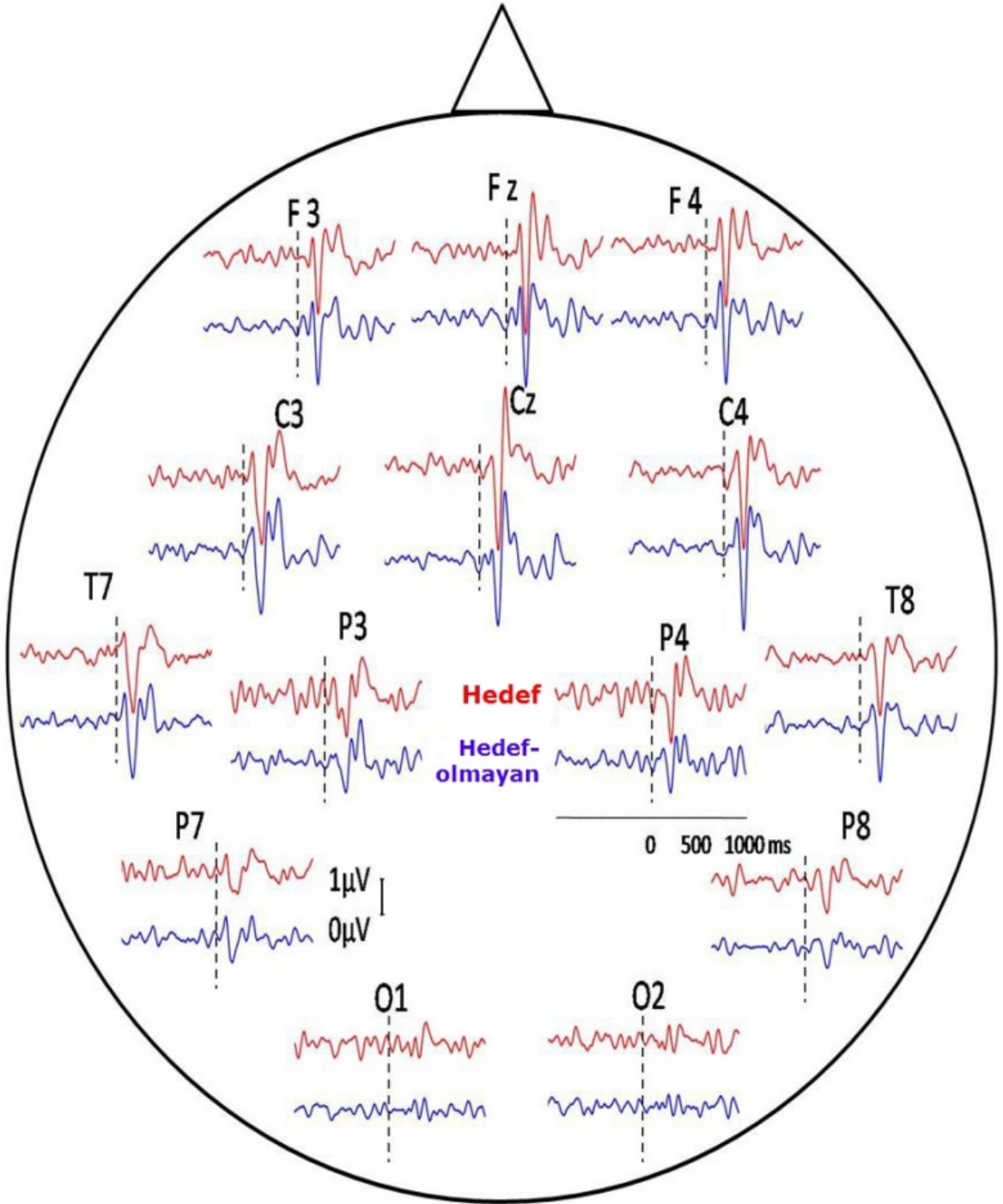
**Şekil 14.** Beta (15-30 Hz) frekans bandında filtrelenmiş dokunsal uyarılma potansiyellerinin 14 kişilik grubun ortalamasının kafa üzerindeki gösterimi.



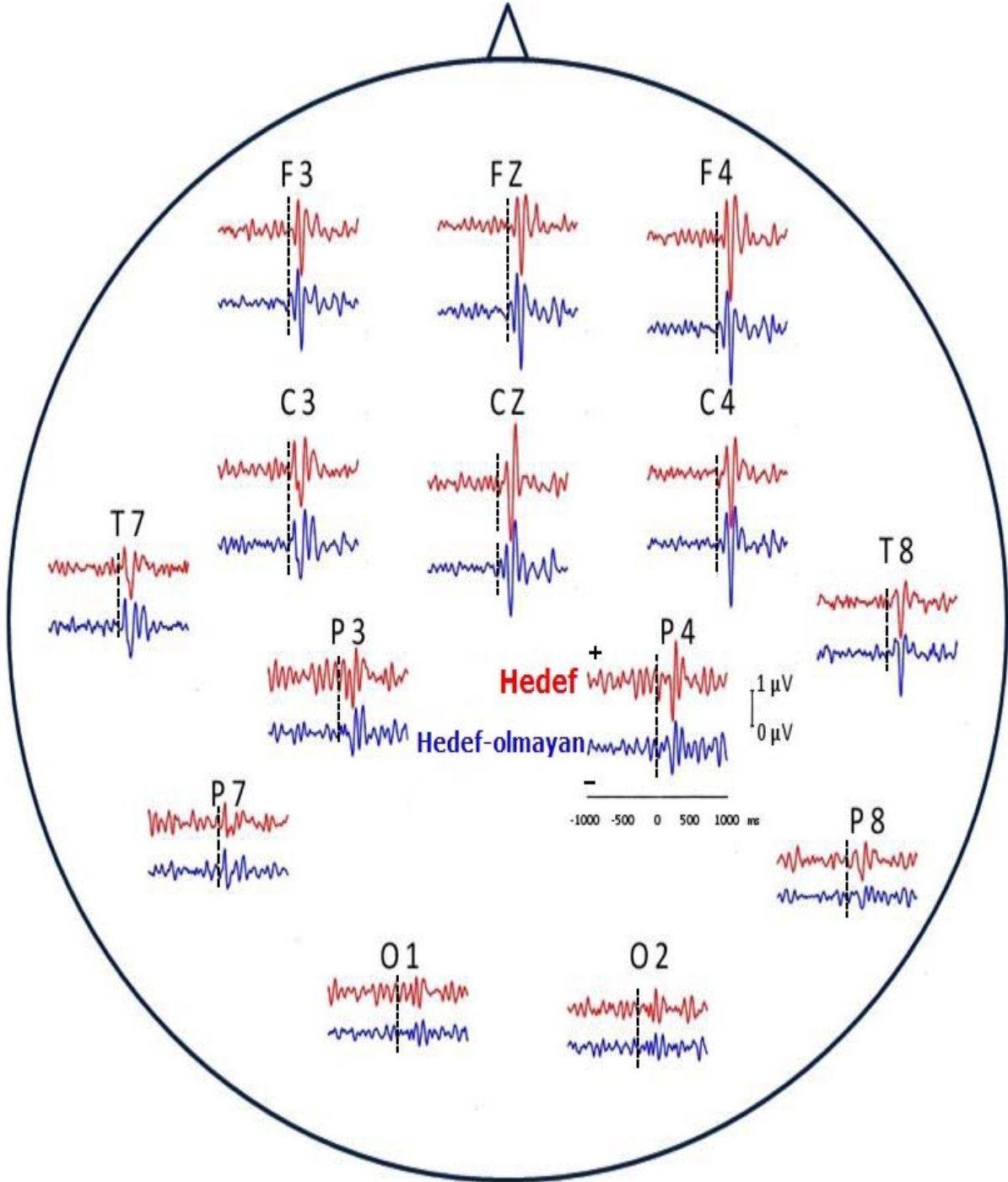
**Şekil 15.** 18 kişilik grubun basit dokunsal basınç uyarısına karşı vermiş oldukları yanıtların geniş (0.5-30 Hz) frekans bandında filtrelenmiş ve ortalaması alınmış hali.



**Şekil 16.** 18 kişilik grubun basit dokunsal basınç uyarısına karşı vermiş oldukları yanıtların delta (0.5-3.5 Hz) frekans bandında filtrelenmiş ve ortalaması alınmış hali.

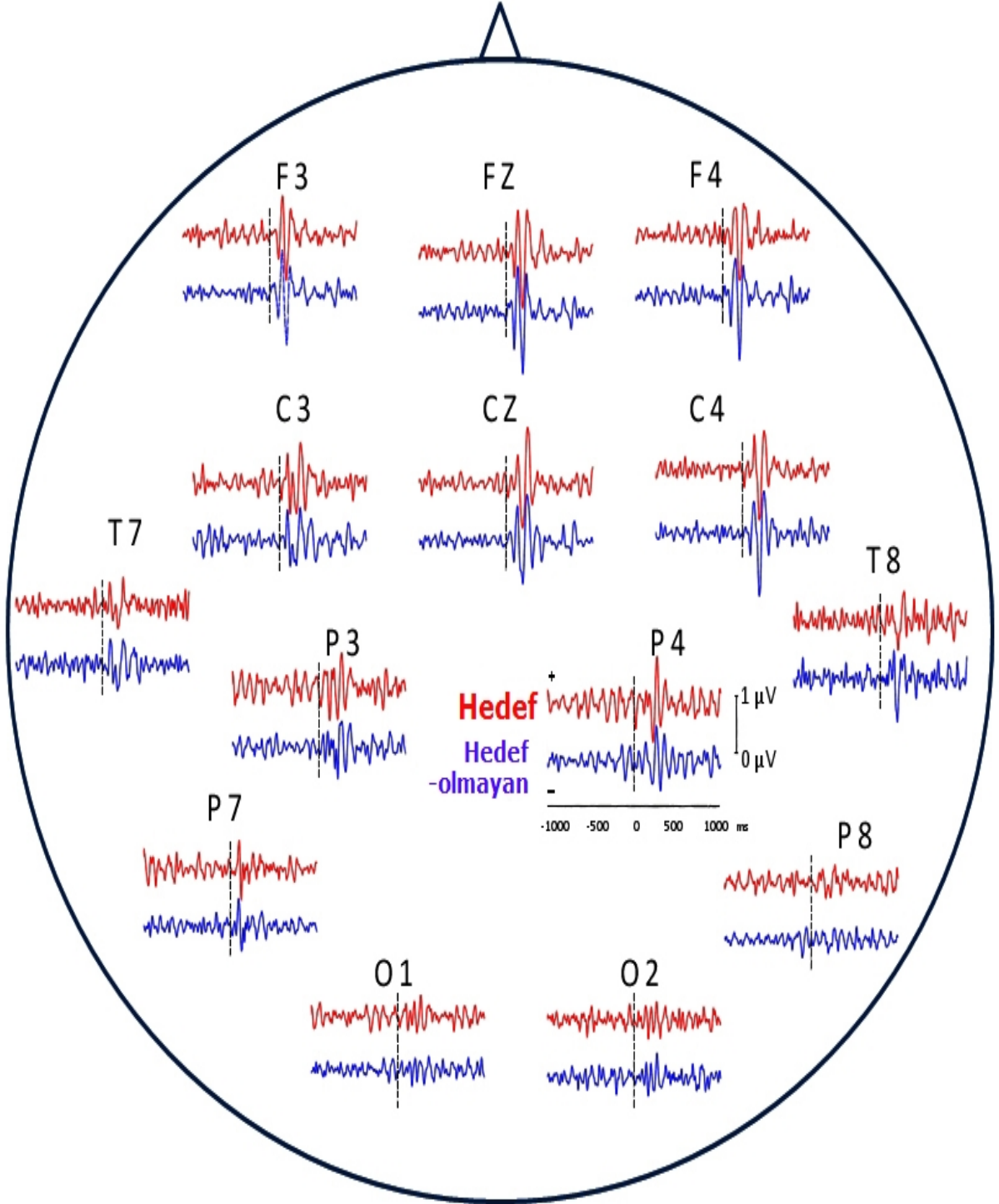


**Şekil 17.** 18 kişilik grubun basit dokunsal basınç uyarana karşı vermiş oldukları yanıtların teta (4-7 Hz) frekans bandında filtrelenmiş ve ortalaması alınmış hali.



**Şekil 18.** 18 kişilik grubun basit dokunsal basınç uyarısına karşı vermiş oldukları yanıtların alfa (8-13 Hz) frekans bandında filtrelenmiş ve ortalaması alınmış hali.





**Şekil 19.** 18 kişilik grubun basit dokunsal basınç uyarana karşı vermiş oldukları yanıtların beta (15-30 Hz) frekans bandında filtrelenmiş ve ortalaması alınmış hali

## **5. TARTIŞMA**

Bu tezde, somatosensoriyel uyarılara karşı oluşan osilasyonel yanıtların genlikleri ve hedef uyarının dört frekans bandında topolojik farklılıkları incelenmiştir. Beyinde dinamik değişimlerden olan, dikkat, algılama, ayırt etme, bellekte tutma, öğrenme süreçleri birbiri ile ilişkili süreçlerdir. Bahsedilen herbir süreç, osilasyonel anlamda delta, teta, alfa, beta frekans aralığında oluşan değişimlerle incelenebilir. Bilişsel işlevlerin incelenmesi için uygun paradigmalardan birisi de bu tezde kullanılmış olan seyrek uyarın paradigmasıdır. Görev paradigmasının karmaşıklık ve zorluğu beynin daha çok çalışmasıyla doğru orantılıdır. Beyin bu tür zor veya karmaşık görevleri işlemlendirirken daha çok işlem yapmakta ve zaman harcamaktadır. Seyrek uyarın paradigması görevinde az sayıda olan hedef uyarana dikkatin yöneltilerek ayrılması, algılanması, bu uyarınların sayılması, sonucunda standart uyarana karşı oluşan yanıtta göre daha büyük genlikte osilasyonel yanıtlar oluşturmaktadır. Ayrıca bu tezde ele alınmasa da yanıt süreleri bazı salınımlarda standart uyarınlara göre daha uzun olmaktadır (27, 54).

### **5.1. Bilişsel İşlevlerde Osilasyonel Yaklaşım ve Araştırma Örnekleri**

Osilasyonel nöral topluluklar kuramına göre (4,27), her salınım birden çok işlevin gerçekleşmesinde rol oynar (örneğin; delta frekans aralığında oluşan yanıtları hem seyrek uyarın paradigmasında hedef uyarının ayırt edilmesi durumunda (32) görürken hem de yüz tanıma deneylerinde (48) görmekteyiz), her işlev ise birden çok osilasyon ile (örneğin; bellek çalışmalarında Klimesch ve ark. (30) alfa ve teta etkisini gösterirken, Başar (27) bellekte diğer osilasyonların önemine de vurgu yapmıştır) belirtilmektedir. Tablo 5'te osilasyonların rol aldığı fonksiyonlar ve literatürde bu konuda yapılmış bazı araştırmalar bulunmaktadır.

**Tablo 5.** Olay ilişkili osilasyon çalışmaları (Tablodaki kaynaklar için bkz. EK-3)

<b>Osilasyon</b>	<b>Bilişsel işlev/süreçler</b>	<b>Örnek yayımlar</b>
<b>DELTA</b>	Bilinçlilik İndeksi/Bilişsel Efor Eşleştirme Karar Verme Kısa süreli bellekle ilişkili Yüz tanıma	Başar, E.,1980, 1998, 1999, 2004; Başar ve ark., 1999; Başar-Eroğlu ve ark., 1992, 2001; Stampfer ve Başar, 1985; Karakaş, 1997; Schürmann ve ark., 1995; Röschke ve ark., 1995; Yordanova ve Kolev, 1997; Polich ve Criado, 2006; Irak ve Karakaş, 2000; Yılmaz, Ö., 2006 Başar ve ark., 2007; Özgören ve ark., 2005
<b>TETA</b>	Asosiyatif İşlevler / bilişsel işlevler Beklenti Seçici/Odaklanmış Dikkat/Kısa süreli bellek Bilginin uzun süreli bellekten Geri Getirilmesi Çalışma/uzun süreli bellek geçişleri Belleğin sağlamaştırılması Motor ve sözel öğrenme	Başar, E., 1999, 2004; Başar ve ark., 1999; Klimesch, 1996; Klimesch ve ark.,1994, 1996, 2001; Başar-Eroğlu ve ark., 1992, 2001; Başar-Eroğlu ve Demiralp, 2001; Demiralp ve Başar, 1992; Karakaş ve Başar, 1998; Sakowitz ve ark., 2000 Irak ve Karakaş, 2000, 2002; Karakaş ve ark., 2000a,b; Miller, 1991; Karakaş, 2000 Klimesch, 1996; 1999; Klimesch ve ark., 1997, 1998, 2001; Gevins ve ark.,1997; Kahana ve ark., 1999; Tesche ve Karhu, 2000 Sauseng ve ark., 2002; Penfield, 1958; Burgess ve Gruzelier, 2000; Caplan ve ark., 2001; Sarnthein ve ark., 1998; Schack ve ark., 2005 Lang ve ark., 1987; Mizuki ve ark., 1980
<b>ALFA</b>	Vijilans Dikkat, beklenti Kısa süreli bellek Bireysel farklılıklar Zeka, bilişsel performans ile ilişkili	Başar, E.,1980, 1998, 1999, 2004; Başar ve ark. 1975a,b; Başar ve ark.,1 976a,b, 1977, 1979a,b; Başar ve ark., 1997; Bullock ve Başar, 1988; Barry ve ark., 2005 Klimesch ve ark., 1994; Jensen ve ark, 2002; Pesonen ve ark., 2006 Schack ve ark., 2005; Klimesch ve ark., 1996; Doppelmayr ve ark., 1998 Doppelmayr ve ark., 2005; Neubauer ve ark., 2005
<b>BETA</b>	Görsel Dikkat Eksitasyon-İnhibisyon Duysal Bellek Bilişsel Görevler Hatırlanma ve tanıdıklık Yüz tanıma	Marrufo ve ark., 2001 Whittington ve ark., 2000 Haenschel ve ark., 2000 Ray ve Cole, 1985 Burgess ve Ali, 2002 Özgören ve ark, 2005; Başar ve ark.,2007; Güntekin ve Başar, 2007



## 5.2. Somatosensoriyel Uyarılar ile Yapılan Çalışmalara Genel Bakış

Literatüre bakıldığında, seyrek uyarı paradigmasında pnömatik stimulator aracılığıyla ağrısız basit dokunsal uyarılar verilerek yapılan ve bu uyarılara karşı beyinde oluşan yanıtların osilasyonel yaklaşımlarla incelendiği yayınlar bu tez projesi kapsamında yapılmış olan araştırmalardır (TPY 1-4). Literatürde genelde laser, ağırlı, elektriksel ve vibrasyon tipi uyarılar ile yapılmış olan çalışmalar bulunmaktadır. Söz konusu çalışmalarda OİP bileşenleri (N20, N100, P100, P250, P300, vb.) incelenmiştir (10, 14, 55-57). Bu tezde kullanılan ağrısız basit dokunsal uyarılar, ağırlı uyarıların beyne ulaşırken izlediği yollardan farklı olarak dorsal kolon üzerinden taşınmaktadır. Walsh ve ark. tarafından duysal uyarıya verilen yanıtların invaziv olmayan çeşitli yöntemlerle kaydedilebileceği ve bu uyarılara karşı beyinde oluşan merkezi sinir sistemi fonksiyonlarını yansıtan yanıtların genlik ve yanıt oluşum zamanlarının ölçülebildiği belirtilmiştir (58). Nakao ve ark.(14) erken latanslı somatosensoriyel uyarılma potansiyelleri yanıtları (8.0-30.0 ms) ve olay ilişkili potansiyel yanıtlarının (100-350 ms) klinik çalışmalarda çokça kullanıldığını ve bu yanıtların bilişsel işlemeyi yansıttığını belirtmişlerdir. Bunlara ek olarak kompleks sinaptik döngüler yoluyla duysal organdan serebral kortekse ulaşana kadar uzun bir yol boyunca işlendiğini belirtmişlerdir.

Bu çalışmalara ek olarak dokunsal uyarılarla yapılmış olay-ilişkili potansiyel çalışmalarında, N140 yanıtını da içeren erken ve orta latanslı olay ilişkili potansiyel bileşenlerinin oluştuğu ve bu yanıtların da bireylerin dikkatini uyarıya yöneltmesiyle uzadığı gösterilmiştir (57, 59). Brãzdil ve ark.(55) deney deseni olarak dokunsal seyrek uyarı paradigmasını kullandıkları çalışmalarında; yanıtı düğmeye basarak verme ile akıldan sayma yoluyla verme işlemlerinin farklı beyin bölgelerinde P3 (P300) benzeri potansiyellerin oluşumundaki etkisini araştırmışlardır. Bu çalışmada

hedef uyarının verilmesinin ardından farklı kortikal bölgelerde iki farklı P3 benzeri potansiyel gözlemlenmiştir. Düğmeye basma yoluyla yanıt aldıkları paradigmada premotor kortikal alanlarda P3 benzeri ek potansiyel oluşurken, akıldan sayma yoluyla yanıt aldıkları paradigmada sol tarafta orta ve aşağı temporal girusta P3 benzeri yanıtlar gözlemlenmiştir. Literatürdeki diğer yayınlardan bazılarında ise dokunsal olarak uyarılmış erken olay-ilişkili potansiyel bileşenlerinin (N80, P100, N140) bireyin dikkatini uyarana vermesiyle uzadığını göstermişlerdir (57, 59-62).

Nakajima ve ark.(12), olay ilişkili potansiyel deneylerinde kognitif P300 ve N140 bileşenlerine dikkat ve şiddet etkisini elektrik uyarını kullanarak incelemişlerdir. Bu bileşenlerin endojen ve eksojen potansiyellerden kaynaklandığını; endojen kısmın şiddetten bağımsız olduğunu ancak eksojen kısmın şiddetin fonksiyonu şeklinde arttığını belirtmişlerdir.

Ohara ve ark. (63), dokunsal uyarın ile görsel uyarının birlikte kullanıldığı çapraz modalite paradigma deseninde, paradigmanın N140'a etkisini incelemişlerdir. Kullanılan dokunsal uyarın 0-150 Hz arasında değişen salınım frekansına sahip titreşim uyarını olup söz konusu uyarının yer değiştirmesi yaklaşık 0-0.1 inch'dir. Çapraz modalite (dokunsal-görsel) uygulandığında N140 yanıtlarında tek modaliteye göre (dokunsal-dokunsal) artış belirtilmiştir.

Literatürde salınımsal yanıtların incelendiği çalışmalarda daha çok yüksek frekans aralıkları önceliği almıştır. Nakano ve Hashimoto (13), okul çocukları üzerinde yaptıkları çalışmada medyan siniri elektriksel uyarınla uyarmışlardır. Bu çalışmada 300-900 Hz aralığındaki osilasyonları çalışan ikili çalışmalarında çocukların yüksek frekanslı osilasyonlarının daha büyük genliğe ve daha uzun yanıt sönümlenme süresine sahip olduklarını göstermişlerdir.

Bir başka yüksek frekanslı osilasyon çalışması da Valencia ve ark. (64) tarafından elektriksel uyarın kullanılarak yapılmıştır. Bu

çalışmada 400-1000 Hz arasındaki osilasyonlar çalışılmış ve uyarana karşı verilen yanıtın, devam eden EEG aktivitesinin fazlarının yeniden düzenlenmesinden dolayı olduğu belirtilmiştir.

Nakao ve ark. (14), yaptıkları çalışmada bedensel duyarlılık artış ölçeğine göre ayırdıkları iki grup arasında somatosensoryel uyarılma potansiyelleri ve farklı tip uyarılma potansiyellerini karşılaştırmışlardır. Bu karşılaştırmayı 200-2000 Hz aralığındaki yanıtları inceleyerek yapmışlardır. Bu çalışmada; dokunsal, görsel uyarılma potansiyelleri ile işitsel beyin sapı potansiyelleri ile elde edilen yanıtların anlamlı fark içermediğini ve işitsel olay ilişkili potansiyeller ile elde edilen yanıtların anlamlı fark içerdiğini belirtmişlerdir.

Literatürde, yukarıda belirtilen sağlıklı gönüllülerden elde edilen bulgulara ek olarak, bazı patolojik durumları içeren araştırmalara da rastlanılmaktadır. Bunlardan bazıları aşağıda belirtilmektedir:

Tommaso ve ark. (65), ağrılı lazer uyarı kullanarak migren hastası olan grup ile çalışmışlardır. Deney deseni olarak iki farklı paradigma bulunmaktadır. Bu paradigmalardan birinde asıl uyarı öncesi, ön uyarı gönderilmiş diğerinde ise gönderilmemiştir. Migrenli grupta ağrıya karşı oluşan kortikal yanıtların gizli değişiklikleri gösterdiğini belirtmişlerdir.

Hamada ve ark. (66) Amyotropik Lateral Sklerozis (ALS) hastalarında yaptıkları çalışmada medyan sinirin elektriksel uyarı ile uyarılması sonucu oluşan yüksek frekanslardaki yanıtları incelemişlerdir. Osilasyonların ana SEP bileşenine oranları arasında hasta ve kontrol grupları arasında farklılık göstermediğini belirtmişlerdir.

Tüm bu yapılan çalışmalar arasında seyrek uyarı paradigması deney deseninde pnömatik stimulator aracılığıyla ağrısız dokunsal

uyaran kullanılan çalışma bulunmamaktadır. Ayrıca literatürde bu uyaran ve deney deseni ile yapılmış yavaş frekans bantlarının bir arada incelendiği çalışmaya rastlanmamıştır.

Aşağıda her frekans aralığına ait kısa tartışma yer almaktadır.

### 5.2.1. Delta Frekans Yanıtları

Delta frekans bandında (0.5-3.5 Hz) dokunsal uyarana karşı oluşan yanıtlar hedef ve hedef-olmayan uyarana karşı incelenmiş olup hedef uyarana karşı elde edilen delta yanıtları yaygın olarak hedef-olmayan uyarana karşı elde edilen yanıtlardan genlik olarak daha büyük bulunmuştur. Uyaran sonrasında oluşan ve kaydedilen delta yanıtının literatürde bilinçli ve bilişsel bir işlevle ilişkili olduğu, karar verme aşamasında elde edildiği ve hedef uyarani tanıma işleminin sonucu olduğu belirtilmektedir (4, 21, 27, 29, 67, 68) Ayrıca, Başar-Eroğlu ve ark.(69) deney deseninde verilen görev, sinyal karşılaştırmayı, karar vermeyi ve şaşırtma etkisini içeriyorsa, görsel ve işitsel olay ilişkili potansiyel yanıtlarının daha belirgin olduğunu belirtmişlerdir. Karmaşıklık arttıkça, her lokalizasyonda delta yanıt farklılıkları ve geç teta yanıtlarında artışlar bildirilmiştir. Delta yanıtı genliğinin daha çok seyrek uyaran dizisi sırasında yükseldiği gösterilmiştir(4). Öniz ve Başar (70) yaptıkları çalışmada kafada basit görsel ve işitsel OİP denemelerinde tez bulgularına benzer şekilde yaygın olarak delta yanıtlarını göstermişler ve bunun uyarani ayırt etme, sayma vb. bilişsel işlemlere bağlı olduğunu belirtmişlerdir.

Yılmaz'ın (71) çalışmamızdaki ile aynı tarz uyaran kullanarak yaptığı uyarılma potansiyeli deneylerinde delta frekans bandında en büyük yanıtlar santral bölgededir ve bunu pariyetal bölge takip etmektedir. Teta frekans bandında da en büyük yanıtlar santral bölgededir ve bunu pariyetal ve frontal bölgeler izlemektedir.

### 5.2.2. Teta Frekans Yanıtları

Teta yanıtları (4-7 Hz) tüm kortekste yaygın olarak hem hedef hem de hedef-olmayan uyarana karşı gözlenmiş olup ileri analizlerde kullanılan ikili karşılaştırmalar ile analiz yapıldığında, hedef uyarın yanıtları P4, P7 ve P8'de hedef-olmayan uyarın yanıtlarından büyük olarak görülmektedir.

Olay-ilişkili osilasyonlarda teta frekansına (4-7 Hz) ait yanıtların paradigmadan ve modaliteden bağımsız olduğu, bilişsel işleme ve kortikohippokampal etkileşimine bağlı olup bellek süreçleri açısından asosiyasyon işlevi taşıdığı belirtilmiştir (4,21, 29, 69, 72). Bazı çalışmalarda teta tepkisinin dikkatin değişik türlerini yansıttığı gösterilmiştir (6,7, 73, 74). Özellikle erken tetanın dikkat bileşeni ile ilişkisinden söz edilmektedir. Seçici dikkat zor bilişsel süreçlerde odaklanmış dikkat haline dönüşebilir. Göreve bağlı durumlarda da kısa süreli bellekten söz edilebilir (31, 75). İnsandaki çalışmalarda, senkronize teta aktivitesi ile bellek ve öğrenme arasında güçlü ilişkiler sıkça gösterilmektedir (76-82).

Yılmaz (71) tarafından benzer uyarınlarla yapılan uyarılma potansiyeli deneylerinde, Teta frekans bandında en büyük yanıtlar santral bölgededir ve bunu pariyetal ve frontal bölgeler izlemektedir.

Bu tezde de Yılmaz (71)'ın delta ve teta yanıtları sonuçlarına benzer topolojik dağılım elde edilmesine karşın, her iki frekans yanıtlarında da santral bölgeyi frontal bölge izlemektedir. Bu farklılığın temeli; olay ilişkili osilasyon ölçümlerinin içermiş olduğu kognitif yük ve çalışma belleği ile ilişkilendirilebilir. Düşünme, planlama, problem çözümü gibi yüksek bilişsel işlevleri içeren çalışma belleği sistemi, beyinde (pre-) frontal bölgede oluşan yüksek işlevsellik ile ilişkili olduğu bilinmektedir (80, 83, 84, 85, 86, 87).

### 5.2.3. Alfa Frekans Yanıtları

Hedef ve hedef olmayan uyaranlara karşı alfa yanıtları kafada ön bölgelerde daha yüksek genlikli gözlenmektedir. Ancak, her ölçüm bölgesinde hedef ve hedef-olmayan uyaranlar arasında fark bulunmamıştır. Çalışmamızdakine benzer uyaranlarla yaptığı uyarılma potansiyeli deneylerinde Yılmaz (2006) da, alfa frekans bandında ölçülen yanıtları en yüksek santral bölgede ve bunu takiben pariyetal ve frontal bölgede göstermişlerdir. Babiloni ve ark. (88) yaptıkları çalışmada dinlenme halinde aldıkları EEG'de delta (2-4 Hz), teta (4-8 Hz), alfa1 (8-10.5 Hz), alfa2 (10.5-13 Hz), beta1 (13-20 Hz) ve beta2 (20-30 Hz) frekans bantlarını incelemişlerdir. Bu çalışmada Alzheimer hastaları (AD) ile hafif kognitif bozukluğa (MCI) sahip bireyler incelenmiş olup kontrol grubu 40 yaşın üstündeki sağlıklı bireylerdir (Nold). Alfa1 bandında AD ve MCI grubunun dalga genlikleri pariyetal, oksipital, temporal bölgelerde Nold grubundan düşük iken geniş delta bandındaki dalgaların genlikleri AD grubunda MCI ve Nold grubuna göre daha yüksektir.

Patoloji gurubu verileri doğrudan bu tezin kapsamında olmadığı için AD ile ilgili karşılaştırmalı yorum olası değildir. Buna karşın, "alfa/delta yanıtlarının kendi içlerinde farklı oluşu" bu tezin verileri açısından da anlamlıdır.

Kriegseis ve ark. (89) görme engelli bireyler ve normal görüşlü bireyler ile yaptıkları dokunsal algı paradigmalarında alfa aktivitesini incelemişlerdir. Çalışmada görme engelli bireyler ile normal görüşlü bireyler karşılaştırıldığında pariyeto-oksipital bölgedeki kayıtlarından elde edilen alfa bant güçlerinde anlamlı azalma gözlenmiştir. Duyusal işlev yitimlerini ölçme konusunda alfa frekans bandı önem taşıyan bir aralıktır.

Franciotti ve ark. (90) ağırlı uyarana karşı insular kortekste meydana gelen alfa modülasyonunu araştırmışlardır. Bu çalışmada ağırlı

uyarana karşı oluşan alfa band güçleri ile ağrısız elektrik uyarana karşı oluşan güçlerin anlamlı farklılıklar taşıdığını belirtmişlerdir. Bu teze ait çalışma deseninde ağırlı uyarın veya elektrik uyarını kullanılmamıştır.

Öniz ve Başar (91) basit işitsel uyarınlarla, tez çalışmasındakine benzer olarak hazırlanmış seyrek uyarın paradigmasında alfa frekans bandında hedef ve hedef-olmayan uyarınlar arasında genlikte tez çalışmasına benzer olarak herhangi bir fark bulmamışlardır. Farkı, sentral bölge hedef uyarın yanıtlarında uzama olarak göstermişlerdir. Ancak bu tezde, yanıtların oluştuğu zaman (latency), süreleri (duration) ve uzamalar (prolongation) incelenmemiştir.

#### 5.2.4. Beta Frekans Yanıtları

Beta frekans aralığında yapılan incelemede kortekste her iki uyarana karşı ısrarlı yanıtlar yaygın olarak gözlenmiş olup yapılan ileri analizlerde (ikili kıyaslamada) P4 ve O2'de ölçüm bölgesinde hedef uyarın hedef-olmayan uyarından büyük olarak bulunmuştur. Dockstader ve ark.(92) duysal motor işleme sırasında kaydedilen olay-ilişkili osilasyonların, örneğin dokunsal uyarın verilmesi sırasında artan beta aktivitesinin duysal uyarının işleme sürecinde kortikal ağlarda oluşan değişiklikleri gösterdiğini belirtmektedirler. Yılmaz (2006) da ağrısız uyarınlarla yapılan uyarılma potansiyeli deneylerinde, beta frekans bandında ölçülen yanıtların da belirgin olarak tüm kafada bulunduğunu, ancak istatistiksel olarak incelendiğinde görsel ve işitsel uyarınlara karşı yanıtlardan farklılık göstermediğini dikkati çekmektedir. Cheron ve ark. (93) yaptıkları çalışmada median siniri elektriksel uyarın ile uyardılar ve frontal bölgedeki N30 yanıtına eşlik eden bir faz kilitli beta/gama osilasyonu olduğunu belirtmişlerdir. Kisley ve Cornwell (94) median siniri elektriksel uyarın ile uyardıkları çalışmalarında uyarınlar arası sürenin erken beta yanıtlarını etkilediğini belirtmişlerdir.

Ancak daha öncede belirtildiği gibi tezde zaman parametresi incelenmemiştir.

Bauer ve ark. (95) Braille aleti kullanarak yaptıkları çalışmada 60-95 Hz aralığındaki gama aktivitesini ve alfa-beta aktivitelerini incelemişlerdir. Uyarının ardından gama bandı aktivitesinin primer somatosensoriyel kortekste arttığını, alfa ve beta aktivitesinin somatosensoriyel ve oksipital bölgede baskılandığını ve tekrar oluştuğunu belirtmişlerdir. Sunulan tez çalışmasında da beta frekans aralığında iki uyarın arası farklılıklar daha çok pariyetal ve oksipital bölgede belirgin bulunmuştur.

Hegner ve ark. (96) yaptıkları araştırmada beta desenkronizasyonunu incelemişlerdir. Bu çalışmada yüzey tanımada kullanılan ekip kayıtlarını magnetoensefalografi (MEG) ile gerçekleştirmiştir.

Tüm belirtilen yayınlar, parmak ucundan başlayarak dokunma algısının oluşmasının periferik ve merkezi sinir sisteminin değişik birimlerinin yalnız ve birlikte çalışmalarının sonucu olduğunu göstermektedir. Bu tezin ortaya sunduğu basit dokunsal uyarınlar ilişkin beyinde oluşan OİP ve OİO sonuçları literatürdeki bilgileri ilerletmekte ve yeni bakış açısı sağlamaktadır.

### **5.3. Somatosensoriyel Çalışmalar ve Deneysel Kurulum**

Tez çalışmasının başlangıçta aynı parmağa uygulanan birbirine yakın iki farklı basınç uyarını ile planlanmış, ancak sonrasında deneneğe katılan bireylerin deneyin ilerleyen aşamalarında hedef uyarını ayırt edememesi sonucunda yeniden yapılandırılmıştır. Son uygulama halinde, deney deseninin iki farklı parmağa (işaret ve orta) aynı özellikteki tek tip uyarın şekline çevirilmesi psikofizik kuralları ile açıklanabilir. Psikofizikte, deney desenlerinde uyarın zaman deseninin belirlenmesi, ulaşılmaması amaçlanan sonuçları elde edebilmek için son derece önemlidir. Zaman deseni uyarın şiddeti ile



algılanan şiddet arasındaki ilişkiye denilmektedir. Deneysel süreçlerde zaman desenini ayırabilme becerisi uyum (adaptasyon) ile ilişkili bir süreçtir. Hemen bütün modalitelerde uyaran uzun süre tekrarlayan şekilde uygulanırsa uyaranlara karşı alınan yanıtlarda değişimler olur. Duyum, uyarandan kısa süre sonra en yüksek değere ulaşırken yanıtlarda en yüksek değerde olur ve sonra zamanla duyarlılık azalır ve yanıtlarda da azalma ile karşımıza çıkar (28).

Tez çalışmasında uyum etkisini ortadan kaldırmak için, aynı parmağa uygulamanın terk edilmesinin yanısıra, uyaranlar arası sürenin seçkisizleştirilmesi ve ardarda hedef uyaran gönderilmemesi durumlarına dikkat edilmiştir. Ayrıca, iki uygulama (ayrı ellere) arasında birey bir süre dinlendirilmiştir. Grubun standardizasyonu açısından tezde sadece sağ elden alınan veriler kullanılmıştır.

## **6. SONUÇ VE ÖNERİLER**

1. Basit dokunsal uyarana verilerek seyrek uyarana paradigması uygulanan çalışmamızda hedef ve hedef-olmayan uyarana verilen delta, teta, alfa ve beta yanıtları tüm beyinde yaygın bir şekilde gözlenmektedir.
2. En basit uyarana paradigmasında bile beyinde seçici dağılmış durumda bulunan yanıtlar "beynin bir bütün olarak işlemesi" prensibini (97) desteklemektedir.
3. Hedef ve hedef-olmayan uyarana verilen delta, teta, alfa, beta yanıtları genlik açısından ve hedef uyarana verilen yanıtın dağılımı açısından farklılıklar göstermektedir.
4. Hedef uyarana durumunda delta genliğinde artma çalışma belleği ve dikkat, ayırt etme, kısa süreli bellek vb. bilişsel işlevler etkisi ile olmaktadır.
5. Bu çalışma uzun süreli kazanç olarak, basit dokunsal uyarana karşı beyin vermiş olduğu olay-ilişkili osilasyon yanıtları beyin diğer bilişsel görevler altında ve farklı modalitelerde vermiş olduğu yanıtlarla karşılaştırma ve farklı bakış açıları geliştirme olanağı sağlayacaktır.
6. Bu bulgular temel veri grubunu oluşturarak basit ve/veya karmaşık uyarana ile yapılabilecek ilerideki çalışmalara ve klinik uygulamalara yol gösterir nitelikte olacaktır.

## **KAYNAKLAR**

1. Özgören M. Beyin biyofiziği açısından beyinde bilgi işleme. İçinde: Özgören M, Öviz A., editörler. The Applied Brain Biophysics, Uygulamalı Beyin Biyofiziği ve Multidisipliner Yaklaşım. 1. Baskı. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Matbaası; 2009. sf.49-68
2. Başar E. EEG-Brain Dynamics: Relation between EEG and Brain Evoked Potentials. First Edition. Amsterdam, Elsevier, 1980
3. Başar E. Brain Function and Oscillations. I. Brain Oscillations: Principles and Approaches. Berlin Heidelberg, Springer, 1998
4. Başar E. Brain Function and Oscillations. II. Integrative Brain Function. Neurophysiology and Cognitive Processes. Berlin Heidelberg, Springer, 1999
5. Başar E. Biophysical and physiological systems analysis. Addison-Wesley, Reading, MA, 1976
6. Karakaş S, Erzenin OU, Başar E. The genesis of human event-related responses explained through the theory of oscillatory neural assemblies. Neurosci Lett 2000a;285: 45-8
7. Karakaş S, Erzenin OU, Başar E. A new strategy involving multiple cognitive paradigms demonstrates that ERP components are determined by the superposition of oscillatory responses. Clin Neurophysiol 2000b;111: 1719-32
8. Karakaş S. İnsanda bilgi işleme süreçleri ve bunların elektrofizyolojik göstergeleri. 39. Ulusal Nöroloji Kongresi Özet Kitabı, 2003, sf 129-38
9. Babiloni C, Brancucci A, Capotosto P, Del Percio C, Romani G, Arendt-Nielsen L, Rossini PM. Different modalities of painful somatosensory stimulations affect anticipatory cortical processes: A high-resolution EEG study. Brain Res Bull 2007; 71: 475-84
10. Kida T, Nishihira Y, Hatta A, Wasaka T. Somatosensory N250 and P300 during discrimination tasks. Int J Psychophysiol 2003; 48: 275-83
11. Kisley MA, Cornwell ZM. Gamma and beta neural activity evoked during a sensory gating paradigm: Effects of auditory, somatosensory and cross-modal stimulation. Clin Neurophysiol 2006; 117: 2549-63
12. Nakajima Y, Imamura N. Relationships between attention effects and intensity effects on the cognitive N140 and P300 components of somatosensory ERPs. Clin Neurophysiol 2000; 111: 1711-18

13. Nakano S, Hashimoto I. High-frequency oscillations in human somatosensory evoked potentials are enhanced in school children. *Neurosci Lett* 2000; 291: 113-6.
14. Nakao M, Barsky AJ, Nishikitani M, Yano E, Murata K. Somatosensory amplification and its relationship to somatosensory, auditory, and visual evoked and event-related potentials (P300). *Neurosci Lett* 2007; 415: 185-9
15. Pfurtscheller G, Woertz M, Mueller G, Wriessnegger S, Pfurtscheller K. Contrasting behavior of beta event-related synchronization and somatosensory evoked potential after median nerve stimulation during finger manipulation in man. *Neurosci Lett* 2002; 323: 113-6
16. Polich J, Brock T, Geisler MW. P300 from auditory and somatosensory stimuli: Probability and interstimulus interval. *Int J Psychophysiol* 1991; 11(2): 219-23
17. Touge T, Gonzalez D, Sasaki I, Tsukaguchi M, Deguchi K, Kuriyama S, Wu Jing-Long. The interaction of somatosensory and auditory stimuli on event-related potentials. *Int Congr Ser* 2005; 1278: 149-52
18. Ganong WF. Review of medical physiology. 21st ed. USA, The McGraw-Hill Companies, Inc., 2003.
19. Mather G. Foundations of Perception, New York, Psychology Press, 2006.
20. Guyton A C ve Hall J E. Textbook of Medical Physiology, 11th edition, Elsevier, 2006
21. Öñiz A. Beyinde Delta, Teta ve Alfa Osilasyon Yanıtlarının Işığında Öğrenme süreçleri. Biyofizik Doktora Tezi, 2006
22. Caton R. The electric currents of the brain. *Brit Med J* II: 278; 1875
23. Berger H. Über das Elektrenkephalogramm des Menschen. I. Bericht, *Archiv Fuer Psychiatrie und Nervenkrankheiten*, 1929;87: 527-70
24. Sutton S, Braren M, Zubin J, John ER. Evoked potential correlates of stimulus uncertainty. *Science* 1965;150: 1187-8
25. Başar E, Gönđer A, Özesmi C, Ungan P. Dynamics of brain rhythmic and evoked potentials. I. Some computational methods for the analysis of electrical signals from the brain. *Biol Cybern* 1975a;5;20(3-4): 137-43
26. Öñiz A., Bayazıt O., Kocaaslan S., Gökmen N., Özgören M. Beyin Biyofiziğı Uygulamalar. İçinde: Özgören M, Öñiz A., editörler. The Applied Brain Biophysics, Uygulamalı beyin biyofiziğı ve multidisipliner yaklaşım. 1. Baskı. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Matbaası; 2009. sf.69-95

27. Başar E. Memory and Brain Dynamic. Oscillations Integrating Attention, Perception, Learning and Memory. CRC Press, Boca Rato, 2004
28. Pehlivan Ferit. Biyofizik. Ankara, Hacettepe - TAŞ, 1997
29. Schürmann M, Başar-Eroğlu C, Kolev V, Başar E. A new metric for analyzing single-trial event-related potentials (ERPs) application to human visual P300 delta response. Neurosci Lett 1995;197: 167-70
30. Klimesch W, Schimke H, Schwaiger J. Episodic and semantic memory: an analysis in the EEG theta and alpha band. Electroencephalogr Clin Neurophysiol 1994;91: 428-41
31. Miller R. Cortico-hippocampal interplay and the representation of contexts in the brain. Berlin, Springer, 1991
32. Başar-Eroğlu C, Başar E, Demiralp T, Schürmann M. P300-response: possible psychophysiological correlates in delta and theta frequency channels, A review. Int J Psychophysiol 1992;13: 161-79
33. Başar E, Stampfer HG. Important associations among EEG-dynamics, event-related potentials, short-term memory and learning. Int J Neurosci 1985;26(3-4): 161-80
34. Stampfer HG, Başar E. Does frequency analysis lead to better understanding of human event related potentials. Int J Neurosci 1985;26: 181-96
35. Van der Tweel LH, Lunel HF. Human Visual Responses to Sinusoidally Modulated Light. Electroencephalogr Clin Neurophysiol 1965;18: 587-98
36. Spekrijse H. Analysis of E.E.G. responses in man evoked by sine wave modulated light. PhD thesis. University of Amsterdam, 1966
37. Regan D. Some characteristics of average steady-state and transient responses evoked by modulated light. Electroencephalogr Clin Neurophysiol 1966;20: 238-48
38. Başar E, Durusan R, Gönder A, Urgan P. Synchrony and coupling between simultaneously recorded brain potentials. Electroencephalogr Clin Neurophysiol 1977;43: 500-1
39. Başar E, Gönder A, Urgan P. Important relation between EEG and brain evoked potentials. II. A system analysis of electrical signals from the human brain. Biol Cybern 1976b;25: 41-8
40. Karakaş S, Başar-Eroğlu C. Interrelations between discoveris of the different research approaches of cognitive psychophysiology, 9th World Congress of psychophysiology, Taurmina, Italy, 1998

41. Schürmann M, Başar-Eroğlu C, Başar E. Evoked EEG alpha oscillations in the cat brain - a correlate of primary sensory processing. *Neurosci Lett* 1998;240: 41-4
42. Marrufo VM, Vaquero E, Cardoso JM, Gomez CM. Temporal evolution of alpha and beta bands during visual spatial attention. *Cogn Brain Res* 2001;12: 315-20
43. Haenschel C, Baldeweg T, Croft RJ, Whittington M, Gruzelier J. Gamma and beta frequency oscillations in response to novel auditory stimuli: A comparison of human electroencephalogram (EEG) data with in vitro models. *Proc Natl Acad Sci USA* 2000;97: 7645-50
44. Ray WJ, Cole HW. EEG activity during cognitive processing: influence of attentional factors. *Int J Psychophysiol* 1985;3(1): 43-8
45. Burgess AP, Ali L. Functional connectivity of gamma EEG activity is modulated at low frequency during conscious recollection. *Int J Psychophysiol* 2002;46(2): 91-100
46. Ozgören M, Başar-Eroğlu C, Başar E. Beta oscillations in face recognition. *Int J Psychophysiol*. 2005 Jan;55(1):51-9
47. Guntekin B, Basar E. Emotional face expressions are differentiated with brain oscillations. *Int J Psychophysiol* 2007; 64(1): 91-100
48. Başar E, Schmiedt-Fehr C, Oniz A, Başar-Eroğlu C. Brain oscillations evoked by the face of a loved person. *Brain Res* 2008; 12; 1214: 105-15.
49. Müller GR, Neuper C, Rupp R, Keinrath C, Gerner HJ, Pfurtscheller G. Event-related beta EEG changes during wrist movements induced by functional electrical stimulation of forearm muscles in man. *Neurosci Lett* 2003;340(2): 143-7
50. Kristeva-Feige R, Fritsch Ch, Timmer J, Lücking CH. Effects of attention and precision of exerted force on beta range EEG-EMG synchronization during a maintained motor contraction task. *Clin Neurophysiol* 2002; 113: 124-31
51. Jasper HH. The ten-twenty electrode system of the International Federation. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1958; 10: 371-5
52. Bayazıt O, Kocaaslan S, Aydın B, Erdoğan U, Güdücü Ç, Taşlıca S. Kavram Haritaları ve Beyin Biyofiziği Alanı Tanımları. İçinde: Özgören M, Öniz A., editörler. *The Applied Brain Biophysics, Uygulamalı Beyin Biyofiziği ve Multidisipliner Yaklaşım*. 1. Baskı. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Matbaası; 2009. sf.343-59
53. SPSS for windows, 11.0.1., Lead Tools 1991-2000, Lead Technologies Inc.

54. Öñiz A, Başar E. Prolongation of alpha oscillations in auditory oddball paradigm. *Int J Psychophysiol* 2009; 71(3); 235-41
55. Bràzdil M, Roman R, Daniel P, Rektor I. Intracerebral somatosensory event-related potentials: Effect of response type (buton pressing versus mental counting) on P3-like potential within the human brain. *Clin Neurophysiol* 2003; 114: 1489-96
56. Eimer M, Forster B. The spatial distribution of attentional selectivity in touch: Evidence from somatosensory ERP components. *J Clin Neurophysiol* 2003; 114(7): 1298-306
57. Ohara S, Lenz F, Zhou YD. Sequential neural processes of tactile-visual crossmodal working memory. *Neuroscience* 2006; 139: 299-309
58. Walsh P, Kane N, Butler S. The clinical role of evoked potentials. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2005; 76: 16-22
59. Eimer M, Forster B. Modulations of early somatosensory ERP components by transient and sustained spatial attention. *Exp Brain Res* 2003; 151(1): 24-31
60. Eimer M, Driver J. An event-related brain potential study of cross-modal links in spatial attention between vision and touch. *Psychophysiology* 2000; 37(5): 697-705.
61. Eimer M, Driver J. Crossmodal links in endogenous and exogenous spatial attention: evidence from event-related brain potential studies. *Neurosci Biobehav Rev* 2001; 25(6): 497-511
62. Eimer M, Maravita A, Van Velzen J, Husain M, Driver J. The electrophysiology of tactile extinction: ERP correlates of unconscious somatosensory processing. *Neuropsychologia* 2002; 40(13): 2438-47
63. Ohara S, Lenz FA, Zhou YD. Modulation of somatosensory event-related potential components in a tactile-visual cross-modal task. *Neuroscience* 2006;138(4): 1387-95
64. Valencia M, Alegre M, Iriarte J, Artieda J. High frequency oscillations in the somatosensory evoked potentials (SSEP's) are mainly due to phase-resetting phenomena. *J Neurosci Methods* 2006; 30;154(1-2): 142-8
65. de Tommaso M, Libro G, Guido M, Losito L, Lamberti P, Livrea P. Habituation of single CO2 laser-evoked responses during interictal phase of migraine. *J Headache Pain* 2005; 6(4): 195-8
66. Hamada M, Hanajima R, Terao Y, Sato F, Okano T, Yuasa K, Furubayashi T, Okabe S, Arai N, Ugawa Y. Median nerve somatosensory evoked potentials and

67. Karakas S. A descriptive framework for information processing: An integrative approach. *Int J Psychophysiol* 1997; 26(1-3): 353-68
68. Yordanova J, Kolev V. Developmental changes in the relationship between EEG theta response and P300. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1997; 104: 418-30
69. Başar-Eroğlu C, Demiralp T, Schürmann M, Başar E. Topological distribution of oddball 'P300' responses. *Int J Psychophysiol* 2001; 39: 213-20
70. Öniz A, Başar E. Oscillatory Responses In Visual And Auditory Oddball. 13th World Congress of Psychophysiology-The Olympics of the Brain, *Int J Psychophysiol*, 61(3): 369
71. Yılmaz Ö. Fizyoterapide kullanılmak üzere somatosensoriyel uyaranların değerlendirilmesine yönelik elektrofizyolojik bir metodun geliştirilmesi. *Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Doktora Tezi* 2006
72. Demiralp T, Başar E. Theta rhythmicities following expected visual and auditory targets. *Int J Psychophysiol* 1992; 13: 147-60
73. Irak M, Karakaş S. Dikkatin beynin nöroelektrik tepkilerine etkisi. *3P Dergisi* 2000; 8(3): 182-94
74. Irak M, Karakaş S. Yüksek ve Düşük Dikkat Performansı Gösteren Bireylerin Olay-İlişkili Potansiyel ve Gamma Tepkileri. *Klinik Psikiyatri* 2002; 5: 169-76
75. Karakaş S. Bilgi İşlemede Entegratif Model. In: Ed's Karakaş S, Aydın H, Erdemir C, Özemsi Ç, Multidisipliner Yaklaşımla Beyin ve Kognisyon, *Çizgi Tıp*, Ankara, 2000; 13:140-9
76. Burgess AP, Gruzelier JH. Short duration power changes in the EEG during recognition memory for words and faces. *Psychophysiology* 2003; 37: 596-606
77. Caplan JB, Madsen JR, Raghavachari S, Kahana MJ. Distinct patterns of brain oscillations underlie two basic parameters of human maze learning. *J Neurophysiol* 2001; 86: 368-80
78. Gevins A, Smith ME, McEvoy L, Yu D. Highresolution EEG mapping of cortical activation related to working memory: Effects of task difficulty, type of processing and practice. *Cereb Cortex* 1997; 7(4): 374-85
79. Kahana MJ, Sekuler R, Caplan JB, Kirschen M, Madsen JR. Human theta oscillations exhibit task dependence during virtual maze navigation. *Nature* 1999;399: 781-4



80. Klimesch W. EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: A review and analysis. *Brain Res Brain Res Rev* 1999; 29(2-3): 169-95
81. Sarnthein J, Petsche H, Rappersberger P, Shaw GL, von Stein A. Synchronization between prefrontal and posterior association cortex during human working memory. *Proc Natl Acad Sci U S A* 1998; 95: 7092-6
82. Schack B, Klimesch W, Sauseng P. Phase synchronization between theta and upper alpha oscillations in a working memory task. *Int J Psychophysiol* 2005; 57: 105-14
83. Baddeley A. Working memory. *Science* 1992; 255(5044): 556-9
84. Collette F, Salmon E, Van der Linden M, Chicherio C, Belleville S, Degueldre C, Delfiore G, Franck G. Regional brain activity during tasks devoted to the central executive of working memory. *Cogn Brain Res* 1999; 7(3): 411-7
85. Cowan N. An embedded-processes model of working memory. In: Ed's Miyake A, Shah P, *Models of Working Memory: Mechanisms of Active Maintenance and Executive Control*, New York, Cambridge Univ. Press, 1999; 62-101
86. Miller EK, Freedman DJ, Wallis JD. The prefrontal cortex: Categories, concepts and cognition, *Philosophical Transactions of The Royal Society of London. Series B, Biological Sciences* 2002; 357:1123-36
87. Schmiedt C, Brand A, Hildebrandt H, Başar-Eroğlu C. Event-related theta oscillations during working memory tasks in patients with schizophrenia and healthy controls. *Brain Res Cogn Brain Res* 2005; 25(3): 936-47
88. Babiloni C, Frisoni GB, Pievani M, Toscano L, Del Percio C, Geroldi C, Eusebi F, Miniussi C, Rossini PM. White-matter vascular lesions correlate with alpha EEG sources in mild cognitive impairment. *Neuropsychologia* 2008;46(6):1707-20
89. Kriegseis A, Hennighausen E, Rösler F, Röder B. Reduced EEG alpha activity over parieto-occipital brain areas in congenitally blind adults. *Clin Neurophysiol* 2006; 117(7): 1560-73
90. Franciotti R, Ciancetta L, Della Penna S, Belardinelli P, Pizzella V, Romani GL. Modulation of alpha oscillations in insular cortex reflects the threat of painful stimuli. *Neuroimage* 2009; 46(4): 1082-90
91. Oniz A, Başar E. Prolongation of alpha oscillations in auditory oddball paradigm. *Int J Psychophysiol*. 2009; 71(3):235-4

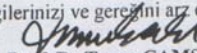


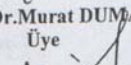
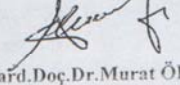
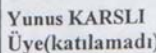
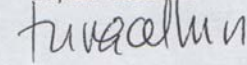
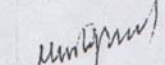
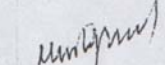
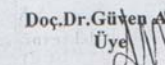
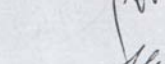
92. Dockstader C, Gaetz W, Cheyne D, Tannock R. Oscillatory activity in the human somatosensory cortex is modified by expectancy. *Int Congr Ser* 1300 2007; 375-8
93. Cheron G, Cebolla AM, De Saedeleer C, Bengoetxea A, Leurs F, Leroy A, Dan B. Pure phase-locking of beta/gamma oscillation contributes to the N30 frontal component of somatosensory evoked potentials. *BMC Neurosci* 2007; 18;8: 75
94. Kisley MA, Cornwell ZM. Gamma and beta neural activity evoked during a sensory gating paradigm: effects of auditory, somatosensory and cross-modal stimulation. *Clin Neurophysiol* 2006; 117(11): 2549-63
95. Bauer M, Oostenveld R, Peeters M, Fries P. Tactile spatial attention enhances gamma-band activity in somatosensory cortex and reduces low-frequency activity in parieto-occipital areas. *J Neurosci.* 2006; 26(2): 490-501
96. Li Hegner Y, Lutzenberger W, Leiberg S, Braun C. The involvement of ipsilateral temporoparietal cortex in tactile pattern working memory as reflected in beta event-related desynchronization. *Neuroimage.* 2007; 37(4): 1362-70
97. Başar E. The theory of the whole-brain-work. *Int J Psychophysiol* 2006; 60(2): 133-8

## TEZ PROJESİ İLE İLİNTİLİ YAYIN VE BİLDİRİLER (TPY)

1. Oniz A., Guducu C., Aydın B., Ozgoren M. "Event-Related Delta and Theta Responses by Tactile Stimuli" Journal of Neurological Sciences (in Turkish) 2008: 25:(2), 15; 117-127. (Araştırma Makalesi)
2. Guducu C., Oniz A., Aydın B., Ozgoren M. Beyinde Multimodal Alfa Yanıtları. 13. Biyomedikal Mühendisliği Ulusal Toplantısı, BİYOMUT 2008, ODTÜ, Ankara. (Poster)
3. Oniz A., Guducu C., Aydın B., Ozgoren M. "Event-Related Oscillatory Responses By Tactile Stimuli". Genç Bilim İnsanları ile Beyin Biyofiziği II. Çalıştayı, DEU, İzmir. (Poster)
4. Öniz A., Güdücü Ç., Aydın B., Özgören M.(2008). Slow Oscilatory Responses to Tactile Stimuli. International Journal of Psychophysiology, 2008: 69(3); 294. (Özet)

**EKLER**

Ek 1 Etik Kurul İzni

<b>DOKUZ EYLÜL KLİNİK VE LABORATUVAR ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU</b>	
Tarih ve Sayı: 24.12.2007/ 405	
<p><b><u>Etik Kurul Üyeleri</u></b> Prof.Dr.Taner ÇAMSARI Prof.Dr.Tunç ALKIN Doç.Dr.M.Hakan ÖZDEMİR Doç.Dr.Ayça Arzu SAYINER Doç.Dr.Vesile ÖZTÜRK Doç.Dr.Mustafa SEÇİL Doç.Dr.Murat DUMAN Doç.Dr.Güven ASLAN Yard.Doç.Dr.Murat ÖRMEN Öğr.Gör.Uzm.Dr.Ahmet Can BİLGİN Yunus KARSLI</p> <p><b><u>Etik Kurul Başkanı</u></b> Prof.Dr.Taner ÇAMSARI</p> <p><b><u>Etik Kurul Sekreteri</u></b> Hatice İÇCİ</p>	<p style="text-align: center;"><b>DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ DEKANLIĞINA,</b></p> <p>Etik Kurulumuzun 19 Aralık 2007 tarih ve 04/27/2007 no.lu toplantısında, 362/2007 Protokol numaralı Biyofizik Anabilim Dalı Öğretim Görevlilerinden Öğr.Gör.Adile ÖNİZ'in sorumlusu ve yöneticisi olduğu, "Beyin Damar Hastalıklarında Elektrofizyolojik değişimler" isimli projenin uygulanmasında etik açıdan sakınca yoktur. TÜBİTAK'tan destek sağlandıktan sonra etik kurulumuza bilgi verilmesi önemle rica olunur.</p> <p>Katılanların oy birliği ile karar verilmiştir.</p> <p>Bilgilerinizi ve gereğini arz ederim.</p> <p style="text-align: center;"> Prof. Dr. Taner ÇAMSARI Klinik ve Laboratuvar Araştırmaları Etik Kurul Başkanı</p> <p style="text-align: center;"> Doç. Dr. M. Hakan ÖZDEMİR Üye</p> <p style="text-align: center;"> Doç. Dr. Vesile ÖZTÜRK Üye</p> <p style="text-align: center;"> Doç. Dr. Murat DUMAN Üye</p> <p style="text-align: center;"> Yard. Doç. Dr. Murat ÖRMEN Üye</p> <p style="text-align: center;"> Yunus KARSLI Üye(katılmadı)</p> <p style="text-align: right;"> Prof. Dr. Tunç ALKIN Başkan Yardımcısı</p> <p style="text-align: right;"> Doç. Dr. Ayça Arzu SAYINER Üye</p> <p style="text-align: right;"> Doç. Dr. Mustafa SEÇİL Üye</p> <p style="text-align: right;"> Doç. Dr. Güven ASLAN Üye</p> <p style="text-align: right;"> Öğr. Gör. Uzm. Dr. Ahmet Can BİLGİN Üye</p>
Tel: 0232 412 22 54	

Ek 2.1 Edinburgh el tercihi anketi



Dokuz Eylül Üniversitesi  
Tıp Fakültesi  
Biyofizik Anabilim Dalı

Balçova, 35340, İzmir.  
Telefon: 0- 232 412 4481 Faks: 0- 232 412 4489



**El Kullanımı Testi**

**Adı Soyadı:**

**Yaş :**

**Cinsiyet** :Kadın ( ) Erkek ( )

Sağ veya sol elinizi hangi işlemlerde kullandığınızı bilmek istiyoruz. Lütfen her işlemden kullandığınız ele göre 'sol' veya 'sağ' hanesini işaretleyin. Mesela yazı yazarken, genellikle sağ ama ara sıra sol elinizi kullanıyorsanız, her iki haneye bir **X** yapın. Daima sağ elinizi kullanıyorsanız, **XX** yazın. Diğer soruları aynı şekilde cevaplandırın.

		Sol	Sağ
1	Yazmak		
2	Çizmek		
3	Taş Atmak		
4	Makas kullanmak		
5	Diş fırçası kullanmak		
6	Bıçak kullanmak		
7	Kaşık kullanmak		
8	Süpürge kullanmak (üst el)		
9	Kibrit çakmak		
10	Kutunun kapağını açmak		

$$LQ = \frac{\sum R - \sum L}{\sum R + \sum L} \times 100$$

LQ =

---

Ek 2.2 Kayıt Bilgi Formu

**KAYIT BİLGİ FORMU**

Tarih: .../.../200...

Sayı : 200.../.....

Adı Soyadı: ..... Cinsiyet: ..... Yaş: ..... Başlama Saati: ..... : .....

Tıbbi Geçmiş:

Kullanılan İlaçlar:

Sigara(Pasif İçici?):

Alkol:

Kahve/Çay:

Şimdi:

Uyku:

(Önceki gece?):

Son Mens Tarihi?...../...../..... [ ]Düzenli [ ]Düzensiz [ ] Menapoz (OKS?.....)

Tansiyon:.....mmHg / .....mmHg

İzole Oda Ortalama Sıcaklığı:..... °C

Diğer Notlar :

**DENEYSEL KURULUM**

[ ] LAB I

[ ] LABII

Kullanılan Sistem:[ ]Nihon Koh. 32

[ ]Nihon Koh. 10

[ ] Braindata 16

[ ]Synamps 32

[ ]Synamps 64

[ ] Nuamps 40

Uyaran Uygulama:[ ]MATLAB

[ ]STIM

[ ] Braindata Stim

EEG Bonesi: Model: [ ] Renk:[ ] Elektrot No: [ ] Boyut:

[ ] ANT CAP: • Large (L; 58-62 cm) • Medium (M; 54-58 cm) • Small (S; 50-54 cm) ]

İyon-Nasion Mesafesi:.....cm Kafatası Çevresi:.....cm

Paradigmalar: [ ] Görsel [ ] İşitsel [ ]Somato [ ] Yüz Tanıma [ ]Dikotik(Ton/Hece)

Dosya ismi

Paradigma türü

(Counted / Target / TOTAL) STIMULİ

Örnek:.....sskikovep.....(VEP).....30 / 32 / 120.....

..... ss \_\_\_ spn.....Spontan EEG (1.5dak. göz kapalı+1.5dak.gözaçık).....

..... ss \_\_\_ sepmr.....SEP multichannel (right hand).....

..... ss \_\_\_ serpmr.....SERP multichannel (right hand)..... / / .....

..... ss \_\_\_ sepml.....SEP multichannel (left hand).....

..... ss \_\_\_ serpml.....SERP multichannel (left hand)..... / / .....

..... ss \_\_\_ aep.....AEP.....

..... ss \_\_\_ aerp.....AERP..... / / .....

..... ss \_\_\_ vep.....VEP.....

Bitiş Saati: ..... : .....

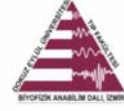
Operatör(ler): .....

DENEME NOTLARI:

GÖNÜLLÜNÜN DÜŞÜNCELERİ:



**Biyofizik Anabilim Dalı**  
**Tıp Fakültesi**  
**Dokuz Eylül Üniversitesi**  
Balçova, 35340, İzmir  
Tel: 232- 412 4481 Tel ve faks: 232- 4485



Adı Soyadı:

.../.../200...

Saat: .....:.....

### STAI FORM TX-1

**YÖNERGE:** Aşağıda kişilerin kendilerine ait duygularını anlatmada kullandıkları bir takım ifadeler verilmiştir. Her ifadeyi okuyun, sonra da nasıl hissettiğinizi ifadelerin sağ tarafındaki parantezlerden uygun olanını karalamak suretiyle belirtin. Doğru ya da yanlış cevap yoktur. Herhangi bir ifadenin üzerinde fazla zaman sarf etmeksizin anında nasıl hissettiğinizi gösteren cevabı işaretleyin.

	Hiç	Biraz	Çok	Tamamıyla
1. Şu anda sakinim	(1)	(2)	(3)	(4)
2. Kendimi emniyette hissediyorum.	(1)	(2)	(3)	(4)
3. Şu anda sinirlerim gergin	(1)	(2)	(3)	(4)
4. Pişmanlık duygusu içindeyim.	(1)	(2)	(3)	(4)
5. Şu anda huzur içindeyim.	(1)	(2)	(3)	(4)
6. Şu anda hiç keyfim yok.	(1)	(2)	(3)	(4)
7. Başıma geleceklerden endişe ediyorum.	(1)	(2)	(3)	(4)
8. Kendimi dinlenmiş hissediyorum.	(1)	(2)	(3)	(4)
9. Şu anda kaygılıyım.	(1)	(2)	(3)	(4)
10. Kendimi rahat hissediyorum.	(1)	(2)	(3)	(4)
11. Kendime güvenim var.	(1)	(2)	(3)	(4)
12. Şu anda asabım bozuk	(1)	(2)	(3)	(4)
13. Çok sinirliyim.	(1)	(2)	(3)	(4)
14. Sinirlerimin çok gergin olduğunu hissediyorum.	(1)	(2)	(3)	(4)
15. Kendimi rahatlamış hissediyorum.	(1)	(2)	(3)	(4)
16. Şu anda halimden memnunum.	(1)	(2)	(3)	(4)
17. Şu anda endişeliyim.	(1)	(2)	(3)	(4)
18. Heyecandan kendimi şaşkına dönmüş hissediyorum.	(1)	(2)	(3)	(4)
19. Şu anda sevinçliyim.	(1)	(2)	(3)	(4)
20. Şu anda keyfim yerinde	(1)	(2)	(3)	(4)

Durumluk kaygı puanı: .....

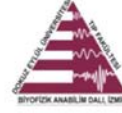
Güncelleme tarihi: 13.01.2009

Ek 2.4 Psikolojik Belirti Tarama Testi (SCL-90R)



Ad ve Soyad:

**Biyofizik Anabilim Dalı**  
**Tıp Fakültesi**  
**Dokuz Eylül Üniversitesi**  
Balçova, 35340, İzmir  
Tel: 232- 412 4481 Tel ve faks: 232- 4124489



Tarih:...../...../200...

Saat:.....:.....

**SCL-90-R**

Aşağıda zaman zaman herkeste olabilecek yakınma ve sorunların bir listesi vardır. Lütfen her birini dikkatlice okuyunuz. Sonra her bir durumun, bugün de dahil olmak üzere son on beş gün içinde sizi ne ölçüde huzursuz ve tedirgin ettiğini göz önüne alarak, cevap kağıdında belirtilen tanımlamalardan (Hiç / Çok az / Orta derecede / Oldukça fazla / İleri derecede) uygun olanının (yalnızca bir seçeneğin) altındaki parantez arasına bir (x) işareti koyunuz. Düşüncenizi değiştirirseniz ilk yaptığınızı tamamen silmeyi unutmayınız. Lütfen anlamadığınız bir cümleyle karşılaştığınızda uygulamacıya danışınız.

	Hiç	Çok az	Orta derecede	Oldukça Fazla	İleri derecede
1. Baş ağrısı	( )	( )	( )	( )	( )
2. Sinirlilik ya da içinin titremesi	( )	( )	( )	( )	( )
3. Zihinden atamadığınız, yineleyici, hoşa gitmeyen düşünceler	( )	( )	( )	( )	( )
4. Baygınlık veya baş dönmesi	( )	( )	( )	( )	( )
5. Cinsel arzu ve ilginin kaybı	( )	( )	( )	( )	( )
6. Başkaları tarafından eleştirilme duygusu	( )	( )	( )	( )	( )
7. Herhangi bir kimsenin düşüncelerimizi kontrol edebileceği fikri	( )	( )	( )	( )	( )
8. Sorunlarınızdan pek çoğu için başkalarının suçlanması gerektiği duygusu	( )	( )	( )	( )	( )
9. Olayları anımsamada güçlük	( )	( )	( )	( )	( )
10. Dikkatsizlik veya sakarlıkla ilgili endişeler	( )	( )	( )	( )	( )
11. Kolayca gücenme, rahatsız olma hissi	( )	( )	( )	( )	( )
12. Göğüs veya kalp bölgesinde ağrılar	( )	( )	( )	( )	( )
13. Caddelerde veya açık alanlarda korku hissi	( )	( )	( )	( )	( )
14. Enerjinizde azalma veya yavaşlama hali	( )	( )	( )	( )	( )
15. Yaşamınızın sonlanması düşünceleri	( )	( )	( )	( )	( )
16. Başka kişilerin duymadıkları sesleri duyma	( )	( )	( )	( )	( )
17. Titreme	( )	( )	( )	( )	( )
18. Çoğu kişiye güvenilmemesi gerektiği hissi	( )	( )	( )	( )	( )
19. İştah azalması	( )	( )	( )	( )	( )
20. Kolayca ağlama	( )	( )	( )	( )	( )
21. Karşı cinsten kişilerle utangaçlık ve rahatsızlık hissi	( )	( )	( )	( )	( )
22. Tuzaga düşürülmüş veya yakalanmış olma hissi	( )	( )	( )	( )	( )
23. Bir neden olmaksızın aniden korkuya kapılma	( )	( )	( )	( )	( )
24. Kontrol edilemeyen öfke patlamaları	( )	( )	( )	( )	( )
25. Evden dışarı yalnız çıkma korkusu	( )	( )	( )	( )	( )
26. Olanlar için kendisini suçlama	( )	( )	( )	( )	( )



	Hiç	Çok az	Orta derecede	Oldukça Fazla	İleri derecede
27. Belin alt kısmında ağrılar	( )	( )	( )	( )	( )
28. İşlerin yapılmasında erteleme duygusu	( )	( )	( )	( )	( )
29. Yalnızlık hissi	( )	( )	( )	( )	( )
30. Karamsarlık hissi	( )	( )	( )	( )	( )
31. Her şey için çok fazla endişe duyma	( )	( )	( )	( )	( )
32. Her şeye karşı ilgisizlik hali	( )	( )	( )	( )	( )
33. Korku hissi	( )	( )	( )	( )	( )
34. Duygularınızın kolayca incitilebilmesi hali	( )	( )	( )	( )	( )
35. Diğer insanların sizin özel düşüncelerinizi bilmesi	( )	( )	( )	( )	( )
36. Başkalarının sizi anlamadığı veya hissedemeyeceği duygusu	( )	( )	( )	( )	( )
37. Başkalarının sizi sevmediği ya da dostça olmayan davranışlar gösterdiği hissi	( )	( )	( )	( )	( )
38. İşlerin doğru yapıldığından emin olabilmek için çok yavaş yapma	( )	( )	( )	( )	( )
39. Kalbin çok hızlı çarpması	( )	( )	( )	( )	( )
40. Bulantı veya midede rahatsızlık hissi	( )	( )	( )	( )	( )
41. Kendini başkalarından aşağı görme	( )	( )	( )	( )	( )
42. Adale (kas) ağrıları	( )	( )	( )	( )	( )
43. Başkalarının sizi gözlediği veya hakkınızda konuştuğu hissi	( )	( )	( )	( )	( )
44. Uykuya dalmada güçlük	( )	( )	( )	( )	( )
45. Yaptığınız işleri bir ya da birkaç kez kontrol etme	( )	( )	( )	( )	( )
46. Karar vermede güçlük	( )	( )	( )	( )	( )
47. Otobüs, tren, metro gibi araçlarla yolculuk etme korkusu	( )	( )	( )	( )	( )
48. Nefes almada güçlük	( )	( )	( )	( )	( )
49. Soğuk veya sıcak basması	( )	( )	( )	( )	( )
50. Sizi korkutan belirli uğraş, yer ve nesnelere kaçınma durumu	( )	( )	( )	( )	( )
51. Hiçbir şey düşünmeme hali	( )	( )	( )	( )	( )
52. Bedeninizin bazı kısımlarında uyuşma, karıncalanma olması	( )	( )	( )	( )	( )
53. Boğazınıza bir yumru tıkanmış olma hissi	( )	( )	( )	( )	( )
54. Gelecek konusunda ümitsizlik	( )	( )	( )	( )	( )
55. Düşüncelerinizi bir konuya yoğunlaştırmada güçlük	( )	( )	( )	( )	( )
56. Bedeninizin çeşitli kısımlarında zayıflık hissi	( )	( )	( )	( )	( )
57. Gerginlik veya çöşku hissi	( )	( )	( )	( )	( )
58. Kol ve bacaklarda ağırlık hissi	( )	( )	( )	( )	( )
59. Ölüm ya da öle düşünceleri	( )	( )	( )	( )	( )
60. Aşırı yemek yeme	( )	( )	( )	( )	( )

	Hiç	Çok az	Orta derecede	Oldukça Fazla	İleri derecede
61. İnsanlar size baktığı veya hakkınızda konuştuğu zaman rahatsızlık duyma	( )	( )	( )	( )	( )
62. Size ait olmayan düşüncelere sahip olma	( )	( )	( )	( )	( )
63. Bir başkasına vurmak, zarar vermek, yaralamak dürtülerinin olması	( )	( )	( )	( )	( )
64. Sabahın erken saatlerinde uyanma	( )	( )	( )	( )	( )
65. Yıkama, sayma, dokunma gibi bazı hareketleri yineleme hali	( )	( )	( )	( )	( )
66. Uykuda huzursuzluk rahat uyuyamama	( )	( )	( )	( )	( )
67. Bazı şeyleri kırıp dökme isteği	( )	( )	( )	( )	( )
68. Başkalarının paylaşıp Kabul etmediği inanç ve düşüncelerin olması	( )	( )	( )	( )	( )
69. Başkalarının yanında kendini çok sıkılgan hissetme	( )	( )	( )	( )	( )
70. Çarşı, sinema gibi kalabalık yerlerde rahatsızlık hissi	( )	( )	( )	( )	( )
71. Her şeyin bir yük gibi görünmesi	( )	( )	( )	( )	( )
72. Dehşet ve panik nöbetleri	( )	( )	( )	( )	( )
73. Toplum içinde yiyip-içerken huzursuzluk hissi	( )	( )	( )	( )	( )
74. Sık sık tartışmaya girme	( )	( )	( )	( )	( )
75. Yalnız bırakıldığında sinirlilik hali	( )	( )	( )	( )	( )
76. Başkalarının sizi başarılarınız için yeterince takdir etmediği duygusu	( )	( )	( )	( )	( )
77. Başkalarıyla birlikte olunan durumlarda bile yalnızlık hissetme	( )	( )	( )	( )	( )
78. Yerinizde duramayacak ölçüde huzursuzluk duyma	( )	( )	( )	( )	( )
79. Değersizlik duygusu	( )	( )	( )	( )	( )
80. Size kötü bir şey olacaktı duygusu	( )	( )	( )	( )	( )
81. Bağırma ya da eşyaları fırlatma	( )	( )	( )	( )	( )
82. Topluluk içinde bayılacağınız korkusu	( )	( )	( )	( )	( )
83. Eğer izin verirsiniz insanların sizi sömüreceği duygusu	( )	( )	( )	( )	( )
84. Cinsiyet konusunda sizi çok rahatsız eden düşüncelerin olması	( )	( )	( )	( )	( )
85. Günahlarınızdan dolayı cezalandırılmanız gerektiği düşüncesi	( )	( )	( )	( )	( )
86. Korkutucu türden düşünce ve hayaller	( )	( )	( )	( )	( )
87. Bedeninizin ciddi bir rahatsızlık olduğu düşüncesi	( )	( )	( )	( )	( )
88. Başka bir kişiye asla yakınlık duyamama	( )	( )	( )	( )	( )
89. Suçluluk duygusu	( )	( )	( )	( )	( )
90. Aklınızda bir bozukluğun olduğu düşüncesi	( )	( )	( )	( )	( )

**Not:**

Güncelleme: 16 / 11 / 07

EK 2.5 Kısa Semptom Envanteri

Aşağıda insanların bazen yaşadıkları belirtiler ve yakınmaların bir listesi verilmiştir. Listedeki her maddeyi lütfen dikkatle okuyun. Daha sonra o belirtinin SİZİ BUGÜN DAHİL, SON BİR HAFTADIR NE KADAR RAHATSIZ ETTİĞİNİ yandaki bölmede uygun olan yerde işaretleyin. Her belirtiyi için sadece bir yeri işaretlemeye ve hiçbir maddeyi atlamamaya özen gösterin.		HIÇ	BİRAZ	ORTA DERECEDE	EPEY	ÇOK FAZLA
<b>Aşağıdakiler sizi ne kadar rahatsız ediyor:</b>						
1	İçinizdeki sinirlilik ve titreme hali.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Baygınlık, baş dönmesi.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Bir başka kişinin sizin düşüncelerinizi kontrol edeceği fikri.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Başınıza gelen sıkıntılardan dolayı başkalarının suçlu olduğu fikri.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Olayları hatırlamada güçlük.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	Çok kolayca kızıp öfkelenme.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	Göğüs ( kalp ) bölgesinde ağrılar.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	Meydanlık (açık) yerlerden korkma duygusu.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	Yaşamınıza son verme düşünceleri.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	İnsanların çoğuna güvenilemeyeceği hissi.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	İştahta bozukluklar.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12	Hiçbir nedeni olmayan ani korkular.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13	Kontrol edemediğiniz duygu patlamaları.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14	Başka insanlarla beraberken bile yalnızlık hissetme.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15	İşleri bitirme konusunda kendini engellenmiş hissetme.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16	Yalnızlık hissetme.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17	Hüzünlü, kederli hissetme.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18	Hiçbir şeye ilgi duymama.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19	Ağlamaklı hissetme.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20	Kolayca incinebilme, kırılma.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21	İnsanların sizi sevmediğine, size kötü davrandığına inanmak.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22	Kendini diğerlerinden daha aşağı görme.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
23	Mide bozukluğu, bulantı.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
24	Diğerlerinin sizi gözlediği yada hakkınızda konuştuğu duygusu.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
25	Uykuya dalmada güçlük.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
26	Yaptığınız şeyleri tekrar tekrar doğru mu diye kontrol etme.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
27	Karar vermede güçlükler.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
28	Otobüs, metro, tren gibi umumi vasıtalarla seyahatlerden korkmak.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
29	Nefes darlığı, nefessiz kalma.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
30	Sıcak, soğuk basmaları.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
31	Sizi korkuttuğu için bazı eşya, yer yada etkinliklerden uzak kalmaya çalışma.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
32	Kafanızın "bomboş" kalması.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
33	Bedeninizin bazı bölgelerinde uyuşmalar, karıncalanmalar.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
34	Günahlarınız için cezalandırılmanız gerektiği düşünmek.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
35	Gelecekle ilgili umutsuzluk duyguları içinde olmak.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
36	Konsantrasyonda(dikkati bir şey üzerinde toplama) güçlük/zorlanma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
37	Bedeninizin bazı bölgelerinde zayıflık, güçsüzlük hissi.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
38	Kendini gergin ve tedirgin hissetme.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
39	Ölme ve ölüm üzerine düşünceler.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
40	Birini dövme, ona zarar verme, yaralama isteği.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
41	Bir şeyleri kırma/dökme isteği.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
42	Diğerlerinin yanındayken kendinin çok fazla farkında olmak, yanlış birşeyler yapmamaya çalışmak.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
43	Kalabalıklarda rahatsızlık duymak	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
44	Bir başka insana hiç yakınlık duymamak.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
45	Dehşet ve panik nöbetleri.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
46	Sık sık tartışmaya girmek.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
47	Yalnız bırakıldığında/kaldığında sinirlilik hali.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
48	Başarıları için diğerlerinden yeterince destek görmemek.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
49	Yerinde duramayacak kadar tedirgin hissetme.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
50	Kendini değersiz görme/değersizlik duyguları.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
51	Eğer izin verirsiniz insanların sizi sömüreceği duygusu.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
52	Suçluluk duyguları.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
53	Aklınızda bir bozukluk olduğu fikri.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### *EK 3 Tablo Atıfları*

Barry R, Clarke A, McCarthy R, Selikowitz M. Adjusting EEG coherence for inter-electrode distance effects: An exploration in normal children. *Int J Psychophysiol* 2005;55: 313-21

Başar E, Ozgören M, Oniz A, Schmiedt C, Başar-Eroğlu C. Brain oscillations differentiate the picture of one's own grandmother. *Int J Psychophysiol* 2007;64(1): 81-90

Başar E. *Memory and Brain Dynamic. Oscillations Integrating Attention, Perception, Learning and Memory.* CRC Press, Boca Rato, 2004

Başar E, Başar-Eroğlu C, Karakaş S, Schürmann M. Are cognitive processes manifested in event-related gamma, alpha, theta and delta oscillations in the EEG? *Neurosci Lett* 1999;259(3): 165-8

Başar E. *Brain Function and Oscillations. II. Integrative Brain Function. Neurophysiology and Cognitive Processes.* Berlin Heidelberg, Springer, 1999

Başar E. *Brain Function and Oscillations. I. Brain Oscillations: Principles and Approaches.* Berlin Heidelberg, Springer, 1998

Başar E, Hari R, Lopes da Silva FH, Schürmann M (Eds). *Brain Alpha Activity- New Aspects and Functional Correlates.* *Int J Psychophysiol* 1997;26: 1-482

Başar E. *EEG-Brain Dynamics: Relation between EEG and Brain Evoked Potentials.* First Edition. Amsterdam, Elsevier, 1980

Başar E, Gönder A, Urgan P. Important relation between EEG and brain evoked potentials. I. Resonance phenomena in subdural structures of the cat brain. *Biol Cybern* 1976a;25(1): 27-40

Başar E, Gönder A, Urgan P. Important relation between EEG and brain evoked potentials. II. A system analysis of electrical signals from the human brain. *Biol Cybern* 1976b;25: 41-8

Başar E, Gönder A, Özesmi C, Urgan P. Dynamics of brain rhythmic and evoked potentials. I. Some computational methods for the analysis of electrical signals from the brain. *Biol Cybern* 1975a;20(3-4): 137-43

Başar E, Gönder A, Özesmi C, Urgan P. Dynamics of brain rhythmic and evoked potentials. II. Studies in the auditory pathway, reticular formation, and hippocampus during the waking stage. *Biol Cybern* 1975b;20(3-4): 145-60

Başar-Eroğlu C, Demiralp T, Schürmann M, Başar E. Topological distribution of oddball 'P300' responses. *Int J Psychophysiol* 2001;39: 213-20

Başar-Eroğlu C, Demiralp T. Event-related theta oscillations: An integrative and comparative approach in the human and animal brain. *Int J Psychophysiol* 2001;39(2-3): 167-95

Başar-Eroğlu C, Başar E, Demiralp T, Schürmann M. P300-response: Possible psychophysiological correlates in delta and theta frequency channels, A review. *Int J Psychophysiol* 1992;13: 161-79

Bullock TH, Başar E. Comparison of ongoing compound field potentials in the brain of invertebrates and vertebrates. *Brain Res Rev* 1988;13: 57-75

Burgess AP, Ali L. Functional connectivity of gamma EEG activity is modulated at low frequency during conscious recollection. *Int J Psychophysiol* 2002;46(2): 91-100

Burgess AP, Gruzelier JH. Short duration power changes in the EEG during recognition memory for words and faces. *Psychophysiology* 2000;37: 596-606

Caplan JB, Madsen JR, Raghavachari S, Kahana MJ. Distinct patterns of brain oscillations underlie two basic parameters of human maze learning. *J Neurophysiol* 2001;86: 368-80

Demiralp T, Başar E. Theta rhythmicities following expected visual and auditory targets. *Int J Psychophysiol* 1992;13: 147-60

Doppelmayr M, Klimesch W, Sauseng P, Hödlmoser K, Stadler W, Hanslmayr S. Intelligence related differences in EEG-bandpower. *Neurosci Lett* 2005;381(3): 309-13

Doppelmayr M, Klimesch W, Pachinger Th, Ripper B. Individual differences in brain dynamics: Important implications for the calculation of event-related band powermeasures. *Biol Cybern* 1998;79: 49-57

Gevins A, Smith ME, McEvoy L, Yu D. High-resolution EEG mapping of cortical activation related to working memory: Effects of task difficulty, type of processing and practice. *Cereb Cortex* 1997;7: 374-85

Güntekin B, Başar E. Gender differences influence brain's beta oscillatory responses in recognition of facial expressions. *Neurosci Lett* 2007;424(2):94-9.

Haenschel C, Baldeweg T, Croft RJ, Whittington M, Gruzelier J. Gamma and beta frequency oscillations in response to novel auditory stimuli: A comparison of human electroencephalogram (EEG) data with in vitro models. *Proc Natl Acad Sci USA* 2000;97: 7645-50

Irak M, Karakaş S. Yüksek ve düşük dikkat performansı gösteren bireylerin olay-ilişkili potansiyel ve gamma tepkileri. *Klinik Psikiyatri* 2002;5: 169-76

- Irak M, Karakaş S. Dikkatin beynin nöroelektrik tepkilerine etkisi. 3P Dergisi 2000;8(3): 182-94
- Jensen O, Gelfand J, Kounios J, Lisman JE. Oscillations in the alpha band (9-12 Hz) increase with memory load during retention in a short-term memory task. Cereb Cortex 2002;12: 877-82
- Kahana MJ, Sekuler R, Caplan JB, Kirschen M, Madsen JR., Human theta oscillations exhibit task dependence during virtual maze navigation. Nature 1999;399: 781-4
- Karakaş S. Bilgi İşlemede Entegratif Model. In: Karakaş S, Aydın H, Erdemir C, Özesmi Ç (Eds) Multidisipliner Yaklaşımla Beyin ve Kognisyon, Çizgi Tıp, Ankara, 2000;13: 140-149
- Karakaş S. A descriptive framework for information processing: an integrative approach. Int J Psychophysiol 1997; 26(1-3): 353-68
- Karakaş S, Erzenin OU, Başar E. The genesis of human event-related responses explained through the theory of oscillatory neural assemblies. Neurosci Lett 2000a;285: 45-8
- Karakaş S, Erzenin OU, Başar E. A new strategy involving multiple cognitive paradigms demonstrates that ERP components are determined by the superposition of oscillatory responses. Clin Neurophysiol 2000b;111: 1719-32
- Karakaş S, Başar E. Early gamma response is sensory in origin: A conclusion based on cross-comparison of results from multiple experimental paradigms. Int J Psychophysiol 1998;31: 13-31
- Klimesch W. EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: A review and analysis. Brain Res Rev 1999;29: 169-95
- Klimesch W. Memory processes, brain oscillations and EEG synchronization. Int J Psychophysiol 1996;24(1-2): 61-100
- Klimesch W, Doppelmayr M, Yonelinas A, Kroll NE, Lazzara M, Rohm D, Gruber W. Theta synchronization during episodic retrieval: Neural correlates of conscious awareness. Brain Res Cogn Brain Res 2001;12: 33-8
- Klimesch W, Doppelmayr M, Russegger H, Pachinger T, Schwaiger J. Induced alpha band power changes in the human EEG and attention. Neurosci Lett 1998; 244(2): 73-76
- Klimesch W, Doppelmayr M, Schimke H, Ripper B. Theta synchronization and alpha desynchronization in a memory task. Psychophysiology 1997;34: 169-76
- Klimesch W, Doppelmayr M, Russegger H, Pachinger Th. Theta band power in human scalp EEG and encoding of new information. NeuroReport 1996;7: 1235-40

- Klimesch W, Schimke H, Schwaiger J. Episodic and semantic memory: An analysis in the EEG theta and alpha band. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1994;91: 428-41
- Lang M, Lang W, Diekmann V, Kornhuber HH. The frontal theta rhythm indicating motor and cognitive learning. In: Jr Johnson R, Rohrbaugh JW, Parasuraman R (Eds). *Current Trends in Event-Related Potential Research 1987; (EEG Suppl. 40): 322-7*
- Marrufo VM, Vaquero E, Cardoso JM, Gomez CM. Temporal evolution of alpha and beta bands during visual spatial attention. *Cogn Brain Res* 2001;12: 315-20
- Miller R. *Cortico-hippocampal interplay and the representation of contexts in the brain*. Berlin, Springer, 1991
- Mizuki Y, Masotoshi T, Isozaki H, Nishijima H, Inanaga K. Periodic appearance of theta rhythm in the frontal midline area during performance of a mental task. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1980;49: 345-51
- Neubauer AC, Grabner RH, Fink A, Neuper C. Intelligence and neural efficiency: Further evidence of the influence of task content and sex on the brain-IQ relationship. *Cog Brain Res* 2005;25: 217-25
- Özgören M, Başar-Eroğlu C, Başar E. Beta oscillations in face recognition. *Int J Psychophysiol* 2005;55: 51-9
- Penfield W. *The Excitable Cortex in Conscious Man*. Liverpool University Press, 1958
- Pesonen M, Bjornberg CH, Hamalainen H, Krause CM. Brain oscillatory 1-30 Hz EEG ERD/ERS responses during the different stages of an auditory memory search task. *Neurosci Lett* 2006;399: 45-50
- Polich, J., Criado JR. Neuropsychology and neuropharmacology of P3a and P3b. *Int J Psychophysiol* 2006;60: 172-185
- Ray WJ, Cole HW. EEG activity during cognitive processing: Influence of attentional factors. *Int J Psychophysiol* 1985;3(1): 43-8
- Röschke J, Mann K, Riemann D, Frank C, Fell J. Sequential analysis of the brain's transfer properties during consecutive REM episodes. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1995;96: 390-7
- Sakowitz OW, Schürmann M, Başar E. Oscillatory frontal theta responses are increased upon bisensory stimulation. *Clin Neurophysiol* 2000;111: 884-93
- Sarnthein J, Petsche H, Rappersberger P, Shaw GL, von Stein A. Synchronization between prefrontal and posterior association cortex during human working memory. *Proc Natl Acad Sci USA* 1998;95: 7092-6

Sauseng P, Klimesch W, Gruber W, Doppelmayr M, Stadler W, Schabus M. The interplay between theta and alpha oscillations in the human electroencephalogram reflects the transfer of information between memory systems. *Neurosci Lett* 2002;324: 121-4

Schack B, Klimesch W, Sauseng P. Phase synchronization between theta and upper alpha oscillations in a working memory task. *Int J Psychophysiol* 2005;57: 105-14

Schürmann M, Başar-Eroğlu C, Kolev V, Başar E. A new metric for analyzing single-trial event-related potentials (ERPs) application to human visual P300 delta response. *Neurosci Lett* 1995;197: 167-70

Stampfer HG, Başar E. Does frequency analysis lead to better understanding of human event related potentials. *Int J Neurosci* 1985;26: 181-96

Tesche CD, Karhu J. Theta oscillation index human hippocampal activation during a working memory task. *Proc Natl Acad Sci USA* 2000;97: 919-24

Whittington MA, Traub RD, Kopell N, Ermentrout B, Buhl EH. Inhibition-based rhythms: Experimental and mathematical observations on network dynamics. *Int J Psychophysiol* 2000;38(3):315-36

Yılmaz Ö. Fizyoterapide kullanılmak üzere somatosensoriyel uyaranların değerlendirilmesine yönelik elektrofizyolojik bir metodun geliştirilmesi. *Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Doktora Tezi* 2006

Yordanova J, Kolev V. Developmental changes in the relationship between EEG theta response and P300. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1997;104: 418-30