

T.C.  
MERSİN ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
FİZYOLOJİ ANABİLİM DALI

**ÖDEV ZORLUĞUNUN BEYİNDEKİ İNHİBİTÖR VE AKTİVATÖR  
SÜREÇLER ÜZERİNE ETKİLERİNİN GÖRSEL BAS-BASMA  
PARADİGMASI İLE ARAŞTIRILMASI**

Berrin MARAŞLIGİL

DOKTORA TEZİ

DANIŞMAN

Doç. Dr. Tolgay ERGENOĞLU

MERSİN-2016

T.C.  
MERSİN ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
FİZYOLOJİ ANABİLİM DALI

**ÖDEV ZORLUĞUNUN BEYİNDEKİ İNHİBİTÖR VE AKTİVATÖR  
SÜREÇLER ÜZERİNE ETKİLERİNİN GÖRSEL BAS-BASMA  
PARADİGMASI İLE ARAŞTIRILMASI**

Berrin MARAŞLIGİL

DOKTORA TEZİ

DANIŞMAN

Doç. Dr. Tolgay ERGENOĞLU

Bu tez, Mersin Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından  
BAP-SBE FB (BM) 2014-2 DR nolu proje olarak desteklenmiştir.

Tez No: 45.....


MERSİN-2016

**Mersin Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü**

Fizyoloji Anabilim Dalı Doktora Tezi Programı çerçevesinde yürütülmüş olan “Ödev Zorluğunun Beyindeki İnhibitör ve Aktivatör Süreçler Üzerine Etkilerinin Görsel Bas-Basma Paradigması İle Araştırılması” başlıklı çalışma, jürimiz tarafından Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 04/08/2016

  
Doç. Dr. Tolgay ERGENOĞLU  
Mersin Üniversitesi

  
Doç. Dr. Eylem TAŞKIN GÜVEN  
İstanbul Bilim Üniversitesi

  
Doç. Dr. Sayad KOCAHAN  
Adıyaman Üniversitesi

  
Yrd. Doç. Dr. Leyla ŞAHİN  
Mersin Üniversitesi

  
Yrd. Doç. Dr. Nail Can ÖZTÜRK  
Mersin Üniversitesi

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunun...08.08.2016...tarih ve...2016/30...sayılı kararı ile kabul edilmiştir.

  
Prof. Dr. Bahır COSKUN YILMAZ  
Enstitü Müdürü



## TEŞEKKÜR

Doktora dönemimde, akademik açıdan ve tez çalıŐmalarımın her aşamasında verdiği katkıdan dolayı Anabilim Dalı baŐkanı ve danışman hocam Sn. Doç. Dr. Tolgay ERGENOĞLU'na sonsuz teşekkür ederim.

ÇalıŐmamın deney aşamasında yapmıŐ olduğu katkılardan dolayı ArŐ. Gör. Dilan Deniz KOYUNCU'ya çok teşekkür ederim.

Varlığıyla yaŐamımı renklendiren, tüm hayatımı paylaŐtıĐım sevgili eŐim ve oğullarıma ve her zaman yanımda olduklarını bildiğim aileme sonsuz teŐekkürler...

Berrin MARAŞLIGİL

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa

KABUL ve ONAY .....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
İÇİNDEKİLER .....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	x
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	xii
ÖZET .....	xiv
1.GİRİŞ.....	1
2.GENEL BİLGİLER .....	3
2.1. Elektroansefalogram .....	3
2.1.1. Elektroansefalogramın Elektrojenezi.....	4
2.1.2. Elektroansefalogramı oluşturan nöronal yapılar.....	6
2.2.Uyarılma Potansiyelleri .....	7
2.3. Olaya İlişkin Potansiyeller.....	10
2.3.1. Olaya İlişkin Potansiyel Bileşenleri.....	12
2.3.1.1. P3 (P300) .....	12
2.3.1.2. N2 (N200) .....	14
2.3.1.3. P2 (P200) .....	15
2.3.1.4. N1 (N100).....	15
2.3.1.5. P1 (P100) .....	16
2.4.Yürütücü İşlevler .....	16
2.4.1. İnhibisyon .....	17
2.4.1.1. İnhibisyon Türleri .....	18

2.4.1.2. İnhibisyonun Nöral Mekanizması.....	18
2.4.1.3. Yanıt İnhibisyonunda Nöral Yapı.....	19
2.4.1.4. İnhibisyonun Değerlendirilmesinde Kullanılan Paradigmalar .....	20
2.4.2. Çalışma Belleği.....	21
2.4.3. Bilişsel Esneklik .....	22
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	24
3.1. Denek grubu.....	24
3.2. Ölçüm Dizgesi .....	24
3.3. Uyarın Paradigması.....	26
3.4. EEG Kaydı ve Kayıt Sistemi .....	28
3.5. Verilerin İşlenmesi.....	30
3.6. İstatistiksel Analiz.....	31
4. BULGULAR.....	32
4.1. Davranışsal Veriler .....	32
4.2. Elektrofizyolojik Veriler.....	34
4.2.1. Bas Uyarınlarına Karşı Elde Edilen Yanıtlar .....	34
4.2.1.1. Bas P3 Dalga Genliği.....	34
4.2.1.2. Bas P3 Dalga Latansı.....	37
4.2.1.3. Bas N2 Dalga Genliği.....	39
4.2.1.4. Bas N2 Dalga Latansı .....	41
4.2.1.5. Bas P2 Dalga Genliği.....	43
4.2.1.6. Bas P2 Dalga Latansı.....	46
4.2.1.7. Bas N1 Dalga Genliği.....	48
4.2.1.8. Bas N1 Dalga Latansı .....	50
4.2.2. Basma Uyarınlarına Karşı Elde Edilen Yanıtlar .....	56
4.2.2.1 Basma P3 Dalga Genliği.....	56

4.2.2.2. Basma P3 Dalga Latansı .....	58
4.2.2.3. Basma N2 Dalga Genliği .....	61
4.2.2.4. Basma N2 Dalga Latansı .....	64
4.2.2.5. Basma P2 Dalga Genliği .....	67
4.2.2.6. Basma P2 Dalga Latansı .....	69
4.2.2.7. Basma N1 Dalga Genliği .....	72
4.2.2.8. Basma N1 Dalga Latansı .....	73
4.2.2.9. Basma P1 Dalga Genliği .....	74
4.2.2.10. Basma P1 Dalga Latansı .....	77
5. TARTIŞMA .....	83
5.1. Basma OİP Bileşenleri .....	85
5.2. Bas OİP Bileşenleri .....	88
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....	91
7.KAYNAKLAR .....	93
8.ÖZGEÇMİŞ .....	93

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. İnsandan alınan ilk EEG kaydı.....	4
Şekil 2.3. İşitsel Uyarılma Potansiyeli.....	10
Şekil 2.4. OİP'lerin genlik ve latansının gösterimi. ....	11
Şekil 3.1. Elektrot yerleşiminin şematik gösterimi.....	25
Şekil 3.2. A) Basma uyarıları B) Bas grupları. ....	27
Şekil 3.3. Bas uyararı .....	28
Şekil 3.4. Görsel olaya ilişkin potansiyel yanıtlarının kaydedilmesi .....	29
Şekil 3.5. EEG-OİP sisteminin şematik gösterimi. ....	30
Şekil 4.1. Görsel bas-basma paradigmasındaki bas uyarılarına yanıt olarak elde edilen P3 dalga genliklerinin topografik görünümü. ....	36
Şekil 4.2. Görsel bas-basma paradigmasındaki bas uyarılarına yanıt olarak elde edilen P3 dalga latanslarının topografik görünümü. ....	38
Şekil 4.3. Görsel bas-basma paradigmasındaki bas uyarılarına yanıt olarak elde edilen N2 dalga genliklerinin topografik görünümü.....	40
Şekil 4.4. Görsel bas-basma paradigmasındaki bas uyarılarına yanıt olarak elde edilen N2 dalga latanslarının topografik görünümü.. ....	42
Şekil 4.5. Görsel bas-basma paradigmasındaki bas uyarılarına yanıt olarak elde edilen P2 dalga genliklerinin topografik görünümü. ....	45
Şekil 4.6. Görsel bas-basma paradigmasındaki bas uyarılarına yanıt olarak elde edilen P2 dalga latanslarının topografik görünümü .....	47
Şekil 4.7. Görsel bas-basma paradigmasındaki bas uyarılarına yanıt olarak elde edilen N1 dalga genliklerinin topografik görünümü.....	49
Şekil 4.8. Görsel bas-basma paradigmasındaki bas uyarılarına yanıt olarak elde edilen N1 dalga latanslarının topografik görünümü. ....	52
Şekil 4.9. Bas uyarılarına yanıt olarak elde edilen OİP bileşenlerin 12 elektrot bölgesindeki büyük ortalamaları..... <b>Hata! Yer işareti tanımlanmamış.</b>	
Şekil 4.10. Bas uyarılarına yanıt olarak elde edilen OİP bileşenlerinin Pz elektrot bölgesindeki büyük ortalamaları.....	54
Şekil 4.11. Görsel bas-basma paradigmasındaki basma uyarılarına yanıt olarak elde edilen P3 dalga genliklerinin topografik görünümü. ....	57



<b>Şekil 4.12.</b> Görsel bas-basma paradigmasındaki basma uyarılarına yanıt olarak elde edilen P3 dalga latanslarının topografik görünümü. ....	60
<b>Şekil 4.13.</b> Görsel bas-basma paradigmasındaki basma uyarılarına yanıt olarak elde edilen N2 dalga genliklerinin topografik görünümü.....	62
<b>Şekil 4.14.</b> Görsel bas-basma paradigmasındaki basma uyarılarına yanıt olarak elde edilen N2 dalga latanslarının topografik görünümü. ....	66
<b>Şekil 4.15.</b> Görsel bas-basma paradigmasındaki basma uyarılarına yanıt olarak elde edilen P2 dalga genliklerinin topografik görünümü.....	68
<b>Şekil 4.16.</b> Görsel bas-basma paradigmasındaki basma uyarılarına yanıt olarak elde edilen P2 dalga latanslarının topografik görünümü. ....	70
<b>Şekil 4.17.</b> Görsel bas-basma paradigmasındaki basma uyarılarına yanıt olarak elde edilen N1 ve P1 dalga genliklerinin topografik görünümü.....	76
<b>Şekil 4.18.</b> Görsel bas-basma paradigmasındaki basma uyarılarına yanıt olarak elde edilen N1 ve P1 dalga latanslarının topografik görünümü. ....	79
<b>Şekil 4.19.</b> Basma uyarılarına yanıt olarak elde edilen OİP bileşenlerin 12 elektrot bölgesindeki büyük ortalamaları.....	80
<b>Şekil 4.20.</b> Basma uyarılarına yanıt olarak elde edilen OİP bileşenlerinin Fz elektrot bölgesindeki büyük ortalamaları.....	81

## ÇİZELGELER DİZİNİ

<b>Çizelge 4.1.</b> Deneklerin ortalama reaksiyon zamanları .....	32
<b>Çizelge 4.2.</b> Deneklerin ortalama omisyon hataları. ....	33
<b>Çizelge 4.3.</b> Deneklerin ortalama komisyon hataları. ....	33
<b>Çizelge 4.4.</b> Deneklerden elde edilen bas uyaranlarını içeren ortalama artefaktsız EEG dilim sayıları.....	33
<b>Çizelge 4.5.</b> Deneklerden elde edilen basma uyaranlarını içeren ortalama artefaktsız EEG dilim sayıları.....	34
<b>Çizelge 4.6.</b> Görsel bas-basma paradigmasındaki bas uyaranlarına yanıt olarak elde edilen P3 dalga genlikleri.....	35
<b>Çizelge 4.7.</b> Görsel bas-basma paradigmasındaki bas uyaranlarına yanıt olarak elde edilen P3 dalga latansları. ....	37
<b>Çizelge 4.8.</b> Görsel bas-basma paradigmasındaki bas uyaranlarına yanıt olarak elde edilen N2 dalga genlikleri. ....	39
<b>Çizelge 4.9.</b> Görsel bas-basma paradigmasındaki bas uyaranlarına yanıt olarak elde edilen N2 dalga latansları.....	43
<b>Çizelge 4.10.</b> Görsel bas-basma paradigmasındaki bas uyaranlarına yanıt olarak elde edilen P2 dalga genlikleri.....	44
<b>Çizelge 4.11.</b> Görsel bas-basma paradigmasındaki bas uyaranlarına yanıt olarak elde edilen P2 dalga latansları. ....	46
<b>Çizelge 4.12.</b> Görsel bas-basma paradigmasındaki bas uyaranlarına yanıt olarak elde edilen N1 dalga genlikleri. ....	50
<b>Çizelge 4.13.</b> Görsel bas-basma paradigmasındaki bas uyaranlarına yanıt olarak elde edilen N1 dalga latansları.....	51
<b>Çizelge 4.14</b> Görsel bas-basma paradigmasındaki bas uyaranların P3, N2, P2, N1 dalgaları üzerine etkilerinin ANOVA testi ile analizi sonucu elde ettiğimiz veriler .....	55
<b>Çizelge 4.15.</b> Görsel bas-basma paradigmasındaki basma uyaranlarına yanıt olarak elde edilen P3 dalga genlikleri.....	58

<b>Çizelge 4.16.</b> Görsel bas-basma paradigmasındaki basma uyaranlarına yanıt olarak elde edilen P3 dalga latansları. ....	59
<b>Çizelge 4.17.</b> Görsel bas-basma paradigmasındaki basma uyaranlarına yanıt olarak elde edilen N2 dalga genlikleri. ....	63
<b>Çizelge 4.18.</b> Görsel bas-basma paradigmasındaki basma uyaranlarına yanıt olarak elde edilen N2 dalga latansları. ....	65
<b>Çizelge 4.19.</b> Görsel bas-basma paradigmasındaki basma uyaranlarına yanıt olarak elde edilen P2 dalga genlikleri. ....	67
<b>Çizelge 4.20.</b> Görsel bas-basma paradigmasındaki basma uyaranlarına yanıt olarak elde edilen P2 dalga latansları. ....	71
<b>Çizelge 4.21.</b> Görsel bas-basma paradigmasındaki basma uyaranlarına yanıt olarak elde edilen N1 dalga genlikleri. ....	73
<b>Çizelge 4.22.</b> Görsel bas-basma paradigmasındaki basma uyaranlarına yanıt olarak elde edilen N1 dalga latansları. ....	74
<b>Çizelge 4.23.</b> Görsel bas-basma paradigmasındaki basma uyaranlarına yanıt olarak elde edilen P1 dalga genlikleri. ....	77
<b>Çizelge 4.24.</b> Görsel bas-basma paradigmasındaki basma uyaranlarına yanıt olarak elde edilen P1 dalga latansları. ....	78
<b>Çizelge 4.25.</b> Görsel bas-basma paradigmasındaki basma uyaranların P3, N2, P2, N1 ve P1 dalgaları üzerine etkilerinin ANOVA testi ile analizi sonucu elde ettiğimiz veriler. ....	82

## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

<b>Ag</b>	: Gümüş
<b>AgCl</b>	: Gümüş Klorür bileşiği
<b>AP</b>	: Anterio-posterior dağılım
<b>BEDAL</b>	: Beyin Dinamiği Araştırma Laboratuvarı
<b>BAEP</b>	: Brainstem Auditory Evoked Potentials (Kısa Latanslı BeyinSapı İşitsel Uyarılma Potansiyelleri)
<b>Cz</b>	: EEG’de orta hat santral elektrod bölgesi (Verteks)
<b>dk</b>	: Dakika
<b>EcoG</b>	: Elektrokortikogram
<b>EEG</b>	: Elektroansefalogram
<b>EOG</b>	: Elektrokülogram
<b>EPSP</b>	: Eksitator post-sinaptik potansiyel
<b>fMRG</b>	: Fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme
<b>Fz</b>	: EEG’de orta hat frontal elektrot bölgesi
<b>Fp1</b>	: EEG’de sol frontal kutup elektrot bölgesi
<b>Fp2</b>	: EEG’de sağ frontal kutup elektrot bölgesi
<b>FC</b>	: Frontal ve santral elektrot yerleşimlerinin arasındaki bölge
<b>Hz</b>	: Hertz
<b>İFG</b>	: İnférieur frontal girus
<b>İPSP</b>	: İnhibitör post-sinaptik potansiyel
<b>Lat</b>	: Lateral dağılım
<b>ms</b>	: Milisaniye

<b>MSS</b>	: Merkezi Sinir Sistemi
<b>MRG</b>	: Manyetik Rezonans Görüntüleme
<b><math>\mu</math>V</b>	: Mikrovolt
<b>OİP</b>	: Olaya ilişkin potansiyel
<b>Oz</b>	: EEG’de orta hat oksipital elektrod bölgesi
<b>O1</b>	: EEG’de sol oksipital elektrod bölgesi
<b>O2</b>	: EEG’de sağ oksipital elektrod bölgesi
<b>p</b>	: İstatistiksel anlamlılık değeri
<b>PET</b>	: Pozitron Emisyon Tomografisi
<b>PSP</b>	: Post-sinaptik potansiyel
<b>Pz</b>	: EEG’de orta hat paryetal elektrod bölgesi
<b>SEP</b>	: Somatosensory Evoked Potential (Somatoduysal Uyarılma Potansiyeli)
<b>SMA</b>	: Suplemer motor alan
<b>UAS</b>	: Uyarılar Arası Süre
<b>UP</b>	: Uyarılma Potansiyeli
<b>VEP</b>	: Görsel Uyarılma Potansiyeli (Visual Evoked Potential)

## ÖZET

### Ödev Zorluğunun Beyindeki İnhibitör ve Aktivatör Süreçler Üzerine Etkilerinin Görsel Bas-Basma Paradigması ile Araştırılması

Normal zihinsel işlevlerin ve davranışların sürdürülebilmesi çevreden gelen ilişkisiz veya uygunsuz uyarıların baskılanması buna karşılık işlevle ilişkili olanların güçlendirilmesi sayesinde gerçekleşir. Hem yanıt gerektiren bas hem de yanıt verilmemesi gereken basma uyarılarını içeren bas-basma paradigması, yanıt aktivasyonu ve inhibisyonunun değerlendirilmesinde en sık kullanılan deneysel tasarımlardan birisidir. Bu çalışmamızda, ödev zorluğunun görsel bas ve basma uyarılarına karşı elde edilen olaya ilişkin potansiyel (OİP) yanıtları üzerine olan etkilerini inceledik. OİP kayıtları, 32 sağlıklı bireyden alındı. Basma uyarıları, bas uyarısına şekil ve/veya içerik yönünden benzerlik derecesine göre 5 farklı gruba ayrıldı. Bas uyarıları, öncesinde gelen uyarının bas veya 5 farklı basma uyarısından biri olmasına göre 6 farklı gruba ayrıldı. Elde edilen OİP bileşenlerinin genlik ve latansları tekrarlanan ölçümler için ANOVA testi ile analiz edildi. Zor olan basma uyarılarından elde edilen, basma-P3 genlikleri daha düşük ( $p=0.026$ ), latansları daha uzun ( $p=0.001$ ), basma-N2 genlikleri daha büyük ( $p=0.005$ ), latansları ise daha uzun ( $p=0.001$ ) bulundu. Bas uyarının öncesinde gelen uyarı bir bas uyarısı olduğu durumda reaksiyon zamanı, bas uyarısı öncesinde basma uyarısını olduğu durumlara göre daha uzundu ( $p<0.001$ ). Bas uyarısı öncesinde bas uyarısı gelen bas grubundan elde edilen P3 dalga genliğinin diğer bas gruplarına ait P3 genliklerinin ortalamasından anlamlı olarak küçük ( $P=0.001$ ), P3 latanslarının ve N2 genliğinin ise büyük olduğu ( $P=0.001$ ) tespit edildi. Elde ettiğimiz veriler, ödev zorluğunun basma-N2-P3 dalgalarının genlik ve latansını etkilediğini göstermektedir. Basma-P3 yanıtının frontal bölgelere kayması ve zor olan inhibisyon ödevlerine yanıtlardaki basma-P3 genliklerinin düşmesi ve latanslarının uzaması inhibisyon sürecinin, basma-N2 genliğindeki artış ise yanıt çatışmasının bir yansıması olarak yorumlandı.

**Anahtar Sözcükler:** Görsel bas-basma paradigması, OİP, ödev zorluğu, yanıt inhibisyonu

## **ABSTRACT**

### **To Research The Effect of The Task Difficulty on Brain Inhibitory And Excitatory Process With Visual Go-Nogo Paradigm**

The maintaining of normal cognitive processes and behaviours occurs by inhibition of irrelevant or inconvenient stimuli coming from surrounding in contrast to strengthen the stimuli which are related to situation. The go-nogo paradigm which includes both go stimuli requiring response and nogo stimuli requiring no response is one of the most common used experimental designs in the evaluation of response activation and inhibition. In this study, we have investigated the effects of task difficulty on event-related potentials (ERP) recorded in response to visual go and nogo stimuli. ERP records were taken from 32 healthy individuals. Nogo stimuli were divided into 5 groups according to resemblance to go stimuli in terms of shape and/or content. Go stimuli were divided into 6 groups according to preceding stimuli as being go or one of the five different nogo stimuli. The amplitude and latency of recorded ERP components were analyzed by repeated measures of ANOVA. It was found that nogo-P3 amplitudes acquired from difficult nogo stimuli response were lower ( $p=0.026$ ), latencies were longer ( $p=0.001$ ), nogo-N2 amplitudes were higher ( $p=0.005$ ), and latencies were longer ( $p=0.001$ ). In the case of go stimulus preceding a go stimulus reaction time was longer ( $p<0.001$ ) compared to the case of nogo stimulus preceding to a go stimulus. The amplitude of P3 potential acquired from go group which go stimulus preceding a go stimulus was found significantly lower ( $p=0.001$ ) compared to P3 amplitudes mean of other go groups, and P3 latencies and N2 amplitude was found higher ( $p=0.001$ ). Our findings indicate that task difficulty affects the amplitude and latency of nogo-N2-P3 potentials. The shifting of nogo-P3 response to the frontal regions and decrement in nogo-P3 amplitudes in responses of difficult inhibition tasks, and increasement in latencies were interpreted as an indicator of inhibition process and increasement in nogo-N2 amplitude was evaluated as a determinant of response conflict.

**Keywords:** Visual go-nogo paradigm, ERP, task difficulty, response inhibition

# 1.GİRİŞ

Yüksek derecede gelişmişlik gösteren merkezi sinir sistemi (MSS), alt ve üst merkezler arasındaki bağlantıyı sağlayan mükemmel bir iletişim ağına sahiptir. Bu iletişim ağı sayesinde dış ve iç çevreden gelen bilgiler işlenerek MSS tarafından uygun yanıtlar oluşturulur. MSS'nin bu aktivitesi dışında, beyinin dışarıdan gelen herhangi bir uyarana olmaksızın oluşturduğu spontan elektriksel etkinliği mevcuttur (1). Bu aktivite kafanın dış yüzeyine (saçlı deri üzerine) yerleştirilen elektrotlar aracılığı ile kayıt edilebilir. Bu işleme Elektroensefalografi (EEG) denir. EEG ile beyinde bulunan bir nöron ya da bir sinir lifinin elektriksel etkinliği kaydedilmez. EEG'de görülen dalgalar; milyonlara ulaşabilecek kadar fazla sayıda nöronun eşzamanlı deşarjlarıyla oluşan potansiyellerin toplanmış halidir (1,2).

Dışarıdan verilen ve farklı modalitelerde olabilen uyarılara karşı beyinde süregelen spontan elektriksel aktivitede özgün değişimler ortaya çıkar. Bunlara Olaya İlişkin Potansiyeller (OİP) denir. OİP'ler bilginin beyinde işlenmesi sürecinde oluşan elektriksel etkinliğin bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Algılama, ayırt etme, karar verme ve davranışların kontrolü gibi kognitif süreçlerle ilişkili beyin aktivitesini değerlendirmek için sıklıkla kullanılmaktadır. OİP'lerin oluşabilmesi için kişi dikkatini seçici olarak uyarana vermek zorundadır (3).

Yürütücü işlev; belli bir davranışın oluşturulması için planlama, problemlerin çözümü, davranışların etkin bir şekilde kontrolü, duygu değişimleri ile baş edebilme, inhibisyon gibi davranışları kapsayan becerilerden oluşan kognitif sürecin bir çeşidi olarak kullanılan bir terimdir (4). Yürütücü işlevlerin bir komponenti olan inhibisyon ise sürekli değişen çevrede esnek ve amaca yönelik davranışlar açığa çıkarabilmek amacıyla artık gerekli ya da uygun olmayan eylemlerin bastırılması anlamında kullanılmaktadır (5). İnhibisyonun değerlendirilmesinde laboratuvar ortamında sık kullanılan paradigmalardan biri bas-basma paradigmasıdır (6). Paradigma farklı oranlarda olabilen bas ve basma uyarılarından oluşturulur. Hem bas hem de basma uyarılarına yanıt olarak oluşan dalgalardan en önemlileri N2 ve P3 potansiyelidir.



Basma uyarılarına yanıt olarak elde edilen N2 ve P3 potansiyellerinin inhibisyon ile ilişkili olduğu dūřunılmektedir. Hem basma-N2 hem de basma-P3 potansiyelleri fronto-santral beyin bōlgelerinde en bōyōk genlikli olarak elde edilirler (7). Bas-basma paradigması ōdev zorluğu kullanılarak dizayn edilebilmektedir. Bu durumda uyarılarına yanıt olarak elde edilen dalgalardaki genlik ve latans değişimi ile topografik değişimleri gōzlemlemek mōmkōn olur. Őzellikle inhihisyon eksikliği ya da bozukluğu ile ilişkili hastalıklarda tedavi amacıyla dōzenlenen rehabilitasyon programlarını dōzenlemek iēin ōdev zorluğunun inhibisyon ūzerine olan etkilerinin bilinmesi ōnemlidir.

Anabilim Dalımızın Beyin Dinamiđi Araştırma Laboratuvarında (BEDAL) yaptığımız bu ēalıřmamızda, ōdev zorluğunun beyindeki inhibitōr ve aktivatōr sōreēler ūzerine olan etkilerini araştırmayı amaēladık. Bu amaēla hazırladığımız gōrsel bas-basma paradigması ile farklı zorluk derecelerindeki basma uyarılarına karşı ortaya ēıkan inhibisyon yanıtlarını ve bu uyarıların aktivasyon yanıtları ūzerine olan etkilerini gōsterdik. ēalıřmamızda bas-bas uyarın intervallerinin aktivasyon yanıtları ūzerine olan etkileri de değerlendirdik.

## 2.GENEL BİLGİLER

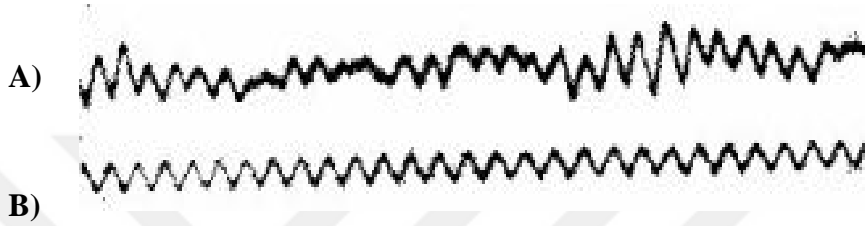
### 2.1. Elektroansefalogram

Beyin ve medulla spinalisten oluşan MSS, organizmanın çevresi ile uygun şekilde etkileşmesini sağlayan bir iletişim ağı olarak organize edilmiştir. MSS’de; iletişim aktivitelerini oluşturan ve her biri işlevsel bir birim olarak kabul edilen 100 milyar kadar nöron bulunmaktadır. MSS’de nöronlara ilave olarak destek, koruma ve beslenme sağlayan glia hücreleri mevcuttur. Glia hücreleri sayı olarak nöronlardan 10-30 kat daha fazladır (8,9). Nöronlar aksiyon potansiyeli oluşturabilme ve iletebilme kabiliyetine sahipken, sinir sisteminde destek ve bağ dokusunu oluşturan glia hücrelerinin bu tür bir kabiliyeti yoktur (10). Glia hücreleri sadece ilerleyici olmayan lokal potansiyeller oluşturabilirler.

Sinir sisteminde iletişim, nöronların dentrit ile aksonları veya dentritleri arasındaki bağlantı bölgeleri (sinapslar) aracılığı ile sağlanmaktadır (11). MSS’de aktivasyon genellikle duysal reseptörlerden gelen duysal bilgiler ile başlar ve gelen bilgiler entegre edilerek bir yanıt oluşturulur. Çeşitli reseptörler tarafından vücudun hem dış hem de iç ortamı hakkında toplanan bilgi; duysal yollarla omurilikten beyne iletilirler. Aynı zamanda MSS’den inen yollarla (motor yol) beyinin farklı bölümlerinden kaynaklanan sinyaller omuriliğin ön boynuzundaki motor nöronlarda sonlanır ve bu motor nöronlar aracılığı yanıt ilgili efektör yapılara iletilir. Böylelikle bu yukarıya çıkan ve aşağıya inen çift yönlü iletişim ağı sayesinde çevre hakkında bilgi alınarak uygun yanıtlar oluşturulur (12). Beyin bu işlevlerini gerçekleştirirken, beyin faaliyetlerine eşlik eden elektriksel olaylar oluşur. Kendiliğinden oluşan bu elektriksel aktivite saçlı deriye yerleştirilen elektrotlar aracılığı ile kaydedilir. Bu şekilde, beyinde süreklilik arz eden elektriksel potansiyel değişimlerinin kaydedilmesi işlemine elektroansefalografi (EEG) denir (13). İnsanda, beyin spontan elektriksel aktivite kaydını ilk olarak 1929’da Alman psikiyatrist Hans Berger hassas galvanometreler kullanarak kendi oğlundan almıştır. Bu kayıt Fronto-okspital bölgeden bipolar olarak

alınmış ve kayıta gündelik hayatta baskın ritim olan  $\alpha$  (alfa) ritimlerini gözlemlenmiştir (Şekil 2.1), (14).

Korteks yüzeyine elektrot yerleştirmek veya beyin derinliklerine mikroelektrotlar aracılığı ile girmek suretiyle beyinde oluşan sinyaller 3-4 kat daha büyük olarak elde edilir. Yapılan bu kayıtlamaya ise elektrokortikogram (EcoG) adı verilmektedir (13).



**Şekil 2.1. İnsandan alınan ilk EEG kaydı. A) EEG kaydı B) Zaman eksenini işaretlemek için kullanılan 10 Hz frekansında sinüzoidal dalga.**

### 2.1.1. Elektroansefalogramın Elektrojenezi

Sinir sisteminde nöral aktivasyon kendisini postsinaptik potansiyeller (PSP) ve aksiyon potansiyeli (AP) şeklinde gösterir (15). EEG sinyalleri, serebral kortekste bulunan piramidal hücre dentritlerinin sinaptik eksitasyonu sırasında oluşan akımların yansımasıdır (16). Presinaptik uyarılar postsinaptik hücrede ya depolarize edici ya da hiperpolarize edici küçük yerel potansiyel değişimlerine neden olurlar. PSP'ler postsinaptik membran üzerine nörotransmitterlerin serbestleşmesi ile oluşur. Presinaptik bir nöronun sinaps yaptığı postsinaptik hücrede depolarizasyon yönünde oluşan küçük ve yerel voltaj değişimlerine eksitator postsinaptik potansiyeller (EPSP) denir. Postsinaptik zar üzerinde oluşan yalnızca bir EPSP tek başına zar potansiyelini ateşleme seviyesine çekemez. Ancak aynı nöronda kısa mesafede çok sayıda eş zamanlı ateşleme olursa EPSP'lerin birikimi (sumasyon) meydana gelerek ve post-sinaptik hücrede ateşleme seviyesine ulaşılır. Glutamat gibi eksitator nörotransmitterler  $\text{Na}^+$  ve/veya  $\text{Ca}^{++}$  kanallarını açarak depolarizasyon meydana getirir. Presinaptik bir nöron inhibitör nöron ile sinap yaptığında postsinaptik zarda hiperpolarizasyon oluşturacak şekilde bir voltaj

değişimi meydana gelir. Bu küçük voltaj değişimi inhibitör postsinaptik potansiyel (İPSP) olarak adlandırılır. GABA gibi inhibitör karakterli nörotransmitterler  $K^+$  ve/veya  $Cl^-$  kanallarını açarak hiperpolarize edici voltaj değişimlerine sebebiyet verir (10, 17).

Postsinaptik potansiyeller belirli bir ateşleme seviyesini aştıklarında aksiyon potansiyeli oluşur (1). Aksiyon potansiyeli, PSP'ye göre daha büyük genlikli, ancak daha kısa süreli potansiyellerdir. AP'ler çok kısa süreli oldukları için ancak lokal bir alan potansiyeli oluşturabilirler. PSP'lerin ise toplanabilme özellikleri vardır. Bu özelliklerinden dolayı daha geniş bir membran yüzeyini tutabilmekte iken AP'lerde böyle bir durum söz konusu değildir. Bu nedenlerden dolayı EEG'ye yansıyan potansiyeller AP'lerden ziyade postsinaptik potansiyellerdir. Aksiyon potansiyellerinin EEG'ye muhtemel katkısı küçük orandadır (18). Bu nedenle EEG'de gözlenen dalgalar kortekste oluşan EPSP ve İPSP'lerin toplamıdır (16). EEG'de genlik ve frekans yönünden farklı dalga paternleri bulunmaktadır. Bir EEG dalgasının genliği kaydedici elektrota yakın bulunan nöronların elektriksel aktivasyonlarının tümünü yansıtır. EEG dalgasının genliğinin büyük olması etkinleşen nöron sayısının çok olduğunu, aynı zamanda nöron etkinleşmelerinin de eş zamanlı olduğuna işaret eder. Küçük bir genlik ise etkinleşen nöron gruplarının eş zamanlı aktive olamadıklarını veya senkronizasyonun azaldığını gösterir. Sonuç olarak genliğin büyüklüğü; sinapslarda oluşturulan eş zamanlı nöronal ateşlemelerin derecesine bağlıdır (15).

Sinir hücrelerinin dentritlerinde sinaptik eksitasyon sonucu oluşan EEG dalgalarının asıl kaynağının kortekstir (19). Korteksin 2, 3, 5 ve 6. tabakalarına yerleşim gösteren ve korteksin diğer tabakaları ile de iletişim halinde bulunan piramidal hücreler bulunur. 2. ve 3. tabakalarda yerleşim gösteren piramidal hücreler aksonları aracılığıyla korteksin diğer tüm bölümleri ile iletişim halinde iken, 5 ve 6. tabakalarda yerleşim gösteren piramidal hücreler ise aksonları aracılığı ile beyin sapı ve omuriliğe projekte olur (1). EEG dalgalarının oluşumunda en önemli rolü piramidal nöronlar üstlenmektedir. Piramidal hücreler uyarıcı hücre görevini üstlenmişlerdir ve nörotransmitter olarak glutamat ve aspartat salgırlar. Bu nöronlar benzer türde girdiler alarak, benzer zamanlama ile benzer sinyaller oluştururlar ve bu sinyallerin toplamı ekstrasellüler alana yayılır ve saçlı deri üzerine ulaşır (18). Piramidal hücreler kortekste özel bir organizasyon gösterir. Bu hücreler birbirlerine paralel şekilde yerleşmiştir ve dentritleri korteks yüzeyine diktir. Bu özel organizasyon sayesinde; dendritlerde oluşan

elektriksel potansiyeller korteks üzerinden küçük bir miktar kayıpla kaydedilir (20). Elektriksel potansiyeller çok sayıda nörondan kaynaklanan aktivitenin birikimi ile oluşmaktadır. Her bir hücrenin çevresinde oluşan alan potansiyelleri (Ekstrasellüler potansiyellerde denilen alan potansiyelleri, PSP'lerden ve hücre membranındaki elektriksel potansiyel dalgalanmalarından kaynaklanmaktadır) ve akım çok küçüktür (21). Beyinde oluşan sinyaller saçlı deriye ulaşana kadar birçok farklı tabakadan geçmektedir. Bu durum korteksten kaydedilecek elektriksel sinyalin zayıflamasına neden olur. Ancak, binlerce nöron eş zamanlı bir şekilde deşarj olduklarında daha büyük bir elektriksel sinyal oluşur ve oluşan bu sinyal saçlı deri üzerine yerleştirilen elektrotlar aracılığı ile kaydedilerek görüntülenir (22). Eş zamanlı deşarj olmayan nöronal gruplardan açığa çıkan sinyaller zıt polaritede olduğu için birbirlerini söndürürler.

EEG kayıtları unipolar ya da bipolar olarak alınabilir. Unipolar kayıt alma tekniğinde referans (inaktif) ve kaydedici (aktif) elektrot olmak üzere iki farklı elektrot kullanılır. İnaktif elektrot kulak memesi gibi potansiyelin sıfır olduğu bir noktaya yerleştirilirken kaydedici elektrot ise saçlı deri üzerinde kayıt alınması istenilen bir bölgeye yerleştirilir. Bir elektrot bölgesinden elde edilen potansiyelin, kaynağına olan duyarlılığı kaynak ile elektrot arasındaki uzaklık ile yaklaşık olarak ters orantılıdır. Bu nedenle unipolar kayıtlarla elde edilen potansiyeller elektrotun altındaki bölgeden kaynaklanan potansiyele ek olarak bir miktar da olsa uzak yerleşimli bölgelerin aktivitesini de yansıtmaktadır. Bipolar kayıt alma tekniğinde ise elektrot yerleştirilen birbirine yakın iki bölge arasındaki potansiyel farkı ölçülür (13). Günümüzde saçlı deri üzerine elektrotlar standart bölgelere yerleştirilmektedir. Bunun için sık kullanılan sistemlerden birisi 10-20 elektrot yerleştirme sistemidir (23).

### **2.1.2. Elektroansefalogramı oluşturan nöronal yapılar**

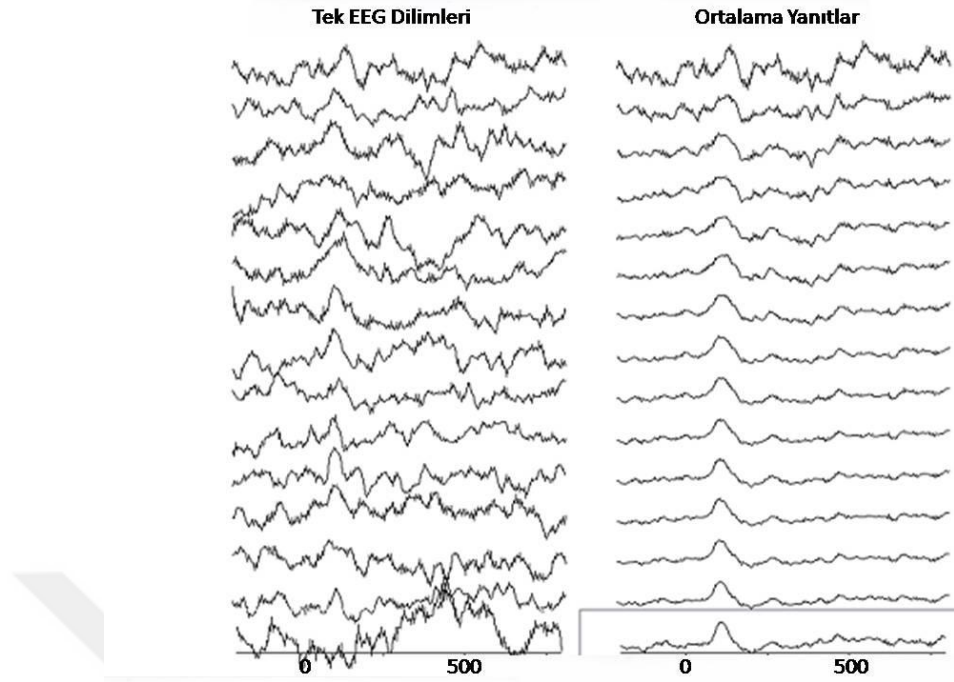
EEG ritminin oluşumunda etkin olan beyin yapıları; talamus, serebral korteks, bazal ön beyin, beyin sapı, posterior hipotalamusdur. EEG'de görülen dalgalanmalar serebral sinaptik potansiyellerdir. Ancak ritmik görünümde etkili olduğu bilinen subkortikal yapılar vardır. Bunlardan en önemli olanı talamustur. Yapılan çalışmalarda dekortikasyon işleminden sonra ritmik aktivitenin talamustan kaydedilmesi, talamusun

kortikal ritimlerin pacemarkeri olduğunu gösterir (18). Korteksteki etkinliklerin ya da aktivitelerin oluşabilmesi için talamusun kortekse sinyal göndermesi gerekir (24). Talamus ve korteks arasında bulunan iletişim ağı aracılığı ile kortekse iletilen uyarılar kortikal hücrelerde senkronize karakterli yanıtlara yol açar (15, 25). Talamik pacemakerlerin yanı sıra kortiko-kortikal bağlantıların da ritmik aktivitede önemli yeri olduğu düşünülmektedir (18).

## 2.2. Uyarılma Potansiyelleri

Uyarılma potansiyelleri (evoked potential, UP), dışarıdan verilen işitsel, görsel ya da somatoduysal bir uyarana cevap olarak oluşan ve beynin elektriksel aktivitesinde kısa süreli spesifik değişime neden olan potansiyeller olarak tanımlanmaktadır (26). Beyinde nöral aktiviteyi yansıtan süregiden bir biyoelektriksel aktivite mevcuttur. Bu spontan elektriksel aktivitenin genliği (10-100  $\mu\text{V}$ ), UP'lerin genliği (1-30  $\mu\text{V}$ ) ile kıyaslandığında çok daha büyük olduğu görülür. Bu nedenle UP'ler spontan elektriksel aktivite içerisinde kaybolurlar. UP'lerin EEG içerisinden çıkartılıp görülebilir hale gelmesi için ortalama alma tekniği kullanılmaktadır (27, 28). 1951 yılında; Dawson tarafından uyarana ile zamansal olarak kilitli, belirli sayıdaki yanıtlar fotografik olarak superpoze edilerek arka planda ki süregiden elektriksel aktivitenin sönmesiyle UP'lerin belirgin ve görünür hale gelmesi sağlanmıştır. Günümüzde UP'ler, EEG'den dijital olarak örnekleme ve kaydedilme yöntemleriyle rutin olarak kaydedilmektedir. EEG kaydı, her bir uyarana için uyarana öncesi ve sonrası dönemi içeren ve dilim (epoch) olarak adlandırılan parçalara bölünür. Sonrasında, bu dilimlerin uyarana anıyla kilitli olarak ortalamaları alınır. Elde edilen ortalama yanıt zamana bağlı değişen bir seri voltaj sarsısı görüntüsüdür (Şekil 2.2). Ortalama alma işlemi; "UP Ortalama Sistemi" gibi klinik uygulamalarda sıkça kullanılan özel bir sistemle gerçekleştirilebilir. Araştırma çalışmalarında, EEG'nin sonraki analizlerde kullanılabilmesi için dijital olarak kaydedilmesi daha sık rastlanan bir durumdur. EEG verisinin daha sonra ortalaması alınır ve klinik UP sistemlerinde olmayan ek bir takım metotlarla analiz yapılır. Genellikle, araştırma çalışmalarında tek bir deneyde çeşitli uyarana tiplerine karşın oluşan UP'leri araştırmakla ilgilenilir ve çoğu klinik UP sistemlerinde farklı uyarana tiplerine ait cevapları ayırmak genellikle mümkün değildir (29).

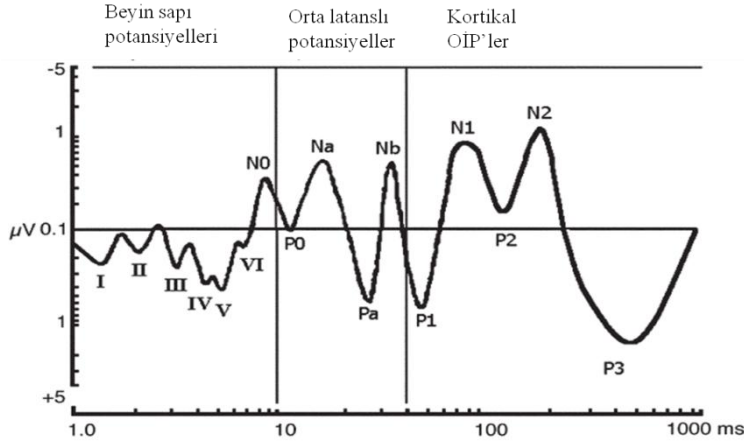
Uyarımı takiben yaklaşık ilk 100 ms içerisinde oluşan UP'ler; uyarının ses yüksekliği, parlaklık gibi fiziksel özelliklerine bağlı olduğu için elde edilen bu erken yanıtlara UP'lerin ekzojen bileşenleri denir (30). Ekzojen bileşenler, duysal uyarana beyin verdiği zorunlu yanıtlar olduğu için bu bileşenlere aynı zamanda zorunlu bileşenlerde denilmektedir (31). Ekzojen bileşenler, kişinin dikkatinden ve uyarının anlamından ya da ne ifade ettiğinden nispeten bağımsızdırlar (30). Ekzojen UP'ler; Kısa Latanslı Beyin Sapı İşitsel Uyarılma Potansiyelleri (Brainstem Auditory Evoked Potentials: BAEP), Somatoduysal Uyarılma Potansiyelleri (Somatosensory Evoked Potentials: SEP) ve Görsel Uyarılma Potansiyelleri (Visual Evoked potential: VEP)'dir. BAEP; kohlea, işitme siniri ve beyin sapı işitme yolağının sağlamlığı hakkında bilgi verir. İşitsel uyarımı takiben 1-10 ms içinde ortaya çıkan, 6 pozitif bileşen içerir (Şekil 2.3). Bu bileşenler verteksten ve santral elektrot bölgelerinden kaydedilirler. İşitsel uyarımın sunulmasını takiben 10-50 ms arasında açığa çıkan potansiyeller orta latanslı potansiyeller olarak bilinir. Bu potansiyeller ise muhtemelen talamik nukleusun aktivitesini yansıtır. VEP'te; patern ya da flash uyarım kullanılarak, özellikle oksipital elektrot bölgelerinden kayıt yapılır. Retinadan başlayarak oksipital kortekse kadar giden görme yolu ile ilişkili aktiviteyi yansıtır. SEP kaydında periferik bir sinir uyarılır. Uyarım sonucu bir dizi potansiyel elde edilir ve bu potansiyeller periferik ve merkezi sinir sistemi hakkında bilgi verir (32). BAEP, SEP ve VEP kayıtları; dikkatle ilişkili olmadığı için kişi komadayken, uyku halinde veya anestezi altında iken alınabilir.



**Şekil 2.2. Ortalama alma tekniği ile spontan EEG aktivitesi içerisindeki UP'lerinin açığa çıkartılması.** Belli zaman aralıkları ile ard arda verilen uyarılardan elde edilen EEG dilimlerinin ortalama alma işlemine tabii tutulması neticesinde rastlantısal nitelikteki elektriksel aktivite sönerken uyarana cevaben oluşan yanıtlar belirginleşir.

UP'lerin bir diğer komponenti ise Olaya İlişkin Potansiyeller (OİP) olarak da bilinen endojen bileşenlerdir (33). Endojen bileşenler bilginin işleme sürecinde kişiye verilen ödevlerdeki değişimlere hassastır (34). OİP'ler ekzojen bileşenlerden farklı olarak dışarıdan verilen uyarının sınıflandırılması ya da ayırt edilmesi gibi bilişsel işlevlerle ilişkili durumlarda ortaya çıkarlar. Bu bileşenlerin açığa çıkması için kişinin verilen uyarana seçici bir şekilde dikkat etmesi gerekir (30, 35, 36). UP'leri ekzojen ve endojen bileşenler olarak ayırmak, sınıflama yapmak için yararlı bir yöntem olsa da bazı potansiyeller her iki grubun özelliklerine sahip olabilirler. Örneğin; N100 dalgası uyarının fiziksel özelliklerinden etkilendiği gibi uyarın ve kişi arasındaki etkileşimin niteliğinden de etkilenmektedir (3). Bu durumda endojen ve ekzojen bileşenlerin ayrımı yapmak yerine, endojen-ekzojen ayrımını zamanla ilişkili olarak düşünmek daha doğru bir yaklaşım olabilir. Çünkü OİP'lerin latansı uzadıkça kognitif faktörlere olan duyarlılığı daha da artmaktadır (28).





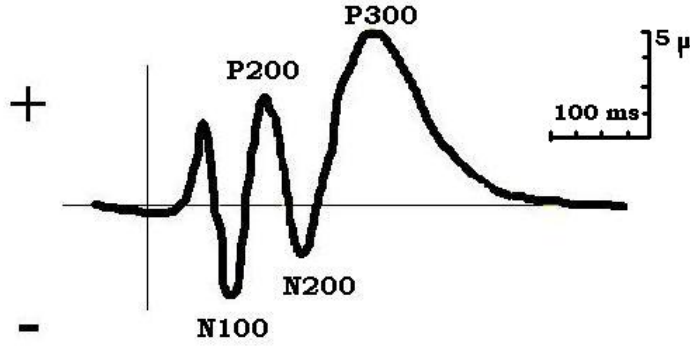
Şekil 2.3. İşitsel Uyarılma Potansiyeli. İşitsel bir uyarana yanıt olarak açığa çıkan potansiyeller.

### 2.3. Olaya İlişkin Potansiyeller

Saçlı deri üzerinden girişimsel olmayan (non-invasive) bir yöntemle kaydedilen OİP'ler algılama, ayırım yapma ve davranışların kontrolü ile ilişkili beyin aktivitesini değerlendirmek için sıklıkla kullanılmaktadır. Bilginin beyinde işlenmesi sürecinde oluşan elektriksel etkinliğin bir göstergesi olarak kabul edilen OİP'ler; farklı uyarın tipleri ile oluşabilmektedir. OİP'ler; dışarıdan verilen bir uyarın ile kişi arasındaki etkileşime bağlı olan, bilişsel fonksiyonlarla ilişkili, uyarının algılanması, MSS tarafından işlenmesi ile alakalı bilgiler sunan, pozitif ya da negatif olabilen dalgalardır. Bu dalgalar zamana bağımlı olarak oluşurlar ve bazen uyarın yokluğunda dahi oluşabilmektedirler (3).

OİP'lerin isimlendirilmesi polaritelerine ve latanslarına göre yapılır (33). Polarite; OİP bileşeninin negatif ya da pozitif olduğunu gösterir. Oluşan dalga negatif bir dalga ise N, pozitif bir dalga ise P harfiyle ifade edilir. Latans ise uyarının verilmesi ile uyarına karşı oluşan yanıt arasındaki zaman dilimini ifade eder (32). Örneğin P2 (200) dalgası yaklaşık 200. ms'de oluşan pozitif bir dalgayı ifade ederken, N1 (100) dalgası ortalama 100. ms'de oluşan negatif bir dalgayı ifade etmektedir (Şekil 2.4).

P300, N200 gibi OİP bileşenlerinden her biri farklı bilişsel fonksiyonlarla ilişkilidir ve farklı nöron topluluklarının etkinliğini yansıtmaktadır.



Şekil 2.4. OİP'lerin genlik ve latansının gösterimi.

1990'lı yıllarda invaziv olmayan pek çok beyin görüntüleme yöntemi hızlı bir şekilde gelişme göstermiştir. Bu yöntemlerinden OİP'ler zamansal çözünürlük açısından altın standart olarak kabul edilmektedir. OİP'ler dışında, Fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme (fMRG), Pozitron Emisyon Tomografisi (PET), Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG), Olaya İlişkin Optik Sinyal (Event related Optical Signal= OROS) gibi günümüzde aktif olarak kullanılan beyin görüntüleme yöntemleri de vardır ( 3). OİP'ler dışındaki diğer görüntüleme yöntemleri beyin yapılarını yüksek bir spasyal (uzaysal) çözünürlükle gösterir. Ancak bilimsel araştırmalarda ve özellikle de klinik alanlarda oldukça sık bir şekilde kullanılan bu tekniklerin zamansal çözünürlüğü güçlü değildir. OİP'lerin zamansal çözünürlüğü ise milisaniyeler mertebesindedir (37). Bu nedenle OİP'ler kognitif süreçlerin zamansal işleme hızını büyük oranda gösterebilmektedir. Fakat OİP'ler ile aktive nöron topluluklarının (nöral jeneratör) yerleşimi tam olarak gösterilemediğinden dolayı uzaysal hassasiyet zayıftır. Normal bireylere uygulanamayan, girişimsel EEG yöntemlerinin uzaysal çözünürlüğü milimetrik mertebededir (38).

Elektrofizyolojik yöntemler; günümüzde beyin fonksiyonlarının ve işleyişinin anlaşılabilmesi için bilimsel araştırmalarda kullanılması yanı sıra, aynı zamanda uygulanmasının kolaylığı gibi özelliklerinden dolayı klinikte de sıklıkla kullanılmaktadır (39). OİP'ler, beynin uyarılara verdiği tepkileri yansıttığı için bilişsel süreçler ile ilişkili sağlıklı bilgiler veren güvenilir bir yöntemdir. Bu sebeplerden dolayı OİP'ler özellikle nöroloji ve/veya psikiyatri klinikleri ile ilişkili şizofreni (40), epilepsi (41), demans (42), Parkinson (43) , Alzheimer (44), obsesif kompulsif hastalık (45) gibi

bir çok hasta grubununun bilişsel işlevleri ilgili bilgi edinmek amacıyla kullanılmaktadır.

### **2.3.1. Olaya İlişkin Potansiyel Bileşenleri**

OİP bileşenleri ile ilişkili çalışmalarda üzerinde en çok araştırma yapılan dalgalar P300, N200, P200, N100, P100'dür. Biz bu çalışmada bas-basma paradigması kullanarak kaydettiğimiz P300, N200, P200, N100, P100 dalgalarını inceledik.

#### **2.3.1.1. P3 (P300)**

İlk kez Sutton ve ark. (46) tarafından tanımlanan P3 dalgası deneysel tasarımlarla kolay bir şekilde elde edilen, seçici dikkat ve bilginin işleme süreci ile ilişkili araştırmalarda üzerinde en çok durulan OİP komponentlerinden biridir. Klasik P300; bireye verilen ödevdeki olasılığı (sıklığı) az olan hedef uyarın sunumunu takiben yaklaşık 300 ms'de beliren bir OİP bileşenidir. Çalışma belleğinin güncellenmesini ve dikkat ile ilgili süreçleri yansıttığı düşünülen pozitif bir dalgadır. P3 dalgasını elde etmek için sıklıkla kullanılan paradigmalardan biri oddball paradigmasıdır. Oddball paradigmasında uyarınlar görsel veya işitsel olabilir. Uyarın seçimi çalışmanın amacı ile ilişkilidir. Bu paradigmada sıklığı az olan hedef uyarın ve sıklığı daha fazla olan standart uyarın olmak üzere fiziksel karakterleri birbirinden farklı olan iki uyarın tipi vardır. Sıklığı az olan uyarına deviant uyarında denilebilmektedir. Bireylerin paradigmadaki hedef uyarına dikkat etmeleri ve hedef uyarını gördüklerinde ya da duyduklarında içinden sayarak, bilgisayar faresinin bir tuşuna basarak ya da daha farklı şekillerde yanıt vermeleri istenir. Oddball paradigmasındaki hedef uyarına yanıt olarak P3 pozitifitesi açığa çıkar (47). P3 pariyetal bölgede en büyük genlikli olarak elde edilir. P3'ün latansı uyarının kategorizasyon veya değerlendirme sürecini yansıtmaktadır (3). Uyarının kategorizasyonu (sınıflandırılması) zorlaştıkça latans uzamaktadır (48). Latans aynı zamanda bireyler arasında farklılık gösteren kognitif kapasiteye bağlıdır. P3 genliği dikkat ile ilişkili bilişsel süreçleri yansıtmaktadır (47).

Sunulan hedef uyarının sıklığı P3'ün genliğini etkilemektedir. Hedef uyarın sayısı azaldıkça P3 genliğinde büyüme, hedef uyarın sayısı arttıkça genlikte azalma tespit edilmiştir (49). Croft ve ark., P3 genliğinin hedef-hedef zaman aralığından (target-to-target time interval) etkilendiğini ve uyarınlar arası süreden etkilenmediğini bildirmişlerdir (50). P3'ün genliğini arttıran bir diğer faktör de, verilen ödeve gösterilen dikkat ve uyarından elde edilen bilginin miktarıdır (47). P3 latansının cinsiyetler arasında bir farklılık göstermediği, P3 genliğinin bayanlarda erkeklere göre daha büyük olduğu belirtilmiştir (51). Ancak Bourisly ve Pothen (52) P3 genliğinin erkeklerde kadınlara göre daha büyük, latansının ise erkeklerde daha kısa olduğunu belirtmişlerdir.

Oddball paradigmasının modifiye bir şekli olan yenilik paradigmasında hedef ve standart uyarınlara ilave olarak beklenmedik, sıklığı az, yeni veya çeldirici uyarın denilen 3. bir uyarın tipi bulunur. Bu yeni uyarınlara yanıt olarak frontosantral yayımlı olan P3a dalgası açığa çıkar (53, 54). P3a'nın latansı P3b olarak da bilinen klasik P3'ten daha küçüktür (55). P3a'nın yeni veya çeldirici uyarınların tanımlanması sırasında oluşan istemli olmayan dikkat yönelmelerini yansıttığı belirtilmektedir (56).

P3a ve P3b potansiyellerinin nöral jeneratörleri farklıdır. Frontal lob lezyonu olan bireylerden elde edilen OİP kayıtlarında P3a dalga genliğinde azalma saptanırken aynı hastalarda maksimum P3b potansiyelinin etkilenmediği ve pariyetal bölgelerde maksimum genlikli olarak elde edildiği bildirilmiştir. P3a'nın generasyonu için frontal lob bütünlüğü şarttır (55). Yani yeni uyarınların saptanması için frontal aktivite gerekmektedir. Fokal hipokampal lezyonu olan hastalarda yeni uyarınlara karşı elde edilen P3a genliğinde küçülme görülürken, hedef uyarınlara cevap olarak elde edilen P3b dalgasının normal olduğu görülmüştür (57). Bu bilgilerden yola çıkarak P3a'nın oluşumunda dikkat mekanizmaları ile de ilişkili olan frontal lob ve hipokampus görev almaktadır. P3b potansiyelinin nöral jeneratörünün temporal – pariyetal bileşke olduğu düşünülmektedir. Medial temporal lobun hipokampal bölgesi de P3b'nin oluşumuna katkı sağlamaktadır (54).

### 2.3.1.2. N2 (N200)

N2; dışarıdan verilen uyarıyı takiben 200-350 ms'de tepe yapan negatif bir OİP bileşenidir (58). N2 dalgasında, P3 gibi farklı bilişsel işlevleri yansıtan ve aynı zamanda farklı nöral kaynaklardan köken alan N2a, N2b, N2c olmak üzere 3 alt bileşeni olduğu bilinmektedir (59).

Uyumsuzluk negativitesi (mismatch negativity: MMN) olarak da bilinen N2a dalgası işitsel uyarılara karşı oluşur. N2a potansiyelini klasik oddball paradigması kullanılarak sıklığı hedef uyarılara göre daha fazla olan standart uyarılara karşı ödevden bağımsız bir şekilde elde etmek mümkündür (3). N2a dalgası oddball paradigmasındaki frekansı farklı olan uyarı tipleri (deviant-standard) arasındaki farklılığı temsilen oluşmaktadır (60). Standart ve deviant uyarı arasındaki farklılık arttıkça N2a'nın genliği büyümektedir (61). İşitsel temporal korteksten kaynaklandığı belirtilen N2a bileşeni, santral işitsel sistem plastisitesinin bir indeksi olarak da kabul edilmektedir (62).

Nadir gelen uyarılara yanıt olarak oluşan N2b, standart uyarılara yanıt olarak oluşan N2a'ye göre daha büyük olarak elde edilirler. N2b, P3a dalgasıyla kompleks oluşturur. İşitsel ve görsel modaliteyle elde edilebilir. Her iki modalite de kullanılarak yapılan kayıtlarda frontosantral yayımlı bir OİP bileşeni olduğu görülmektedir. Bas-basma paradigması kullanılarak elde edilen, kognitif kontrolün bir parçası olan basma N2 potansiyeli; aslında N2b bileşenidir (58).

N2c dalgasını elde edebilmek için N2a'dan farklı olarak kişinin verilen ödevde dikkatini vermesi gerekmektedir. N2c; P3b bileşeninden önce gelir ve P3b ile kompleks oluşturur. Latansı reaksiyon zamanı ile ilişkilidir ve N2b bileşeninden daha önde gelir. Hedef uyarılara karşı daha büyük genlikli olarak elde edilir. Görsel uyarılarla elde edildiğinde posterior, işitsel uyarılarla elde edildiğinde frontosantral yayılım gösterir. Hedef uyarılara dikkat edildiğinde elde edilen bu bileşen, hedef-hedef olamayan uyarıların kategorize edilmesi sürecinin erken dönemlerini yansıtan bilişsel bir OİP komponentidir (58).

### 2.3.1.3. P2 (P200)

Uyaranın verilmesini takiben 150-200 ms civarında açığa çıkan pozitif bir OİP bileşenidir (63). Kognitif eşleştirme sisteminin bir parçası olan P2, duysal uyaranların karşılaştırılmasını yansıtır. P2 sıklığı az olan, hedef özelliği taşıyan uyaranlara karşı büyük genlikli olarak elde edilen ve anterior, santral dağılımlı pozitif bir potansiyeldir (64). Farklı kognitif ödevlerle belirlenebilen P2 dalgası uyanların sınıflandırılmasını yansıtmaktadır (65). Kendinden önce gelen N1 dalgası ile kompleks oluşturur (66). Santral bölgelerde en büyük genlikli olarak elde edildiklerinden dolayı verteks pozitivitesi de denmektedir (67).

### 2.3.1.4. N1 (N100)

N1 dalgası beklenmedik uyarının verilmesini takiben 90-200 ms civarında açığa çıkan negatif bir sapmadır (63). Temel uyaran karakterine seçici dikkati ve tasarlanmış ayırım (discrimination) işlemini yansıtmaktadır. N100 dalgası uyarının fiziksel özelliklerinden etkilendiği gibi uyaran ve kişi arasındaki etkileşimin niteliğinden de etkilenmektedir, bu nedenle N100 endojen ve ekzojen karakterde bir OİP bileşenidir (3). İşitsel uyaranlarla elde edilen N1 dalgasının görsel uyaranlarla elde edilene göre daha büyük ve daha kısa latanslı olduğu bildirilmiştir. Bu durumda elde edilen N1 dalgasının genlik ve latansı uyarının tipine bağlı olarak değişebilmektedir (68). Kişinin uyarana yönelttiği dikkat arttıkça N1'in genliğinde büyüme tespit edilmiştir (69). N1'in sağ hemisferde sol hemisfere göre daha büyük olarak elde edildiğine dair bilgiler mevcuttur (70). İşitsel bir uyarının sunumunu takiben ortalama 100. ms de ortaya çıkan N1 dalgası maksimum genlikli olarak vertekste elde edilir (71). İşitsel uyarı ile elde edilen N1 dalgasının 3 komponenti tanımlanmıştır (72).

1. Verteks komponenti: Uyaranın duysal ve fiziksel özelliklerini yansıtır.
2. Erken temporal komponent: Uyaranın duysal ve fiziksel özelliklerini yansıtır.
3. Geç temporal komponent: Geçici uyanıklığı yansıtmaktadır.

Görsel uyanların sunulmasıyla elde edilen N1 dalgası genellikle oksipital bölgede (73) ya da inferior temporal bölgede (74) en büyük genlikli olarak elde edilmektedir. Görsel N1 dalgası uyanların ayırt edilmesini gerektiren ödevlerde daha büyük olarak elde edilmişken, uyanlar arası süre (UAS) kısaldığında genliğinde küçülme görülmüştür (75). Görsel N1'in iki alt bileşeni olduğu düşünülmektedir. 1. alt bileşen orta hat santral bölgede 100. ms'de açığa çıkarken, 2. alt bileşen ise 165 ms'de posterior bölgede açığa çıkmaktadır.

### **2.3.1.5. P1 (P100)**

Lateral oksipital elektrot bölgesinde 100-130. s'de pik yapan pozitif bir potansiyeldir. P1 dalgasının latansı büyük ölçüde uyan kontrastına bağlıdır. Uyan karakterindeki değişimler P1'i etkilemektedir (64). Bazı çalışmalarda P1'in yüksek oranda ekzojen karakterli bir dalga olduğu için duysal süreci zayıf bir şekilde yansıttığı savunulurken (76), bazılarında ise endojen karakter taşıdığını belirtilmiş, bu nedenle de dikkat ile ilişkilendirilmiştir (77).

## **2.4. Yürütücü İşlevler**

Yürütücü işlev kavramı geçmişten günümüze kadar pek çok araştırmacı tarafından farklı şekillerde tanımlanmıştır. Yürütücü işlevler frontal lobun prefrontal alanları tarafından yürütülen planlama, çalışma belleği, dikkat, self regülasyon, self inhibisyon ve başlama (initiation) durumlarını kapsayan kognitif sürecin bir çeşidi olarak kullanılan bir terimdir (4).

De Frias ve ark. (78) yürütücü işlevleri, yüksek seviyeli kognitif yeteneklerin çeşitliliğini içeren çok yönlü bir kavram olarak tanımlanmıştır. Bu çok yönlü kavram akademik, mesleki ve sosyal olmak üzere hayatın tüm alanlarında amaca yönelik davranışlar ve problem çözümü için gereklidir (79). Yürütücü işlevler kognitif ve afektif olmak üzere ayrılır. Yürütücü işlevler prefrontal korteksten yönetilmektedir, kognitif

yürütücü işlevler; dorsolateral prefrontal korteksten yönetilirken, afektif yürütücü işlevler ise ventral ve dorsal prefrontal korteksten yürütülür (80). Yürütücü işlevlerin üzerinde en çok çalışılan 3 komponenti inhibisyon, çalışma belleği ve bilişsel esnekliktir (81). Bunlar sorgulama, problem çözümü ve planlama gibi yüksek seviyeli yürütücü işlevlerin oluşmasına neden olur (82).

### **2.4.1. İnhibisyon**

Yanıt inhibisyonu; güvenilir olmayan, uygunsuz veya artık ihtiyaç olmayan davranışları inhibe edebilme yeteneğidir. İnsanoğlunun bilişsel fonksiyonlarının temeli; değişen ödevlere verilen cevaba önceden gösterdikleri eğilimi inhibe edebilme yeteneğidir (83). Davranışsal yanıtların bastırılması veya yavaşlatılması davranışsal inhibisyon olarak adlandırılır. Davranışsal inhibisyon sıklıkla nöral inhibisyonun bir belirteci olarak yorumlanır. Davranışsal inhibisyonun altında yatan mekanizmanın daima nöral mekanizma olmadığı söylene de davranışsal inhibisyon, nöral inhibisyonun bir sonucudur. Davranışsal inhibisyon, uyarının davranışlar üzerine nasıl etki ettiğini anlamak için faydalı fikirler verir. Nöral inhibisyonun en erken tanımlarından biri, bir nöral devrenin aktivasyonunun başka bir nöral devre tarafından söndürülmesidir.

Kabul gören 4 nöral inhibisyon türü vardır.

1. Resiprokal inhibisyon
2. Antagonist inhibisyon
3. Tek yönlü inhibisyon
4. Lateral inhibisyon

Bu inhibisyon türleri nörofizyolojik kayıt teknikleri ile gözlemlenebilir.



### 2.4.1.1. İnhibisyon Türleri

Resiprokal İnhibisyon: Yapısal organizasyonları nedeniyle birbirine antagonistik etki gösteren farklı nöral merkezlerin etkisi sonucu oluşur. Bir bölgenin eksitasyonu diğer bir bölgenin eksitasyonunu baskılar. Resiprokal etkileşim medulla spinalisten korteksteeki nöronlara kadar sinir sisteminin farklı seviyelerinde görülür. Uyku ve uyanıklık gibi uyumsuz davranışsal ve fizyolojik yanıtlarda resiprokal inhibisyon mevcuttur.

Antagonist İnhibisyon: İnhibitör ilişkide bulunan nöral bölgelerin eşleşmemesi ve tamamıyla resiprokal ilişkinin olmaması yönleri ile antagonist inhibisyon resiprokal inhibisyondan ayrılır (84). Bu inhibisyon tipinde yine birbirinden uyumsuz yanıtlar vardır. Ancak bu uyumsuz yanıtların kontrolü aynı olmayan (farklı) sistemler tarafından yapılmaktadır.

Tek yönlü İnhibisyon: Genellikle direk yollarda bir nöral sistemin etkisini diğeri üzerinde göstermesi olarak tanımlanır. Bu inhibisyon formuna hipotalamusu da içeren subkortikal yapılar ile korteks arasında ilişki örnek olarak verilebilir. Kortikal bölgede oluşan bir haraplanma sıklıkla disinhibisyonla sonuçlanır. Bu durum hayvanlarda hiddet, cinsellik gibi eksitatör davranışlar ve uyanıklığın (arousal) kaybına sebebiyet verir (84).

Lateral inhibisyon: Aktif olan bir nöral yolun kontralateral yollar vasıtasıyla diğeri yolları inhibe etmesi olayıdır. Bu inhibisyon formu duysal ya da motor sistemde görülebilmektedir. Lateral inhibisyona verilecek en iyi örnek ağrı yollarının aktivitesinin arttığı durumlarda vücudun diğeri duylara karşı gösterdiği hassasiyetin azalmasıdır (10).

### 2.4.1.2. İnhibisyonun Nöral Mekanizması

Anatomik olarak iki nöron arasında oluşan özelleşmiş bağlantı sinaps olarak tanımlanır. Presinaptik nöronda oluşan elektriksel bir etkinlik postsinaptik nörondaki elektriksel etkinliği etkilemektedir. Sinapslardaki elektriksel etkinlik dereceli bir potansiyel meydana getirerek postsinaptik nöronda aksiyon potansiyeli oluşma

olasılığını arttırır. Postsinaptik bir nöronun zar potansiyeli eksitatör bir kavşakta eşığe yaklaşır ancak, inhibitör bir kavşakta eşikten uzaklaşarak hiperpolarize olur veya dinlenim zar potansiyeli düzeyine geri döner (85). MSS'deki inhibisyon postsinaptik veya presinaptik olabilir. İnhibitör sinapslarda postsinaptik nöronlardaki potansiyel değişikliği hiperpolarizasyon yapan dereceli bir potansiyeldir. İnhibitör sinapslar uyarıldığında membran potansiyelinin daha negatif olmasının sebebi klor iyonlarının hücre içine girmesi ya da potasyum iyonlarının hücre dışına çıkmasıdır. IPSP'ler aracılığı ile oluşan inhibisyon türü postsinaptik inhibisyon olarak adlandırılır. Bu inhibisyon şekline doğrudan ya da direkt inhibisyon da denilebilmektedir. Direkt inhibisyonda postsinaptik nöron inhibitör karaktere sahip bir ara nöron tarafından inhibe edilir. Postsinaptik nöronun önceki boşalmalarının sonucu ortaya çıkan inhibisyona dolaylı inhibisyon denir. Postsinaptik nörona gelen sinyal uyarıcı karakterde olsa bile, önceki boşalmaları sonucu refrakter dönemde ya da after hiperpolarizasyon döneminde olan bu postsinaptik nöronu uyarması mümkün değildir.

Presinaptik inhibisyonda ise presinaptik nöronla akso-aksonal sinaps yapan bir nöron, bu nöronun salgıladığı nörotransmitter miktarını azaltarak presinaptik nöronu inhibe eder. Bu durumda presinaptik nöron postsinaptik uyarmaz ve buna presinaptik inhibisyon adı verilir (10, 85).

#### **2.4.1.3. Yanıt İnhibisyonunda Nöral Yapı**

Eskiden beri yapılan çalışmalar prefrontal korteksin kognitif kontrol ve uyarının baskılanmasında anahtar rol oynadığını ortaya koymuştur. Yanıt inhibisyonunda nöral yapıyı araştırmak amacıyla bas-basma ve Stop Sinyal paradigması gibi farklı davranışsal paradigmlar ile beyin görüntüleme teknikleri kullanılmıştır (83). Stop sinyal ve bas-basma paradigması kullanılarak yapılan çalışmalar başarılı bir yanıt inhibisyonunda özellikle sağ hemisferdeki inferior frontal girusun (İFG) önemli olduğunu göstermektedir (86, 87, 88). Yanıtların baskılanmasına neden olan inhibitör mekanizmada İFG'nin rolü son yapılan fMRI çalışmaları ile de desteklenmiştir (89, 90). İnhibisyonda kayıp olan hastalarla yapılmış bazı çalışmalarda ise ventral prefrontal korteksten ziyade medial prefrontal kortekste hasar olduğu tespit edilmiştir. Picton ve

ark. bas-basma ödevi kullanarak yaptıkları çalışmada sol suplementer motor alan ve presuplementer motor alanlarında lezyon olan hastalarda inhibisyonda bozulma olduğunu bildirmişlerdir (91). Bu durumun tam tersi olarak Floden ve Stuss'un (92) stop sinyal paradigması kullanarak yaptıkları çalışmada ise Picton ve ark. (91)'nin bulgularına ters olarak sağ suplementer motor alan (SMA) ve presuplementer motor alanlarında lezyon olan hastalarda inhibisyonda bozulma olduğunu bildirmişlerdir. Yanıt inhibisyonunda; İGF, SMA-presuplementer motor alanların hepsinin çok önemli rol aldığını söylemek mümkündür (93). Yukarıda belirtilen frontal yapıların yanı sıra bazal ganglionlarında inhibisyonda rol aldıklarına dair kanıtlar mevcuttur (94).

#### **2.4.1.4. İnhibisyonun Değerlendirilmesinde Kullanılan Paradigmalar**

İnhibisyonun laboratuvar ortamında incelenebilmesi için sıklıkla kullanılan iki spesifik paradigma yada ödev bulunmaktadır (95). Bu ödevler bas-basma (go-nogo paradigm/task) ve stop-sinyal (stop-signal task) paradigmatıdır. Deneğin yanıt vermesi gereken uyarı bas uyarı (go), yanıt vermemesi gereken uyarı ise basma (nogo) uyarıdır. Stop-sinyal testinde de katılımcılardan belli bir uyarıya yanıt vermesi istenirken, başka bir uyarıya yanıt vermemeleri gerekir. Bas-basma testinde herhangi bir denemede (trial) sadece tek bir uyarı vardır ve bu uyarı bas veya basmadır. Ancak stop sinyal testi; tek bir denemede verilen uyarı sayısının farklı olması yönüyle bas-basma testinden farklıdır (95). Stop sinyal testi uygulanırken bas uyarısından sonra daima bir stop (dur) uyarı vardır (5). Bu sebeple katılımcılardan ilk uyarı ile tetiklenmiş olan yanıtın işlenmesini durdurmaları beklenir. Stop-sinyal paradigmatında bas uyarı ile dur uyarı arasındaki süre değişkendir. Bu süre uyarı başlangıcı asenkronisi olarak adlandırılır (SOA: Stimulus Onset Asynchronies). Her iki paradigmatda da hem basma hem de stop denemelerinde motor yanıtın aktif bir şekilde baskılanması beklenir. Bu denemeler arasındaki farklılıklar yapılması planlanmış olan hareketin baskılanması için inhibisyon derecelerindeki farklılardan kaynaklanır (95). Basma denemelerinin aksine stop denemelerindeki motor yanıtın önceden başlatılmış olan ve uygulamayı durduran zıt komutlardan kaynaklandığı düşünülmektedir (96). Bu yüzden stop denemeleri basma denemelerinden daha üst düzey bir inhibisyon gerektirmektedir.

OİP araştırmalarında inhibitör süreç ile ilişkili genel olarak 2 komponent tanımlanmıştır. Bunlar P3 ve N2 potansiyelleridir. Her iki komponentte motor yanıt inhibisyonunda, yanıtın verilmesi durumuna göre daha büyük genlikli potansiyeller olarak elde edilmektedirler. Basma-N2 potansiyeli frontosantral alanlar boyunca gözlenmekte ve uyarının sunulması takiben yaklaşık 250. ms'de pik yapmaktadır. Basma P3 potansiyeli de uyarının sunumundan sonra yaklaşık 300. ms'de pik yapan frontosantral bir bileşendir. İnhibitör süreç ile N2 ve P3 potansiyelleri arasında bir ilişki tanımlanmıştır (97, 98). Ancak bu potansiyellerin inhibisyon ile ilişkileri konusunda farklı görüşler mevcuttur. Bazı araştırmacılar basma-N2 potansiyelinin inhibisyonla ilişkili olduğu görüşünü savunurken (74, 99), bir diğer grup araştırmacı ise P3 potansiyelinin inhibisyonla ilgili sürece dahil olduğunu belirtmektedirler (97, 98). Ayrıca N2 potansiyelinin inhibisyondan ziyade yanıt çatışması ile ilgili olduğunu belirten çalışmalar da mevcuttur (7). N2 potansiyel jeneratörünün anterior singulat olduğu düşünölmektedir (100).

#### **2.4.2. Çalışma Belleği**

Bellek, kabaca çalışma belleği (anlık hafıza, duysal hafıza), kısa süreli bellek ve uzun süreli bellek olarak sınıflandırır (10). Çalışma belleği (ÇB) bilginin geçici olarak depolanmasını ve manipölasyonunu sağlayan beyin sistemidir. ÇB genellikle dil kavrama, öğrenme ve düşünme gibi kompleks kognitif ödevlerle ilişkilidir (4). ÇB, bazı araştırmacılar tarafından kısa süreli bellek olarak tanımlansa da temsillerin (bellek izlerinin) yalnızca depolandığı kısa süreli bellekten farklılık gösterir (101). Öğrenmekte olduğumuz bilginin ya da duysal bir uyarın ve/veya uyarınların kullanılmaya devam ettiği süreci yansıtır. Soğuk bir cisme dokunduğumuz zaman elimizde soğukluk hissettiğimiz süreç ya da bir telefon numarasını çevirene kadar numaraları aklımızda tuttuğumuz süreç ÇB'ye örnek olarak verilebilir (10). Baddeley; yine 1974 yılında Baddeley ve Hitch'in belirttiği gibi ÇB'nin çok parçalı bir modelle açıklanabileceğini söylemiştir (102). Bu model 3 bileşenden oluşmuştur.

1. Seslendirme Döngüsü ( phonological loop): Bu devre sözel ve akustik bilgi ile ilişkilidir. Bellek temsillerinin sesli veya sessiz tekrar yolu ile saniyeler bazında geçici olarak depolanması sistemidir.
2. Görsel-mekânsal Kopyalama (Visuo-spatial Sketchpad): Görsel, mekansal ve olası kinetik bilginin birleştirilmiş sunumunu geçici olarak depolar ve manipüle eder.
3. Merkezi yönetici (Central Executive): Seslendirme döngüsü ve görsel mekansal kopyalama sistemlerinin kontrolünden sorumlu olan ve aynı zamanda dikkate dayalı olan ve ÇB'nin dikkatsel kontrolünden sorumlu olan bir sistemdir.

Baddeley tarafından bu çok parçalı ÇB modeline epizodik bellek-tampon (Episodic buffer) adı verilen dördüncü bir sistem daha eklenmiştir. Bu sistemi santral yürütücüden ayıran özellik dikkatsel kontrolden ziyade çeşitli kaynaklardan gelen bilgileri (sözel- görsel- mekansal) tümleştiren sınırlı kapasiteli bir depolama sistemi olmasıdır. Santral yürütücü sistem tarafından kontrol edildiği düşünülmektedir. Aynı zamanda bu sistem merkezi depodan bilgiyi alabilme ve yansıtılma yeteneğine sahiptir. Epizodik tampon sistemi uzun süreli belleği ciddi hasara uğramış hastalarda da bilginin bellekte nasıl tutulduğunu açıklamak için kullanılmıştır (103).

### **2.4.3. Bilişsel Esneklik**

Bilişsel esneklik (cognitive flexibility), kişilerin durumlara nasıl tepki verdiğini anlamaya yönelik olarak incelenen önemli bir kavramdır. Bilişsel esneklik kavramı, kişilerin değişen yaşamsal koşullara veya içinde buldukları çevresel koşullara göre düşüncelerini değiştirebilme ya da uyum gösterebilme yeteneklerini ifade eder. Bilişsel esneklik 3 temel açıdan değerlendirilir.

1. Kontrol edilebilir zor durumları algılama yeteneği
2. Günlük olaylarda ortaya çıkan durumların ve bireysel davranışların çeşitli alternatif açıklamalarının olduğunu algılama yeteneği

3. Zor durumların üstesinden gelebilmek için farklı ya da çok yönlü çözüm yolu üretebilme yeteneği (104).

Bilişsel esnekliğin kaybolduğu ya da bozulduğu durumlarda depresyon vb. gibi psikiyatrik bozuklukların ortaya çıktığı bilinmektedir (105). Bilişsel esnekliğin değerlendirilmesinde ise Stroop renk ve kelime testi, Wisconsin Kart Eşleme Testi bilişsel esneklik skalası gibi değişik yöntemler kullanılmaktadır.



## 3. GEREÇ VE YÖNTEM

### 3.1. Denek grubu

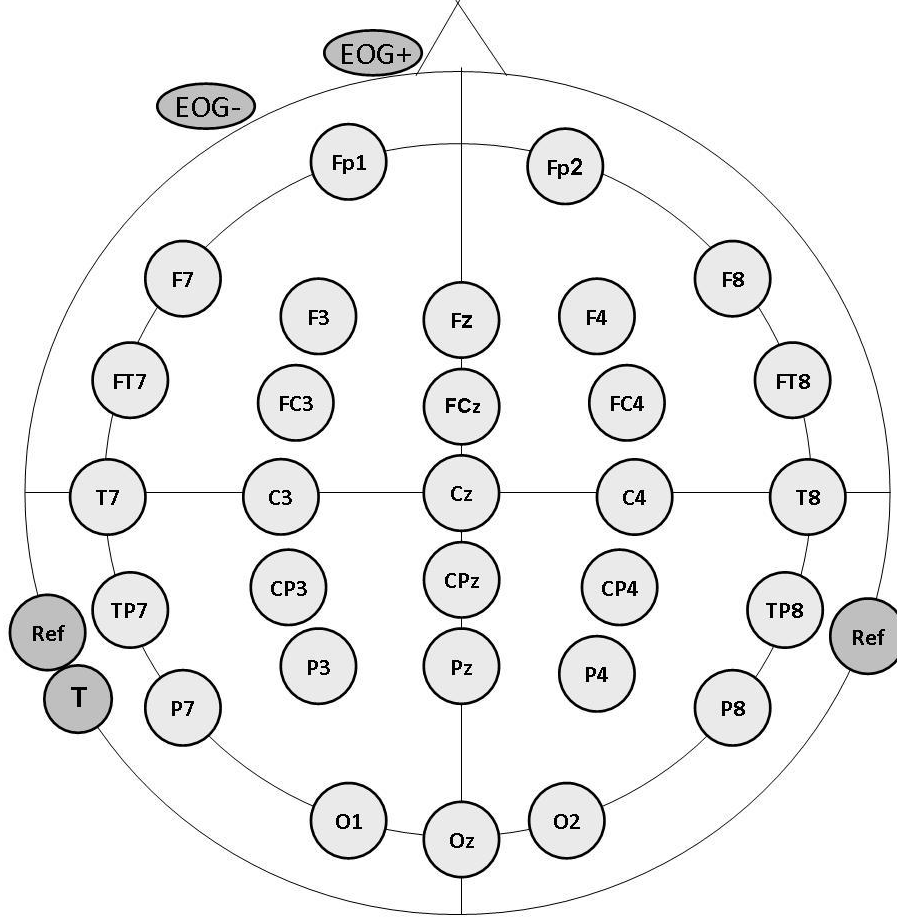
OİP kayıtları, çalışmamıza gönüllü katılan ve yaşları 19 ile 28 arasında değişen ( $21.63 \pm 2.01$ ) 15'i kadın, 17'si erkek olmak üzere toplam 32 sağlıklı denekten alındı. OİP kayıtları Anabilim Dalımızda bulunan Beyin Dinamiği Araştırma Laboratuvarında (BEDAL) alındı. Boyutları 2.5 x 3 x 3 m olan BEDAL Laboratuvarının faraday kafesi ve ses yalıtımı mevcut olup, izole laboratuvarın ışıklandırılması loş olacak şekilde yapılmıştır.

Çalışmamıza katılan tüm denekler Tıp Fakültesi 2. ve 3. dönem öğrencileri arasından seçilmiştir. Deney öncesinde çalışmamıza katılan bireylerin herhangi bir psikiyatrik veya nörolojik bozukluklarının olup olmadığının araştırılması amacıyla anamnezleri alınmış, kendileri ya da ailelerinde herhangi bir psikiyatrik veya nörolojik bozukluk tespit edilmemiştir. Deneklere hangi elini baskın olarak kullanıldığı soruldu ve tümünün sağ elini kullandığı tespit edildi. Çalışma; öncesinde Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulu'na başvuru yapılarak onaylanıp, Helsinki deklarasyonuna uygun bir şekilde gerçekleştirildi. Kayıt öncesinde, tüm katılımcılara EEG-OİP kayıtlarının nasıl alındığı ve çalışma hakkında genel olacak şekilde bilgi verilip, yazılı onamları alındı.

### 3.2. Ölçüm Dizgesi

Görsel OİP kayıtları uluslararası 10/20 elektrot yerleştirme sistemi kullanılarak 30 elektrod bölgesinden alındı. Elektrotlar; fronto-polar (Fp1, Fp2), frontal (F7, F3, Fz, F4, F8), fronto-santral (FC3, FCz, FC4), santral (C3, Cz, C4), santro-pariyetal (CP3, CPz, CP4), pariyetal (P7, P3, Pz, P4, P8), temporal (T7, T8), fronto-temporal (FT7, FT8), temporo-pariyetal (TP7, TP8) ve oksipital (O1, Oz, O2) bölgelere yerleştirildi. Referans elektrotlar her iki kulak memesine yerleştirildi. EEG-OİP kayıtları her iki

kulak memesindeki elektrotların ortalamasına referanslanarak unipolar olarak kaydedildi.



**Şekil 3.1. Elektrot yerleşiminin şematik gösterimi.** Saçlı deri üzerine yerleştirilen 30 adet elektrot ve kulak memelerine yerleştirilen referans elektrotlar (Ref) ve toprak elektrot (T) elektrookülogram elektrotları (EOG+, EOG-) gösterilmiştir.

Saçlı deriye yerleştirilen elektrotlar Ag/AgCl halka elektrotlardı. Bu elektrotları saçlı deri üzerine standart bölgelere yerleştirmek amacı ile kafa çevresi ölçümü yapıldı. Elde edilen ölçüme uyumlu olarak seçilen “Easy Cap” kullanıldı. Ag/AgCl halka elektrotlar “Easy Cap” üzerindeki halka şeklindeki boşluklara yerleştirilip bu boşluklara iletkenliği sağlamak amacıyla, bir enjektör aracılığı ile Abralyte 2000 Jel konuldu. Toprak elektrot olarak ve EEG-OİP kayıtları ile eş zamanlı alınan elektrookülogram (EOG) kaydında ise Ag/AgCl disk elektrotlar kullanıldı. Disk elektrotların iletkenliğini arttırmak amacıyla 1 M KCl ile ıslatılıp, üzerine bir miktar EEG pastası konulduktan sonra yerleştirildi. Toprak elektrotlar deneklerin sol kulak memelerine yerleştirildi.

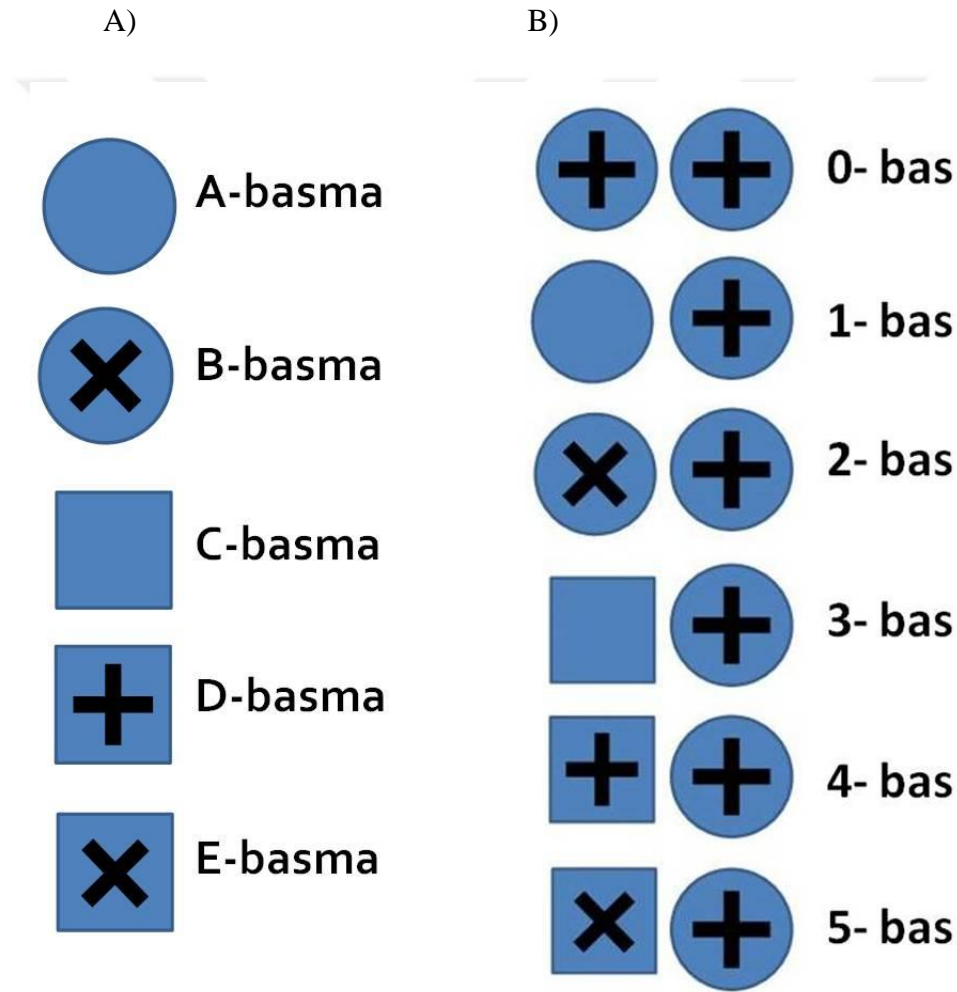


Elektrotlar yerleştirilmeden önce 30 elektrot bölgesi ve her iki kulak memesi alkollü pamuk kullanılarak temizlendi. Kayıt öncesinde tüm elektrotların dirençleri kontrol edilip 10 KOhm'un altında olmasına özen gösterildi. Çalışmamızda kullandığımız elektrot yerleştirme şekli uluslar arası 10/20 elektrot yerleştirme sistemine uygun olarak, Şekil 3.1'de gösterildiği gibi yapıldı.

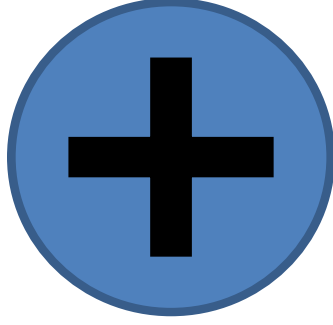
### 3.3. Uyarı Paradigması

Çalışmamızda, deneklerin farenin sol tuşuna basarak yanıt vermeleri gereken bas uyarı ve yanıt vermeleri istenmeyen basma uyarılarını içeren görsel bas-basma paradigması kullanıldı. Paradigmada, deneklerin gördüklerinde istemli olarak yanıt vermelerini gerektiren bas uyarı olarak merkezinde siyah renkli artı (+) işareti bulunan 9.3 cm çapında mavi bir daire kullanıldı. Bas-basma paradigmasında kullandığımız bas uyarı Şekil 3.3'de verilmiştir. Basma uyarı olarak, bas uyarısına göre içerik ve/veya şekil olarak farklılık gösteren beş farklı basma uyarı kullanıldı. Bunlar; içinde işaret bulunmayan ve merkezinde siyah renkli çarpı (x) işareti bulunan aynı boyuttaki mavi daireler ile içinde işaret bulunmayan, merkezinde siyah renkli artı (+) işareti olan ve merkezinde siyah renkli çarpı (x) işareti olan, daireler ile aynı ışık yoğunluğuna ve yüzey alanına sahip olan 8.25 x 8.25 cm boyutlarındaki mavi karelerdi. İçerisinde işaret bulunmayan daire A-basma, merkezinde siyah renkli çarpı (x) işareti bulunan mavi daireler B-basma, içerisinde işaret bulunmayan kare C-basma, merkezinde siyah renkli artı (+) işareti olan kare D-basma, merkezinde siyah renkli çarpı (x) işareti olan kare ise E-basma olarak isimlendirildi. Bas-basma paradigmasında kullandığımız 5 farklı basma uyarı Şekil 3.2'de verilmiştir. Basma uyarılarının içerik ve/veya şekil yönünden bas uyarılarına benzerlik derecesi basma yanıtlarının zorluk derecesini belirliyordu. Kullandığımız bas-basma paradigmasında toplam 845 uyarı içermekteydi. Bu uyarıların % 28.4'ü (240 adet) bas uyarı, geri kalan %71,6'sı (605 adet) ise basma uyarılarından oluşmaktaydı. Beş farklı gruptan oluşan basma uyarıların sıklığı birbirine eşittir (%14.3). Görsel uyarıların süresi 300 ms ve uyarı arası süre (UAS) 1500 ms'dir. İki bas uyarı arasındaki ortalama süre 5.25 sn ve rastgele olarak 1.5 ile 9 s arasında değişmektedir. Bas uyarılarından önce

gelen basma uyarılarının sayısı beş farklı basma uyarı grubu için eşittir. Öncesinde bas uyarıları veya beş farklı gruptaki basma uyarıları gelen bas uyarıları için bas-bas uyarı intervallerinin ortalamaları birbirine eşitti. Öncesinde bas ya da beş farklı gruptaki basma uyarılarından birinin geldiği altı farklı bas uyarı grubundaki uyarı sayıları birbirine eşittir (40 adet). İki bas uyarısının ardı ardına geldiği grup 0-bas, öncesinde A-basma uyarıları olan grup 1-bas grubu, öncesinde B-basma uyarıları olan grup 2-bas grubu, öncesinde C-basma uyarıları olan grup 3-bas grubu, öncesinde D-basma uyarıları olan grup 4-bas grubu, öncesinde E-basma uyarıları olan grup 5-bas grubu olarak adlandırıldı. Bir denekten alınan kaydın toplam süresi 21 dk'dır.



**Şekil 3.2. A) Basma uyarıları.** İçerisinde işaret bulunmayan daire A-basma, merkezinde siyah renkli çarpı (x) işareti bulunan mavi daireler B-basma, içerisnde işaret bulunmayan kare C-basma, merkezinde siyah renkli artı (+) işareti olan kare D-basma, merkezinde siyah renkli çarpı (x) işareti olan kare ise E-basma uyarıları. **B) Bas grupları.** İki bas uyarısının ardı ardına geldiği grup 0-bas, bas uyarıları öncesinde A-basma uyarıları olan grup 1-bas grubu, öncesinde B-basma uyarıları olan grup 2-bas grubu, öncesinde C-basma uyarıları olan grup 3-bas grubu, öncesinde D-basma uyarıları olan grup 4-bas grubu, öncesinde E-basma uyarıları olan grup 5-bas grubu olarak adlandırıldı.



**Şekil 3.3. Bas uyarısı.** Deneklerin gördüklerinde istemli olarak yanıt vermeleri gereken, merkezinde siyah renkli artı (+) işareti bulunan mavi daire bas uyarısı olarak kullanıldı.

### 3.4. EEG Kaydı ve Kayıt Sistemi

İzole odada başlarını dayayabilecekleri rahat bir koltukta oturan deneklere 90 cm uzaklıktaki 15"lik bir PC ekranı aracılığıyla 5°lik görsel uyarılar uygulandı. Kayıt sırasında deneklerden sakin ve rahat bir şekilde oturmaları, uyanık olmaları, bas uyarısı gördüklerinde sağ el işaret parmakları ile bir bilgisayar faresinin sol tuşuna basmaları basma uyarılarını gördüklerinde ise bilgisayar faresine basmamaları istendi. Kayıt esnasında olabilecek dikey ve yatay göz hareketlerinin oluşturacağı artefaktların tespiti için eş zamanlı olarak bipolar elektrookülogram (EOG) kaydı alındı. EEG-OİP verileri, La Mont MedicalInc. şirketinin 32 kanallı EEG yükselticisi ile sürekli ve dijital olarak kaydedildi. 0.1 Hz yüksek geçiren ve 70 Hz alçak geçiren filtre uygulanarak, 16-bitlik bir analog/dijital (A/D) dönüştürücü kart (National Instruments, Austin, Texas) aracılığıyla 256 nokta/saniye örnekleme hızıyla bilgisayarın hard diskine aktarılıp analizler offline olarak yapıldı.

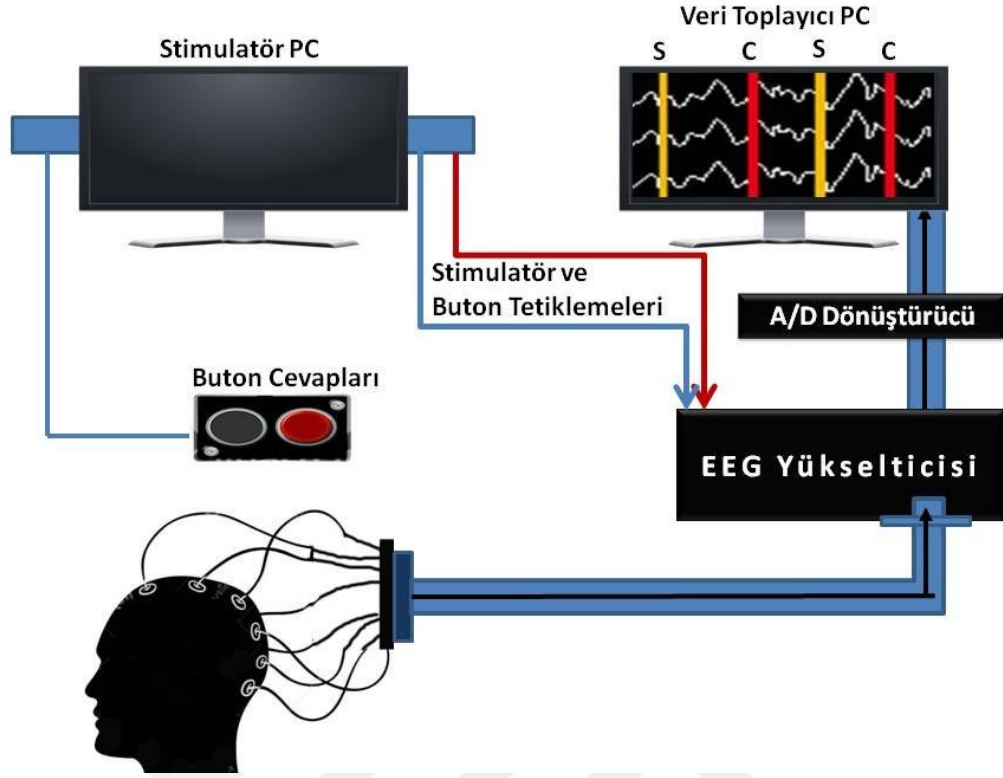
Kayıtlar, kayıt süresi yaklaşık olarak iki parçaya bölünerek iki dönem olacak şekilde alındı. İki kayıt dönemi arasında ortalama 5 dk ara verilip bu sürede hem elektrot dirençleri kontrol edildi hem de deneklerin dinlenmeleri ve ikinci kayıt döneminde uyanık olmaları sağlandı. Kayıtlar sırasında 30 adet EEG kanalı ve aynı zamanda EOG kanalı bilgisayar ekranından sürekli takip edildi. Çalışmamızda EEG-OİP verilerinin kayıt ve analiz işlemleri için MATLAB tabanlı bir program olan

TAMEEG/ERP Kayıt ve Analiz Programı kullanıldı (106). Çalışmamızda bir denekten izole odada alınan kayıt görüntüsü Şekil 3.4’de verilmiştir.

EEG-OİP kayıt ve analiz sistemi, verileri toplayan ve kaydeden bir bilgisayar ile uyarıyı üretme ve sunma işini yapan toplam iki bilgisayardan oluşmaktaydı. Çalışmamızda kullandığımız EEG ve OİP kayıt-analiz sistemini gösteren şema Şekil 3.5’de verilmiştir.



**Şekil 3.4. Görsel olaya ilişkin potansiyel yanıtlarının kaydedilmesi.** Faraday kafesi ve ses yalıtımı bulunan, loş bir şekilde aydınlatılmış olan izole kayıt odasındaki denekten, bir bilgisayar monitörü aracılığıyla uygulanan görsel bas-basma paradigmasına yanıt olarak oluşan OİP dalgalarının kaydedilmesi. Saçlı deri üzerine kep aracılığı ile yerleştirilen elektrotlar ile göz hareketlerinin kaydı için yerleştirilen EOG elektrotların yerleşimi görülmektedir.



**Şekil 3.5. EEG-OİP sisteminin şematik gösterimi.** Uyarınları üreten ve sunan (stimülör) bir bilgisayar ile verileri toplayan ve kaydeden (recorder) olmak üzere toplam 2 bilgisayardan oluşan EEG-OİP kayıt ve analiz sistemi. Saçlı deri üzerine yerleştirilen elektrotlar aracılığı ile EEG yükselticisine iletilen beyin sinyalleri bir analog-dijital (A/D) dönüştürücü kart aracılığıyla veri toplayıcı bilgisayarın hard diskine kaydediliyordu.

### 3.5. Verilerin İşlenmesi

EEG kaydı alındıktan sonra elde edilen verilerin analizi offline olarak yapıldı. İlk önce  $\pm 50 \mu V$ 'dan daha büyük voltaj değişimleri ile eğimi  $20000 \mu V/s$ 'den fazla olan voltajlar sistem tarafından otomatik olarak tanımlandı ve bu özelliklere uyan dalgalanmalar otomatik artefakt eliminasyonu ile atıldı. Daha sonra manüel artefakt eliminasyonu yapıldı. Manüel artefakt eliminasyonu yapılırken EOG kanalı baz alındı. Otomatik ve manuel artefakt eliminasyonu yapıldıktan sonra bir sonraki aşamada kayıtlar EEG dilimlerine ayrıldı. Her bir dilim uyarın öncesi 100 ms ve uyarın sonrası 800 ms olacak şekilde oluşturuldu. EEG dilimlerinin ortalamaları alınıp, uyarıdan 100 ms öncesi ile uyarıya verilen cevap arasındaki ortalama genlik sinyalden çıkartıldı. Ve elde edilen potansiyeller izoelektrik çizgiye çekildi. Ortalamaları alınmış yanıtlara 1-30 Hz arasında filtre uygulandı. EEG kayıtlarındaki artefaktların eliminasyonunun

ardından, elde edilen OİP yanıtlarında bas/basma P3, N2, P2, N1 ve P1 dalgalarının genlik ve latans değerleri ölçüldü.

### 3.6. İstatistiksel Analiz

Denek grubunun büyüklüğünü saptamak için insanlarda görsel bas-basma yanıtlarının kaydedildiği araştırmalar temel alınarak MedCalc Ver. 9.2 paket programı ile güç analizi yapıldı. 0,80 güç ve 0,05 I. tip hata koşulları altında bas-P3 ve basma-P3 potansiyellerinde meydana gelebilecek 1 standart sapmalılık değişimlerin istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterdiğinin tespit edilebilmesi için gerekli en küçük örneklem büyüklüğü 17 olarak hesaplandı. Verilerin normal dağılımı Kolmogorov Smirnov testi ile kontrol edildi. Görsel bas ve basma uyaranlarına yanıt olarak elde edilen ortalama OİP bileşenlerinin (N1, P2, N2 ve P3) genlik ve latans değerleri; grup (bas için 6 grup, basma için 5 grup), antero-posterior (AP) dağılım (frontal / santral / pariyetal) ve lateral (LAT) dağılım (sağ / orta / sol) faktörlerini içeren tekrarlayan ölçümler için ANOVA testi ile analiz edildi. Farklı gruplardaki bas ve basma uyaranlarına karşı verilen yanıtlarda deneklerin reaksiyon zamanlarının karşılaştırılmasında grup faktörünü içeren tekrarlayan ölçümler için ANOVA testi kullanıldı. Komisyon hataları ve omisyon hatalarının karşılaştırılmasında Friedman testi kullanıldı. Komisyon hataları ve omisyon hatalarının ikili karşılaştırılmasında Wilcoxon İşaretli Sıra testi kullanıldı. İstatistiksel analizlerde anlamlılık düzeyi  $p < 0.05$  olarak kabul edildi.

## 4. BULGULAR

### 4.1. Davranışsal Veriler

Çalışmamıza gönüllü olarak katılan 32 sağlıklı denekten görsel bas-basma paradigması ile olaya ilişkin potansiyel yanıtları kaydedildi. Görsel OİP kayıtları sırasında deneklerden içinde artı işareti olan mavi daireye dikkat etmeleri ve hedef olan bu uyarıyı gördüklerinde sağ el işaret parmakları ile bir bilgisayar faresinin sol tuşuna basmaları istendi. OİP kayıtları sırasında deneklerin hedef uyarıyı gördükten sonra bilgisayar faresine basma süreleri (reaksiyon zamanı) Çizelge 4.1’de verilmiştir. Bas uyarı grupları arasında 0-bas uyarı grubuna ait reaksiyon zamanı diğer 5 bas grubunun ortalamasından anlamlı olarak büyüktü ( $p<0.001$ ).

**Çizelge 4.1. Deneklerin ortalama reaksiyon zamanları.** Çalışmaya katılan deneklerin 6 farklı bas grubunda bas uyarıyı gördükten sonra sağ işaret parmakları ile bilgisayar faresinin sol tuşuna basmaları arasındaki süre (ms) ortalama±standart sapma olarak verilmiştir.

	0-bas	1-bas	2-bas	3-bas	4-bas	5-bas
Reaksiyon zamanı	477.99±61.99*	429.93±51.53	431.53±55.60	432.95±57.58	434.63±62.10	430.91±60.86

\*  $p<0.001$

Çalışmaya katılan deneklerin bas uyarıyı görüp hedef olan bu uyarıya yanıt vermedikleri durumlar (omiyon hatası) 6 bas grubu için değerlendirildiğinde 3-bas grubundaki yanıt vermeme oranının 0-bas, 1-bas, 2- bas gruplarına göre anlamlı olarak küçük olduğu ( $p<0.001$ ), diğer gruplar arasında ise fark olmadığı görüldü. Çalışmaya alınan deneklerin 6 farklı bas grubunda bas uyarıyı görüp yanıt vermedikleri durum sayıları çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çalışmaya katılan deneklerin bas uyarı yerine basma uyarısına yanıt verdikleri durumlar (komisyon hatası) basma grupları arasında karşılaştırıldığında B-basma uyarısına yanıt verme oranı A-basma, C-basma, E basma uyarılarına göre daha büyük, D- basma uyarısına yanıt verme oranına göre daha küçüktür ( $p<0.001$ ). En fazla

komisyon hatası D-basma uyarısında olmuştur ( $p<0.001$ ). Deneklerin ortalama komisyon hataları Çizelge 4.3'te verilmiştir.

**Çizelge 4.2. Deneklerin ortalama omisyon hataları.** Çalışmaya katılan deneklerin 6 farklı bas grubunda bas uyarısını görüp yanıt vermedikleri durum sayısı ortalama±standart sapma olarak verilmiştir.

	0-bas	1-bas	2-bas	3-bas	4-bas	5-bas
<b>Omisyon hatası</b>	0.5±1.1	0.3±0.5	0.3±0.5	0±0.2	0.4±0.8	0.2±0.5

**Çizelge 4.3. Deneklerin ortalama komisyon hataları.** Çalışmaya alınan deneklerin bas uyarısı yerine basma uyarısına yanıt verdikleri durum sayısı ortalama±standart sapma olarak verilmiştir.

	A-basma	B-basma	C-basma	D-basma	E-basma
<b>Komisyon hatası (Ortalama±SS)</b>	0.34±0.65	3.09±3.13	0.43±0.61	7.88±4.23	0.53±0.95

**Çizelge 4.4. Deneklerden elde edilen bas uyarılarını içeren ortalama artefaktsız EEG dilim sayıları.** Çalışmaya katılan 32 denekten elde edilen OİP yanıtlarının otomatik ve manuel artefaktlarının eliminasyonu sonrası ortalama artefaktsız EEG dilim sayıları.

	0-bas	1-bas	2-bas	3-bas	4-bas	5-bas
<b>Artefaktsız EEG dilim sayısı</b>	35.63±2.78	34.94±3.25	35.03±3.66	34.69±3.61	35.06±3.20	35.34±3.28

Elde edilen görsel OİP yanıtlarının, otomatik artefakt eliminasyonu ve ardından EOG kanalı baz alınarak yapılan manuel artefakt eliminasyonu sonrasında bas uyarılarını içeren artefaktsız EEG dilim sayıları Çizelge 4.4' te, basma uyarılarını içeren EEG dilim sayıları Çizelge 4.5' te verilmiştir.



**Çizelge 4.5. Deneklerden elde edilen basma uyarılarını içeren ortalama artefaktsız EEG dilim sayıları.** Çalışmaya katılan 32 denekten elde edilen OİP yanıtlarının otomatik ve manuel artefaktlarının eliminasyonu sonrası ortalama artefaktsız EEG dilim sayıları.

	A-basma	B-basma	C-basma	D-basma	E-basma
Artefaktsız EEG dilim sayısı	107.34±9.55	105.47±9.55	106.31±9.55	100.16±9.55	106.13±9.55

## 4.2. Elektrofizyolojik Veriler

### 4.2.1. Bas Uyarılarına Karşı Elde Edilen Yanıtlar

#### 4.2.1.1. Bas P3 Dalga Genliği

Çalışmamıza katılan 32 denekten, 6 farklı bas uyarı grubunda bas uyarılarına karşı yanıt olarak elde edilen P3 dalgasına ait 12 elektrot bölgesindeki genlik değerleri Çizelge 4.6'de verilmiştir. Bas grupları arasında P3 dalga genliğinin istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde değiştiği tespit edildi (Grup:  $F(5,155)=11.74$ ;  $p=0.001$ ), (Çizelge 4.14, Şekil 4.1). ANOVA testinin kontrastları; 0-bas grubuna ait P3 dalga genliğinin diğer bas gruplarına ait P3 dalga genliklerinin ortalamasından anlamlı olarak küçük olduğunu gösterdi (Grup:  $F(1,31)=26.58$ ;  $P=0.001$ ). 1-bas, 2-bas, 3-bas, 4-bas, 5-bas grupları arasında anlamlı bir fark olmadığı tespit edildi.

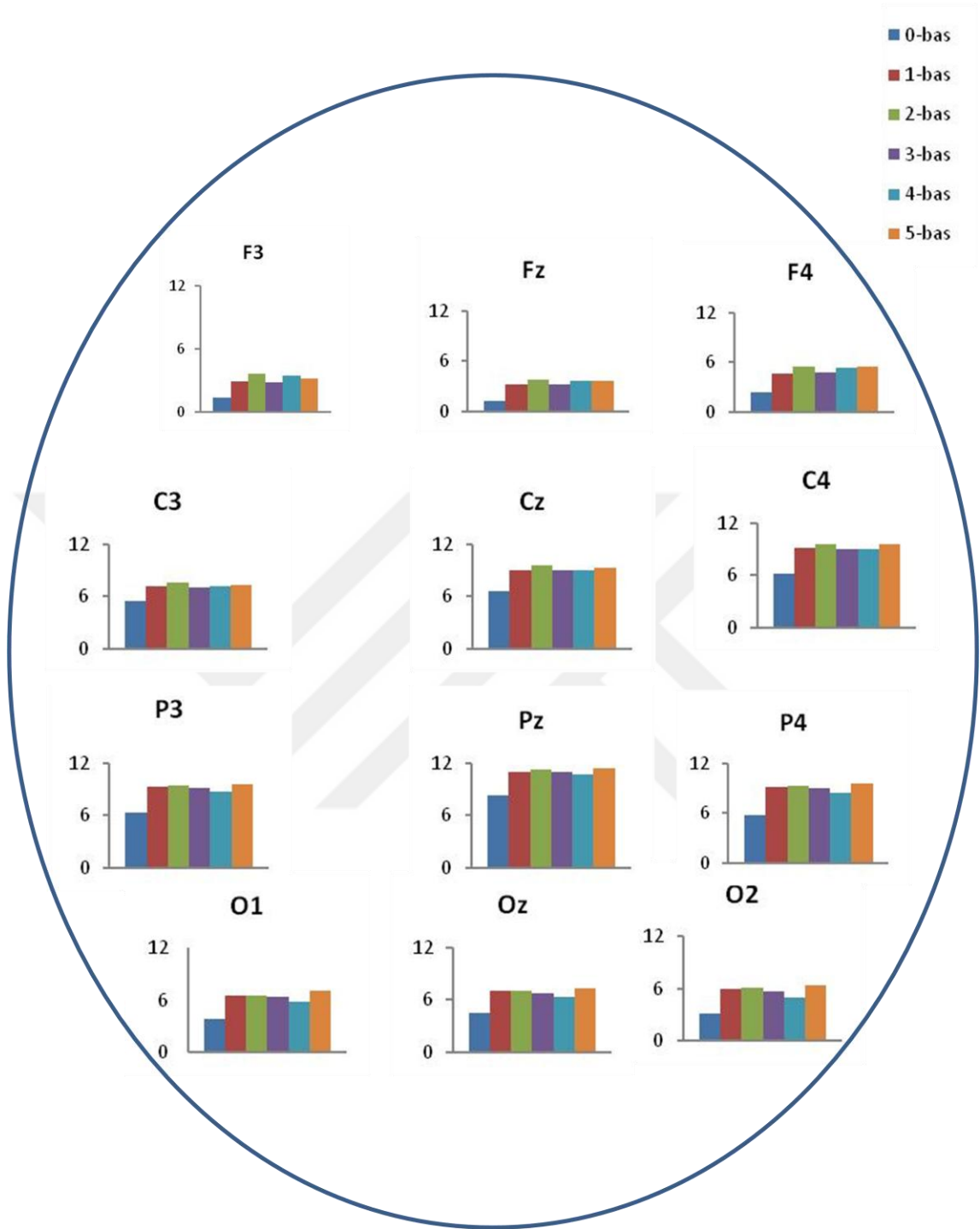
P3 dalga genliklerinin önden-arkaya (antero-posterior = AP) dağılımları anlamlı olarak değişim gösteriyordu (AP:  $F(3,93)=31.28$ ;  $p=0.001$ ). Frontal bölgelerden elde edilen P3 dalga genliklerinin santral bölgeden elde edilenlere göre daha küçük olduğu tespit edildi ( $F(1,31)=67.13$ ;  $p=0.001$ ). P3 dalga genliklerinin pariyetal bölgelerde santral bölgelerden ve oksipital bölgelerden elde edilenlere göre anlamlı olarak daha büyük olduğu tespit edildi (AP için sırasıyla  $F(1,31)=10.47$ ;  $p=0.003$ ,  $F(1,31)=46.53$ ;  $p=0.001$ ). P3 dalgasının genliği pariyetal bölgede maksimumdu. Frontal bölgelerden elde edilen P3 dalga genliklerinin diğer bölgelerin (santral, pariyetal, oksipital) ortalamasına göre anlamlı olarak küçük olduğu tespit edildi ( $F(1,31)=44.44$ ;  $p=0.001$ ).

P3 dalga genliklerinin lateral (Lat) dağılımları anlamlı olarak değişim gösteriyordu (Lat:  $F(2,62)=13.81$ ;  $p=0.001$ ). P3 dalgasının lateral dağılımındaki anlamlı farklılığın, orta hattaki P3 dalga genliklerinin sol ve sağ taraftaki elektrot bölgelerindeki P3 dalgalarına oranla daha büyük olmasından kaynaklandığı görüldü (Lat için sırasıyla;  $F(1,31)=24.50$ ;  $p=0.001$ ;  $F(1,31)=5.10$ ;  $p=0.031$ ), (Çizelge 4,14).

P3 dalga genliklerinin grup ve önden arkaya dağılım interaksiyonu istatistiksel olarak bir anlamlılık göstermiyordu (Grup x AP:  $F(15,465)=1.171$ ;  $p>0.05$ ). Grup ve lateral dağılım arasındaki interaksiyon, önden-arkaya ve lateral dağılım arasındaki interaksiyon ile grup, önden-arkaya ve lateral dağılım arasındaki interaksiyon istatistiksel olarak anlamlı bulundu (sırasıyla: Grup x Lat:  $F(10,310)= 3.06$ ;  $p=0.006$ , AP x Lat:  $F(6,186)=156.67$ ;  $p=0.010$ , Grup x AP x Lat:  $F(30,930)=2.23$ ;  $p=0.017$ ).

**Çizelge 4.6. Görsel bas-basma paradigmasındaki bas uyarılarına yanıt olarak elde edilen P3 dalga genlikleri.** Çalışmamıza katılan 32 denekten; 6 farklı bas uyarı grubundan bas uyarılarına yanıt olarak elde edilen P3 dalgasına ait genlik değerleri  $\mu V$  cinsinden ortalama  $\pm$  standart sapma (SS) şeklinde verilmiştir.

P3 genlik	0-bas	1-bas	2-bas	3-bas	4-bas	5-bas
F3	1.39 $\pm$ 3.60	2.88 $\pm$ 4.20	3.62 $\pm$ 4.27	2.83 $\pm$ 4.10	3.43 $\pm$ 4.86	3.17 $\pm$ 4.46
Fz	1.18 $\pm$ 4.32	3.17 $\pm$ 5.45	3.81 $\pm$ 5.04	3.29 $\pm$ 4.96	3.65 $\pm$ 5.78	3.64 $\pm$ 5.21
F4	2.39 $\pm$ 3.88	4.63 $\pm$ 5.25	5.43 $\pm$ 4.99	4.79 $\pm$ 4.63	5.42 $\pm$ 5.31	5.50 $\pm$ 5.06
C3	5.39 $\pm$ 3.80	7.15 $\pm$ 4.96	7.60 $\pm$ 4.77	7.06 $\pm$ 4.87	7.11 $\pm$ 5.41	7.23 $\pm$ 4.59
Cz	6.65 $\pm$ 4.94	9.05 $\pm$ 6.72	9.56 $\pm$ 6.16	9.06 $\pm$ 6.12	9.02 $\pm$ 6.86	9.29 $\pm$ 6.23
C4	6.16 $\pm$ 3.73	9.09 $\pm$ 5.53	9.61 $\pm$ 5.37	9.00 $\pm$ 5.34	9.04 $\pm$ 5.72	9.57 $\pm$ 5.30
P3	6.34 $\pm$ 4.41	9.27 $\pm$ 5.16	9.48 $\pm$ 5.04	9.14 $\pm$ 5.24	8.73 $\pm$ 5.31	9.63 $\pm$ 5.24
Pz	8.33 $\pm$ 5.05	10.95 $\pm$ 5.45	11.26 $\pm$ 5.41	10.97 $\pm$ 5.52	10.65 $\pm$ 5.72	11.33 $\pm$ 5.73
P4	5.79 $\pm$ 4.39	9.15 $\pm$ 5.00	9.32 $\pm$ 4.59	9.07 $\pm$ 4.85	8.52 $\pm$ 5.02	9.63 $\pm$ 4.93
O1	3.85 $\pm$ 4.63	6.58 $\pm$ 4.87	6.59 $\pm$ 4.79	6.41 $\pm$ 5.02	5.86 $\pm$ 4.64	7.10 $\pm$ 5.31
Oz	4.45 $\pm$ 4.70	6.97 $\pm$ 4.41	6.97 $\pm$ 4.50	6.71 $\pm$ 4.40	6.24 $\pm$ 4.39	7.32 $\pm$ 4.81
O2	3.09 $\pm$ 5.05	6.01 $\pm$ 4.46	6.03 $\pm$ 4.41	5.60 $\pm$ 4.39	4.93 $\pm$ 4.22	6.41 $\pm$ 4.56



**Şekil 4.1. Görsel bas-basma paradigmasındaki bas uyarılarına yanıt olarak elde edilen P3 dalga genliklerinin topografik görünümü.** Çalışmamıza katılan 32 denekten; 6 farklı bas uyarı grubundan bas uyarılarına yanıt olarak elde edilen P3 dalgasına ait  $\mu\text{V}$  cinsinden ortalama genlik değerlerinin on iki elektrot bölgesindeki topografik görünümü.

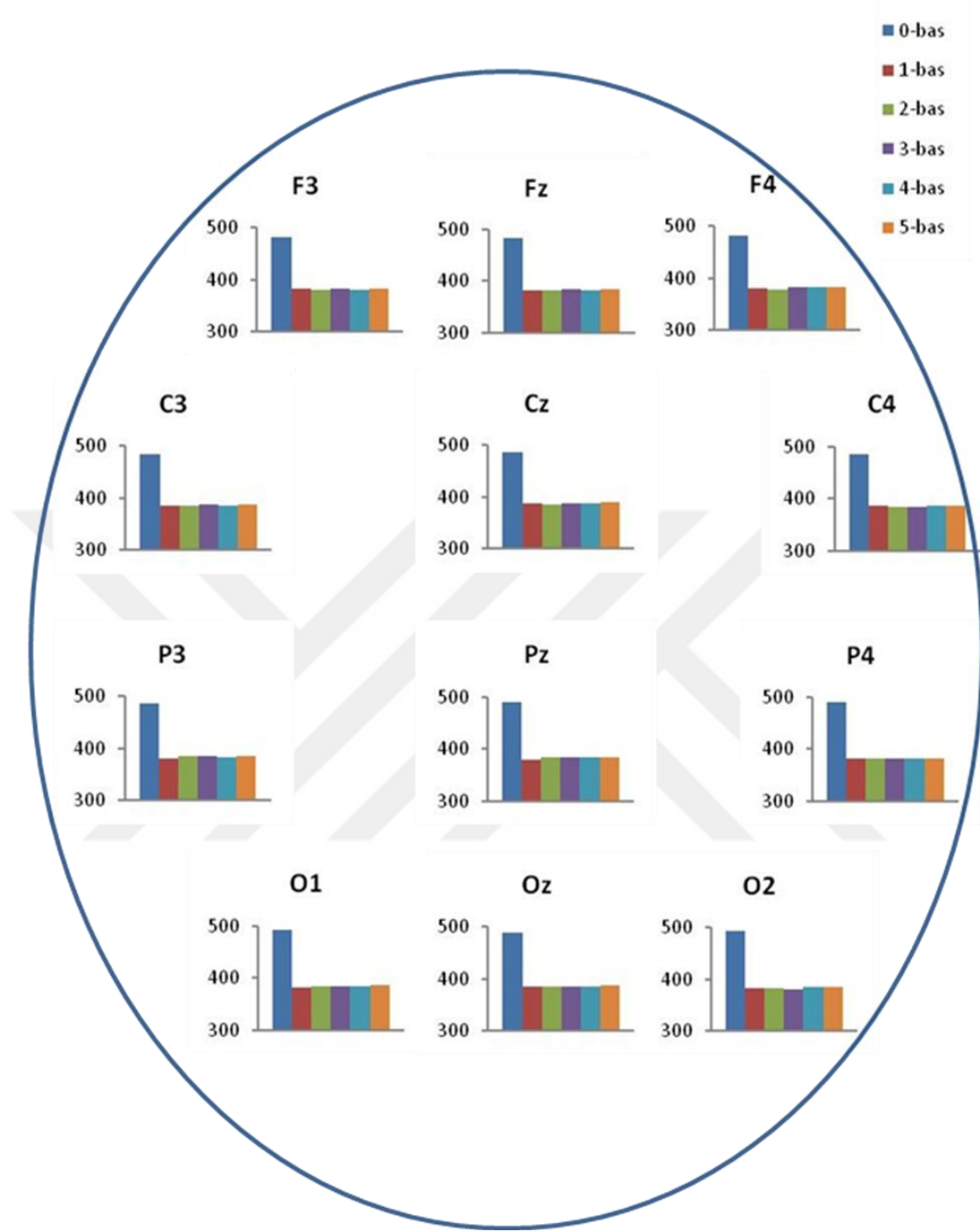
#### 4.2.1.2. Bas P3 Dalga Latansı

Görsel bas-basma paradigması kullanılarak, 6 farklı bas uyaran grubunda bas uyarılarına karşı yanıt olarak elde edilen P3 dalgasına ait 12 elektrot bölgesindeki latans değerleri Çizelge 4.7’de verilmiştir. Bas grupları arasında P3 dalga latansının istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde değiştiği tespit edildi (Grup:  $F(5,155)=1657.60$ ;  $p=0.001$ ), (Çizelge 4.14, Şekil 4.2). 0-bas grubuna ait P3 dalga latanslarının, diğer 5 bas grubuna ait P3 dalga latanslarının ortalamasından anlamlı olarak büyük olduğu tespit edildi (Grup:  $F(1,31)=3653.97$ ;  $p=0.001$ ). 1-bas, 2-bas, 3-bas, 4-bas, 5-bas grupları arasında bas P3 dalga latansları arasında anlamlı bir fark olmadığı tespit edildi ( $p>0.05$ ).

P3 dalga latanslarının önden-arkaya ve lateral dağılımları anlamlı olarak değişim göstermiyordu (sırasıyla AP:  $F(3,93)=2.55$ ;  $p>0.05$ , Lat:  $F(2,62)=1.27$ ;  $p>0.05$ ). P3 dalga latansları için grup ile önden arkaya dağılım interaksiyonunda istatistiksel olarak bir anlamlılık tespit edildi (Grup x AP:  $F(15,465)=2.90$ ;  $p=0.011$ ). P3 dalga latanslarının grup, önden-arkaya ve lateral dağılımları arasındaki interaksiyon anlamlı değildi (Grup x AP x Lat:  $F(30,930)=1.52$ ;  $p>0.05$ ).

**Çizelge 4.7. Görsel bas-basma paradigmasındaki bas uyarılarına yanıt olarak elde edilen P3 dalga latansları.** Çalışmamıza katılan 32 denekten; 6 farklı bas uyaran grubundan bas uyarılarına yanıt olarak elde edilen P3 dalgasına ait latans değerleri ms cinsinden ortalama  $\pm$  standart sapma (SS) şeklinde verilmiştir.

P3 latans	0-bas	1-bas	2-bas	3-bas	4-bas	5-bas
F3	482.88 $\pm$ 10.12	383.25 $\pm$ 13.50	381.50 $\pm$ 13.35	382.25 $\pm$ 13.09	381.25 $\pm$ 13.26	383.25 $\pm$ 13.11
Fz	483.88 $\pm$ 10.58	383.13 $\pm$ 13.51	381.25 $\pm$ 13.91	383.38 $\pm$ 13.13	382.38 $\pm$ 13.01	385.25 $\pm$ 12.99
F4	483.25 $\pm$ 10.28	381.75 $\pm$ 12.36	378.38 $\pm$ 13.01	383.13 $\pm$ 12.80	382.38 $\pm$ 12.64	384.13 $\pm$ 13.15
C3	485.75 $\pm$ 10.99	385.75 $\pm$ 12.44	385.50 $\pm$ 12.68	388.25 $\pm$ 11.58	386.63 $\pm$ 11.96	388.75 $\pm$ 11.20
Cz	486.50 $\pm$ 11.16	386.88 $\pm$ 12.20	386.25 $\pm$ 12.85	387.38 $\pm$ 11.63	387.25 $\pm$ 11.65	388.75 $\pm$ 11.65
C4	485.88 $\pm$ 11.22	387.00 $\pm$ 11.76	384.75 $\pm$ 12.50	385.50 $\pm$ 11.79	387.13 $\pm$ 11.71	388.00 $\pm$ 12.02
P3	487.63 $\pm$ 11.38	381.38 $\pm$ 12.34	384.63 $\pm$ 11.85	385.13 $\pm$ 11.86	383.50 $\pm$ 12.18	384.88 $\pm$ 11.30
Pz	488.88 $\pm$ 10.98	379.63 $\pm$ 12.58	383.25 $\pm$ 12.50	384.25 $\pm$ 12.02	382.88 $\pm$ 12.24	383.63 $\pm$ 11.99
P4	490.50 $\pm$ 11.16	381.13 $\pm$ 13.10	382.38 $\pm$ 12.14	382.63 $\pm$ 12.22	381.75 $\pm$ 13.01	383.25 $\pm$ 11.74
O1	492.00 $\pm$ 10.75	383.00 $\pm$ 11.98	383.38 $\pm$ 11.50	383.63 $\pm$ 11.60	383.63 $\pm$ 11.91	386.13 $\pm$ 11.85
Oz	489.75 $\pm$ 11.45	385.63 $\pm$ 12.14	385.00 $\pm$ 11.40	385.63 $\pm$ 11.71	385.75 $\pm$ 11.58	388.25 $\pm$ 11.54
O2	492.38 $\pm$ 11.05	383.63 $\pm$ 12.25	382.00 $\pm$ 12.36	381.13 $\pm$ 12.03	384.25 $\pm$ 11.98	385.75 $\pm$ 12.44



**Şekil 4.2. Görsel bas-basma paradigmasındaki bas uyarılarına yanıt olarak elde edilen P3 dalga latanslarının topografik görünümü.** Çalışmamıza katılan 32 denekten; 6 farklı bas uyarı grubundan bas uyarılarına yanıt olarak elde edilen P3 dalgasına ait ms cinsinden ortalama latans değerlerinin on iki elektrot bölgesindeki topografik görünümü.

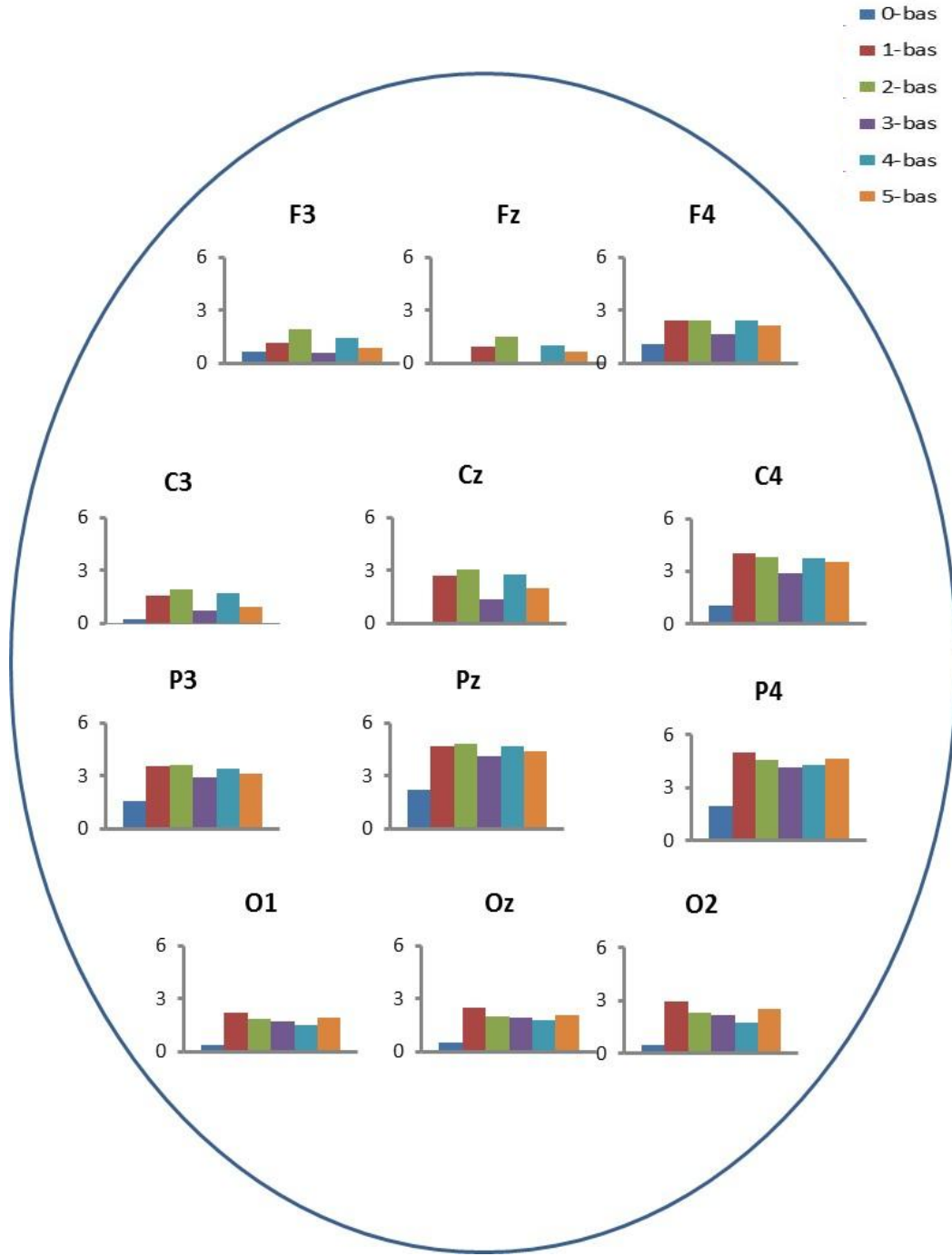
#### 4.2.1.3. Bas N2 Dalga Genliği

Görsel bas-basma paradigmasındaki bas uyarılarına yanıt olarak elde edilen N2 dalgasının 12 elektrot bölgesinden ölçülen genlik değerleri Çizelge 4.8’de verilmiştir. Bas grupları arasında N2 dalga genliğinin istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde değiştiği tespit edildi (Grup:  $F(5,155)=7.49$ ;  $p=0.001$ ), (Çizelge 4.14, Şekil 4.3). 0-bas grubuna ait N2 dalga genliğinin, diğer 5 bas grubuna ait N2 dalga genliklerinin ortalamasından anlamlı olarak büyük olduğu tespit edildi (Grup:  $F(1,31)=24.11$ ;  $P=0.001$ ). 2-bas ve 3-bas grupları arasında N2 dalga genliği açısından bir anlamlı bir fark olduğu tespit edildi. 3-bas grubundaki N2 dalga genliği 2-bas grubuna göre anlamlı olarak daha büyüktü (Grup:  $F(1,31)=7.21$ ;  $P=0.012$ ).

**Çizelge 4.8. Görsel bas-basma paradigmasındaki bas uyarılarına yanıt olarak elde edilen N2 dalga genlikleri.** Çalışmamıza katılan 32 denekten; 6 farklı bas uyarı grubundan bas uyarılarına yanıt olarak elde edilen N2 dalgasına ait genlik değerleri  $\mu V$  cinsinden ortalama  $\pm$  standart sapma (SS) şeklinde verilmiştir.

N2 genlik	0-bas	1-bas	2-bas	3-bas	4-bas	5-bas
F3	0.63 $\pm$ 3.78	1.12 $\pm$ 3.67	1.91 $\pm$ 3.48	0.58 $\pm$ 3.56	1.42 $\pm$ 3.79	0.89 $\pm$ 3.99
Fz	0.07 $\pm$ 4.03	0.93 $\pm$ 3.70	1.52 $\pm$ 3.98	0.11 $\pm$ 3.52	1.02 $\pm$ 4.27	0.65 $\pm$ 4.00
F4	1.08 $\pm$ 3.68	2.39 $\pm$ 3.52	2.43 $\pm$ 3.83	1.64 $\pm$ 3.13	2.43 $\pm$ 3.78	2.14 $\pm$ 3.75
C3	0.20 $\pm$ 3.16	1.55 $\pm$ 3.16	1.94 $\pm$ 3.49	0.72 $\pm$ 3.45	1.72 $\pm$ 3.67	0.94 $\pm$ 3.42
Cz	0.04 $\pm$ 3.98	2.67 $\pm$ 3.81	3.04 $\pm$ 4.49	1.37 $\pm$ 3.97	2.77 $\pm$ 4.70	1.97 $\pm$ 4.18
C4	1.07 $\pm$ 3.35	4.04 $\pm$ 3.61	3.82 $\pm$ 4.03	2.90 $\pm$ 3.70	3.72 $\pm$ 4.05	3.54 $\pm$ 3.80
P3	1.59 $\pm$ 3.04	3.56 $\pm$ 3.38	3.60 $\pm$ 3.72	2.90 $\pm$ 3.51	3.40 $\pm$ 3.59	3.14 $\pm$ 3.49
Pz	2.24 $\pm$ 3.34	4.67 $\pm$ 3.64	4.79 $\pm$ 4.01	4.11 $\pm$ 3.65	4.68 $\pm$ 3.93	4.40 $\pm$ 3.68
P4	1.93 $\pm$ 3.34	4.98 $\pm$ 4.12	4.61 $\pm$ 3.95	4.14 $\pm$ 4.01	4.32 $\pm$ 3.78	4.66 $\pm$ 3.74
O1	0.38 $\pm$ 4.31	2.21 $\pm$ 4.09	1.83 $\pm$ 4.25	1.69 $\pm$ 3.95	1.52 $\pm$ 3.87	1.90 $\pm$ 4.09
Oz	0.47 $\pm$ 4.07	2.46 $\pm$ 3.90	2.01 $\pm$ 4.05	1.89 $\pm$ 3.69	1.79 $\pm$ 3.46	2.07 $\pm$ 3.59
O2	0.50 $\pm$ 4.42	2.95 $\pm$ 4.31	2.34 $\pm$ 4.13	2.17 $\pm$ 3.97	1.75 $\pm$ 3.70	2.54 $\pm$ 3.73

N2 dalga genliklerinin önden-arkaya dağılımları anlamlı olarak değişim gösteriyordu (AP:  $F(3,93)=5.73$ ;  $p=0.012$ ). Pariyetal bölgelerden elde edilen N2 dalga genliklerinin santral ve oksipital bölgelerden elde



**Şekil 4.3. Görsel bas-basma paradigmasındaki bas uyarılarına yanıt olarak elde edilen N2 dalga genliklerinin topografik görünümü.** Çalışmamıza katılan 32 denekten; 6 farklı bas uyarı grubundan bas uyarılarına yanıt olarak elde edilen N2 dalgasına ait  $\mu\text{V}$  cinsinden ortalama genlik değerlerinin on iki elektrot bölgesindeki topografik görünümü.

edilen N2 dalga genliklerine göre daha küçük olduğu tespit edildi (AP için sırasıyla;  $F(1,31)=18.87$ ;  $p=0.001$ ,  $F(1,31)=12.73$ ;  $p=0.001$ ). N2 dalga genliklerinin lateral dağılımları anlamlı olarak değişim gösteriyordu (Lat:  $F(2,62)=20.01$ ;  $p=0.001$ ). Orta hattan elde edilen N2 dalga genliklerinin; sağ taraf elektrot bölgelerindeki N2 dalga genliklerine göre daha büyük, sol taraf elektrot bölgelerindeki N2 dalga genliklerine göre de daha büyük olduğu görüldü (Lat için sırasıyla;  $F(1,31)=6.45$ ;  $p=0.016$ ,  $F(1,31)=19.24$ ;  $p=0.001$ ), (Şekil 4,14).

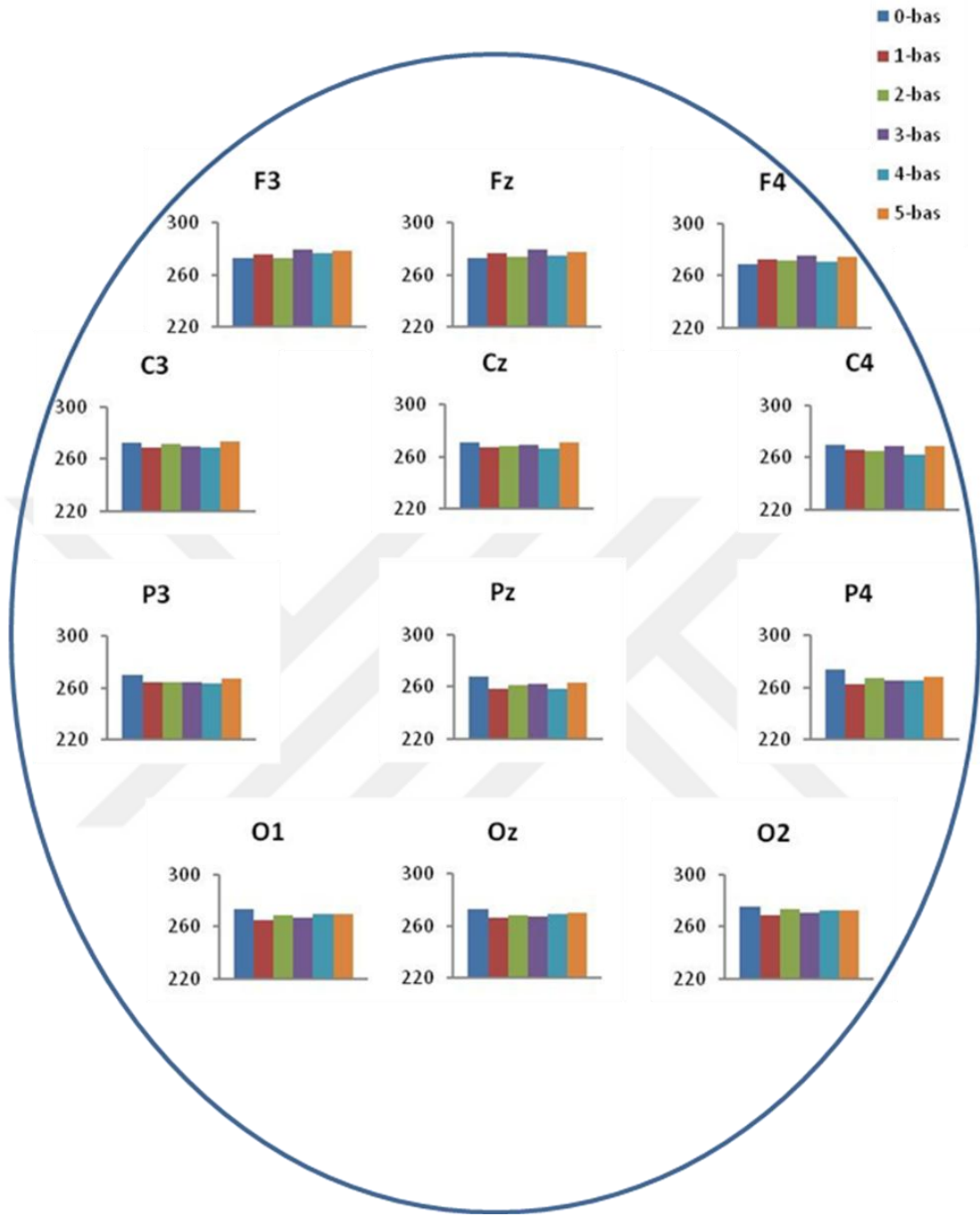
N2 dalga genliklerinin; grup ve önden-arkaya dağılım interaksyonu ile grup ve lateral dağılım arasındaki interaksyonda istatistiksel olarak bir anlamlılık tespit edildi (Grup x AP:  $F(15,465)=2.50$ ;  $p=0.029$ , Grup x Lat:  $F(10,310)=6.33$ ;  $p=0.001$ ). N2 dalga genliklerinin; önden-arkaya ve lateral dağılımları arasındaki interaksyon ile grup, önden-arkaya ve lateral dağılımları arasındaki interaksyon da anlamlı bulundu (sırasıyla: AP x Lat:  $F(6,186)=12.31$ ;  $p=0.001$ , Grup x AP x Lat:  $F(30,930)=2.78$ ;  $p=0.001$ ).

#### 4.2.1.4. Bas N2 Dalga Latansı

Görsel bas-basma paradigması kullanılarak, 6 farklı bas uyaran grubunda bas uyarılarına karşı yanıt olarak elde edilen N2 dalgasına ait 12 elektrot bölgesindeki latans değerleri Çizelge 4.9'da verilmiştir. Bas grupları arasında N2 dalga latansının istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde değişmediği tespit edildi (Grup:  $F(5,155)=2.12$ ;  $p>0.05$ ). (Çizelge 4.14, Şekil 4.4). N2 dalga genliklerinin önden-arkaya dağılımları anlamlı olarak değişim gösteriyordu (AP:  $F(3,93)=10.06$ ;  $p=0.001$ ). Frontal bölgelerden elde edilen N2 dalga latansların santral bölgelerden elde edilenlere göre büyük, santral bölgeden elde edilenlerin ise pariyetal bölgelerden elde edilen N2 dalga latanslarından büyük olduğu tespit edildi (AP için sırasıyla;  $F(1,31)=22.19$ ;  $p=0.001$ ,  $F(1,31)=8.20$ ;  $p=0.007$ ). Pariyetal bölgelerden elde edilen N2 dalga latansları oksipital bölgelere göre anlamlı olarak daha küçüktü (AP için:  $F(1,31)=10.62$ ;  $p=0.003$ ). N2 dalga latanslarının lateral dağılımları anlamlı olarak değişim göstermiyordu (Lat:  $F(2,62)=1.50$ ;  $p>0.05$ ).

N2 dalga latansları için grup ve önden arkaya dağılım interaksyonu ile önden arkaya dağılım ile lateral dağılım arasındaki interaksyonda istatistiksel olarak bir anlamlılık tespit edildi (sırasıyla: Grup x AP:  $F(15,465)=3.97$ ;  $p=0.001$ , AP x Lat:





**Şekil 4.4. Görsel bas-basma paradigmasındaki bas uyarılarına yanıt olarak elde edilen N2 dalga latanslarının topografik görünümü.** Çalışmamıza katılan 32 denekten; 6 farklı bas uyarı grubundan bas uyarılarına yanıt olarak elde edilen N2 dalgasına ait ms cinsinden ortalama latans değerlerinin on iki elektrot bölgesindeki topografik görünümü.

F(6,186)=15.44; p=0.001). Grup ve lateral dağılımı arasındaki interaksiyon ile grup, önden-arkaya ve lateral dağılımları arasındaki interaksiyon ise anlamlı değildi (sırasıyla: Grup x Lat: F(10,310)=0.48; p>0.05, Grup x AP x Lat: F(30,930)=1.02; p>0.05).

**Çizelge 4.9. Görsel bas-basma paradigmasındaki bas uyarılarına yanıt olarak elde edilen N2 dalga latansları.** Çalışmamıza katılan 32 denekten; 6 farklı bas uyarı grubundan bas uyarılarına yanıt olarak elde edilen N2 dalgasına ait latans değerleri ms cinsinden ortalama  $\pm$  standart sapma (SS) şeklinde verilmiştir.

N2 latans	0-bas	1-bas	2-bas	3-bas	4-bas	5-bas
<b>F3</b>	273.00 $\pm$ 16.19	275.50 $\pm$ 13.58	273.38 $\pm$ 15.06	280.00 $\pm$ 9.20	277.25 $\pm$ 11.20	278.88 $\pm$ 10.86
<b>Fz</b>	273.13 $\pm$ 15.68	277.00 $\pm$ 12.73	274.25 $\pm$ 13.63	279.50 $\pm$ 9.52	275.38 $\pm$ 13.06	278.25 $\pm$ 11.80
<b>F4</b>	269.00 $\pm$ 16.22	272.88 $\pm$ 15.43	271.88 $\pm$ 15.02	275.25 $\pm$ 13.03	270.88 $\pm$ 15.21	275.00 $\pm$ 12.85
<b>C3</b>	272.63 $\pm$ 16.04	268.63 $\pm$ 16.10	271.50 $\pm$ 15.33	270.00 $\pm$ 15.94	268.88 $\pm$ 15.47	273.13 $\pm$ 13.60
<b>Cz</b>	271.50 $\pm$ 15.37	267.63 $\pm$ 16.58	268.25 $\pm$ 15.44	269.13 $\pm$ 15.35	266.38 $\pm$ 16.50	270.88 $\pm$ 14.66
<b>C4</b>	269.88 $\pm$ 16.16	266.00 $\pm$ 17.21	264.88 $\pm$ 16.28	268.75 $\pm$ 15.82	262.25 $\pm$ 15.87	268.88 $\pm$ 14.99
<b>P3</b>	270.13 $\pm$ 16.57	264.00 $\pm$ 16.82	264.00 $\pm$ 15.61	264.38 $\pm$ 15.95	263.00 $\pm$ 16.10	267.00 $\pm$ 15.74
<b>Pz</b>	268.00 $\pm$ 16.82	257.88 $\pm$ 15.00	261.00 $\pm$ 14.97	262.50 $\pm$ 15.23	258.63 $\pm$ 14.99	263.13 $\pm$ 16.44
<b>P4</b>	274.38 $\pm$ 15.54	262.88 $\pm$ 16.73	267.63 $\pm$ 16.08	265.63 $\pm$ 16.41	265.50 $\pm$ 16.75	268.63 $\pm$ 15.74
<b>O1</b>	273.50 $\pm$ 14.50	265.38 $\pm$ 15.29	268.63 $\pm$ 15.07	266.63 $\pm$ 15.56	269.63 $\pm$ 15.24	270.25 $\pm$ 14.47
<b>Oz</b>	273.50 $\pm$ 14.36	266.75 $\pm$ 16.21	268.50 $\pm$ 14.82	267.63 $\pm$ 15.35	269.38 $\pm$ 15.46	270.13 $\pm$ 14.48
<b>O2</b>	275.75 $\pm$ 13.17	268.88 $\pm$ 15.80	273.38 $\pm$ 13.04	270.75 $\pm$ 15.25	272.50 $\pm$ 14.92	272.25 $\pm$ 14.08

#### 4.2.1.5. Bas P2 Dalga Genliği

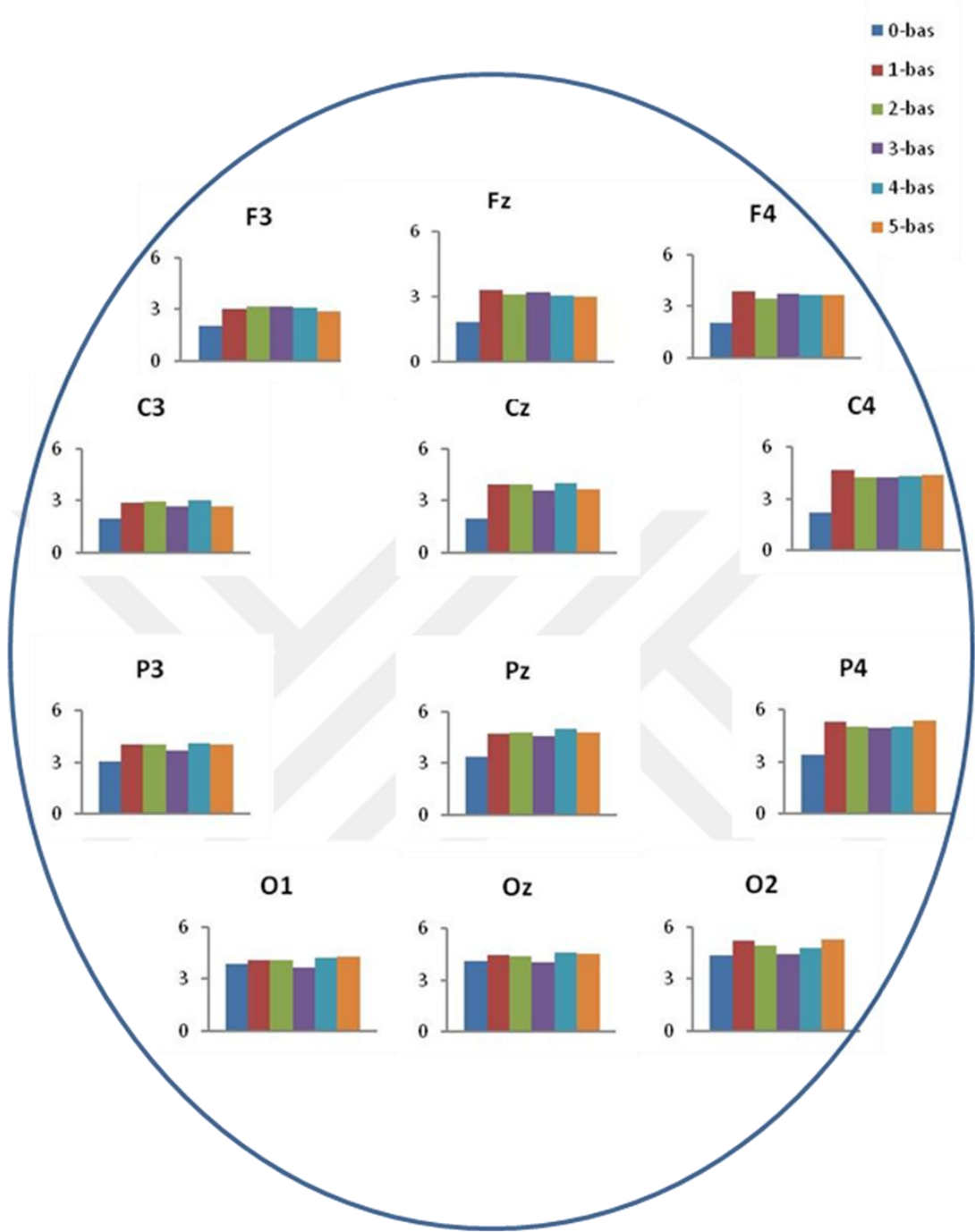
6 farklı bas uyarı grubunda bas uyarılarına karşı yanıt olarak elde edilen P2 dalgasına ait 12 elektrot bölgesindeki genlik değerleri Çizelge 4.10'da verilmiştir. Bas grupları arasında P2 dalga genliğinin istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde değiştiği tespit edildi (Grup: F(5,155)=3.98; p=0.002), (Çizelge 4.14, Şekil 4.5). 0-bas grubuna ait P2 dalga genliğinin diğer 5 bas grubunun ortalamasından anlamlı olarak küçük olduğu tespit edildi (Grup: F(1,31)=11.94; P=0.002). 1-bas, 2-bas, 3-bas, 4-bas, 5-bas grupları arasında anlamlı bir fark olmadığı tespit edildi (p>0.05).

P2 dalga genliklerinin önden-arkaya dağılımlarında anlamlı bir değişim görülmedi (AP:  $F(3,93)=2.21$ ;  $p>0.05$ ). P2 dalga genliklerinin lateral dağılımları anlamlı olarak değişim gösteriyordu (Lat:  $F(2,62)=13.03$ ;  $p=0.001$ ). Sol taraf elektrot bölgelerinden elde edilen P2 dalga genliklerinin orta hattan elde edilen P2 dalga genliklerinden anlamlı olarak küçük, sağ taraf elektrot bölgelerinden elde edilenlerin ise orta hattan elde edilen P2 dalga genliklerine göre anlamlı olarak büyük olduğu görüldü (Lat için sırasıyla;  $F(1,31)=11.19$ ;  $p=0.002$ ,  $F(1,31)=6.60$ ;  $p=0.015$ ), (Şekil 4.14).

P2 dalga genliklerinin grup ile önden arkaya dağılım interaksiyonunda istatistiksel olarak bir anlamlılık tespit edilmedi (Grup x AP:  $F(15,465)=1.53$ ;  $p>0.05$ ). Önden-arkaya ve lateral dağılım arasındaki interaksiyon, grup ve lateral dağılım arasındaki interaksiyon ile grup, önden-arkaya ve lateral dağılım arasındaki interaksiyon anlamlı bulundu (sırasıyla: AP x Lat:  $F(6,186)= 2.77$ ;  $p=0.044$ , Grup x Lat:  $F(10,310)= 6.52$ ;  $p=0.001$ , Grup x AP x Lat:  $F(30,930)= 2.08$ ;  $p=0.018$ ).

**Çizelge 4.10. Görsel bas-basma paradigmasındaki bas uyarılarına yanıt olarak elde edilen P2 dalga genlikleri.** Çalışmamıza katılan 32 denekten; 6 farklı bas uyarı grubundan bas uyarılarına yanıt olarak elde edilen P2 dalgasına ait genlik değerleri  $\mu V$  cinsinden ortalama  $\pm$  standart sapma (SS) şeklinde verilmiştir.

P2 genlik	0-bas	1-bas	2-bas	3-bas	4-bas	5-bas
F3	2.06 $\pm$ 3.41	3.00 $\pm$ 3.36	3.18 $\pm$ 3.24	3.14 $\pm$ 3.19	3.07 $\pm$ 3.26	2.89 $\pm$ 3.39
Fz	1.82 $\pm$ 3.67	3.28 $\pm$ 3.53	3.09 $\pm$ 3.54	3.19 $\pm$ 3.41	3.07 $\pm$ 3.56	3.01 $\pm$ 3.54
F4	2.02 $\pm$ 3.23	3.85 $\pm$ 3.68	3.47 $\pm$ 3.56	3.73 $\pm$ 3.15	3.67 $\pm$ 3.37	3.66 $\pm$ 3.55
C3	1.94 $\pm$ 2.87	2.89 $\pm$ 2.89	2.93 $\pm$ 3.12	2.69 $\pm$ 3.09	2.99 $\pm$ 3.14	2.67 $\pm$ 3.02
Cz	2.00 $\pm$ 3.56	3.96 $\pm$ 3.64	3.94 $\pm$ 4.16	3.56 $\pm$ 3.63	3.99 $\pm$ 3.93	3.64 $\pm$ 3.83
C4	2.17 $\pm$ 2.87	4.70 $\pm$ 3.53	4.26 $\pm$ 3.74	4.25 $\pm$ 3.32	4.30 $\pm$ 3.51	4.38 $\pm$ 3.56
P3	3.08 $\pm$ 2.88	4.06 $\pm$ 3.04	4.03 $\pm$ 3.27	3.65 $\pm$ 3.05	4.09 $\pm$ 3.06	4.03 $\pm$ 2.90
Pz	3.36 $\pm$ 3.25	4.72 $\pm$ 3.40	4.83 $\pm$ 3.59	4.59 $\pm$ 3.31	5.04 $\pm$ 3.47	4.82 $\pm$ 3.29
P4	3.42 $\pm$ 3.16	5.34 $\pm$ 3.99	5.02 $\pm$ 3.77	4.94 $\pm$ 3.77	5.05 $\pm$ 3.67	5.41 $\pm$ 3.73
O1	3.90 $\pm$ 4.62	4.11 $\pm$ 4.01	4.12 $\pm$ 4.16	3.69 $\pm$ 3.79	4.23 $\pm$ 4.07	4.32 $\pm$ 4.05
Oz	4.07 $\pm$ 4.16	4.49 $\pm$ 3.82	4.39 $\pm$ 3.97	4.00 $\pm$ 3.65	4.58 $\pm$ 3.70	4.56 $\pm$ 3.69
O2	4.35 $\pm$ 4.58	5.19 $\pm$ 4.21	4.95 $\pm$ 4.23	4.46 $\pm$ 4.08	4.75 $\pm$ 4.12	5.26 $\pm$ 4.17



**Şekil 4.5. Görsel bas-basma paradigmasındaki bas uyarılarına yanıt olarak elde edilen P2 dalga genliklerinin topografik görünümü.** Çalışmamıza katılan 32 denekten; 6 farklı bas uyarı grubundan bas uyarılarına yanıt olarak elde edilen P2 dalgasına ait  $\mu V$  cinsinden ortalama genlik değerlerinin on iki elektrot bölgesindeki topografik görünümü.

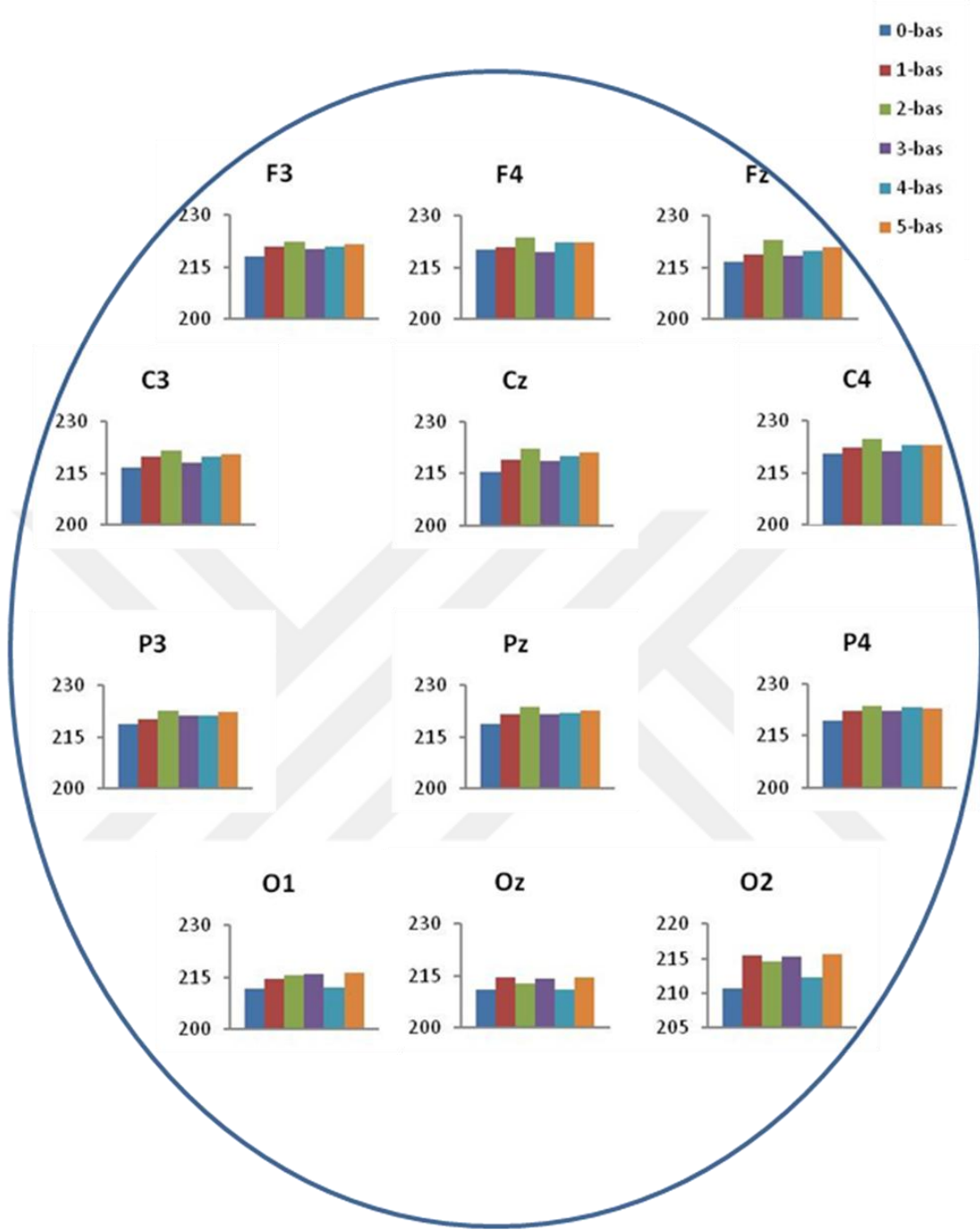
#### 4.2.1.6. Bas P2 Dalga Latansı

Görsel bas-basma paradigması kullanılarak, 6 farklı bas uyaran grubunda bas uyarılarına karşı yanıt olarak elde edilen P2 dalgasına ait 12 elektrot bölgesindeki latans değerleri Çizelge 4.11’de verilmiştir. Bas grupları arasında P2 dalga latansının istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde değiştiği tespit edildi (Grup:  $F(5,155) = 7.89$ ;  $p=0.001$ ), (Çizelge 4.14, Şekil 4.6). 0-bas grubuna ait P2 dalga latanslarının diğer 5 bas grubuna ait P2 dalga latanslarının ortalamasından anlamlı olarak küçük olduğu tespit edildi (Grup:  $F(1,31)= 27.12$ ;  $p=0.001$ ).

P2 dalga latanslarının önden-arkaya dağılımları anlamlı olarak değişim gösteriyordu (AP:  $F(3,93)=15.75$ ;  $p=0.001$ ). Pariyetal bölgelerden elde edilen P2 dalga latanslarının oksipital bölgeden elde edilenlere göre daha büyük olduğu tespit edildi (AP:  $F(1,31)=44.99$ ;  $p=0.001$ ). P2 dalga latansları; frontal, santral ve pariyetal bölgeler arasında bir farklılık göstermiyordu. P2 dalga latanslarının lateral dağılımları da anlamlı olarak değişim gösteriyordu (Lat:  $F(2,62)=9,10$ ;  $p=0.001$ ). Orta hattaki P2 dalga latanslarının sağ taraf elektrot bölgelerindeki P2 dalgalarının latanslarına oranla daha küçük olduğu görüldü ( $F(1,31)=26.95$ ;  $p=0.001$ ).

**Çizelge 4.11. Görsel bas-basma paradigmasındaki bas uyarılarına yanıt olarak elde edilen P2 dalga latansları.** Çalışmamıza katılan 32 denekten; 6 farklı bas uyaran grubundan bas uyarılarına yanıt olarak elde edilen P2 dalgasına ait latans değerleri ms cinsinden ortalama  $\pm$  standart sapma (SS) şeklinde verilmiştir.

P2 latans	0-bas	1-bas	2-bas	3-bas	4-bas	5-bas
<b>F3</b>	218.00 $\pm$ 9.20	221.00 $\pm$ 9.09	222.50 $\pm$ 8.36	220.25 $\pm$ 8.68	221.13 $\pm$ 9.10	221.63 $\pm$ 8.37
<b>Fz</b>	216.75 $\pm$ 9.55	218.88 $\pm$ 9.86	222.88 $\pm$ 8.08	218.50 $\pm$ 9.02	219.88 $\pm$ 9.45	220.75 $\pm$ 8.88
<b>F4</b>	220.13 $\pm$ 9.56	221.00 $\pm$ 9.37	223.75 $\pm$ 7.80	219.63 $\pm$ 9.05	222.25 $\pm$ 8.68	222.38 $\pm$ 8.25
<b>C3</b>	216.63 $\pm$ 9.64	219.75 $\pm$ 9.36	221.63 $\pm$ 8.96	218.13 $\pm$ 8.74	219.75 $\pm$ 9.42	220.38 $\pm$ 9.11
<b>Cz</b>	215.50 $\pm$ 9.13	219.00 $\pm$ 9.37	222.13 $\pm$ 8.62	218.63 $\pm$ 9.07	220.25 $\pm$ 9.42	221.13 $\pm$ 8.87
<b>C4</b>	220.75 $\pm$ 9.06	222.50 $\pm$ 8.78	224.88 $\pm$ 7.09	221.25 $\pm$ 8.53	223.13 $\pm$ 7.79	223.25 $\pm$ 7.96
<b>P3</b>	218.88 $\pm$ 9.65	220.13 $\pm$ 9.34	222.63 $\pm$ 8.72	221.50 $\pm$ 9.02	221.25 $\pm$ 8.65	222.38 $\pm$ 8.67
<b>Pz</b>	218.75 $\pm$ 9.55	221.63 $\pm$ 8.96	223.63 $\pm$ 8.02	221.50 $\pm$ 8.90	221.88 $\pm$ 8.56	222.75 $\pm$ 8.71
<b>P4</b>	219.38 $\pm$ 8.98	222.38 $\pm$ 8.25	223.75 $\pm$ 8.19	222.25 $\pm$ 8.12	223.38 $\pm$ 7.68	223.00 $\pm$ 8.44
<b>O1</b>	211.75 $\pm$ 7.39	214.75 $\pm$ 9.00	215.63 $\pm$ 9.22	216.13 $\pm$ 9.23	212.00 $\pm$ 6.97	216.25 $\pm$ 9.25
<b>Oz</b>	211.00 $\pm$ 6.82	214.63 $\pm$ 9.29	212.88 $\pm$ 7.98	214.25 $\pm$ 8.00	211.00 $\pm$ 6.18	214.50 $\pm$ 9.13
<b>O2</b>	210.75 $\pm$ 6.22	215.50 $\pm$ 8.96	214.63 $\pm$ 8.66	215.38 $\pm$ 8.81	212.38 $\pm$ 7.07	215.63 $\pm$ 9.22



**Şekil 4.6. Görsel bas-basma paradigmasındaki bas uyarılarına yanıt olarak elde edilen P2 dalga latanslarının topografik görünümü.** Çalışmamıza katılan 32 denekten; 6 farklı bas uyarı grubundan bas uyarılarına yanıt olarak elde edilen P2 dalgasına ait ms cinsinden ortalama latans değerlerinin on iki elektrot bölgesindeki topografik görünümü.

P2 dalga latanslarının grup ve önden arkaya dağılım interaksyonu ile önden-arkaya ve lateral dağılımları arasındaki interaksyon anlamlı bulundu (sırasıyla: Grup x AP:  $F(15,465)=2.97$ ;  $p=0.023$ , AP x Lat:  $F(6,186)= 4.58$ ;  $p=0.002$ ). Grup ve lateral dağılımları arasındaki interaksyon ile grup, önden-arkaya dağılım ve lateral dağılım arasındaki interaksyon ise istatistiksel olarak anlamlılık göstermedi (Grup x Lat:  $F(10,310)=0.58$ ;  $p>0.05$ , Grup x AP x Lat:  $F(30,930)=1.07$ ;  $p>0.05$ ).

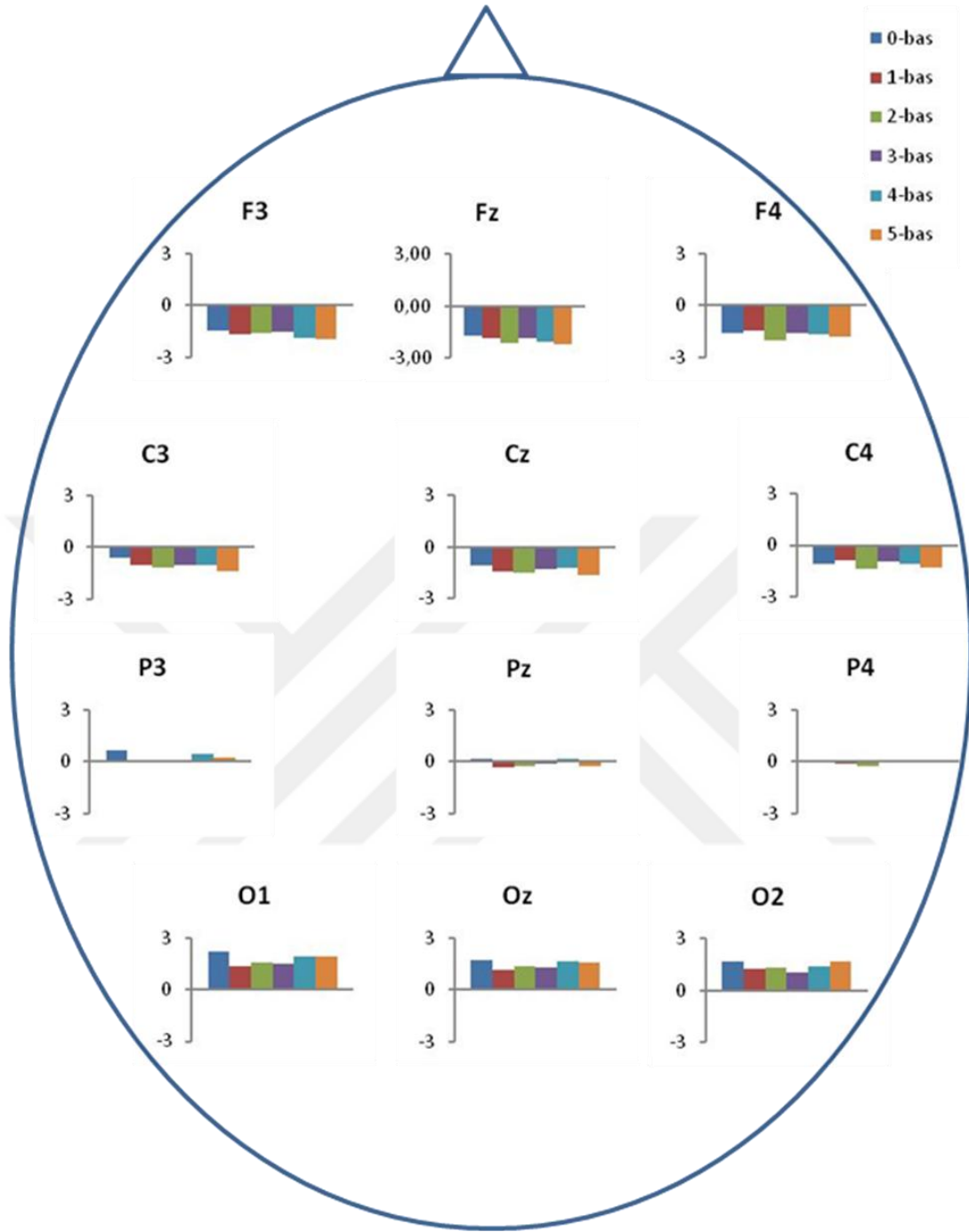
#### 4.2.1.7. Bas N1 Dalga Genliği

Görsel bas- basma paradigmasındaki bas uyarılarına yanıt olarak elde edilen N1 dalgasının 12 elektrot bölgesinde ölçülen genlik değerleri Çizelge 4.12’de verilmiştir. Bas grupları arasında N1 dalga genliğinin anlamlı olarak değişmediği tespit edildi (Grup:  $F(5,155)=0.39$   $p>0.05$ ), (Çizelge 4.14, Şekil 4.7). 0- bas grubuna ait N1 dalga genlikleri diğerlerine göre daha küçüktü, ancak bu fark istatistiksel olarak anlamlılık düzeyine ulaşmadı ( $p=0.85$ ).

N1 dalga genliklerinin önden-arkaya dağılımları anlamlı olarak değişim gösteriyordu (AP:  $F(3,93)=14.64$ ;  $p=0.001$ ). Frontal bölgelerden elde edilen N1 dalga genliklerinin santral bölgelerden elde edilen N1 dalga genliklerine göre daha büyük olduğu tespit edildi (AP için;  $F(1,31)=12.27$ ;  $p=0.001$ ). Santral bölgelerden elde edilen N1 dalga genlikleri pariyetal bölgeden elde edilenlere göre daha büyük, pariyetal bölgeden elde edilen N1 dalga genliklerinin ise oksipital bölgelere göre yine istatistiksel olarak daha büyük olduğu görüldü (AP için sırasıyla;  $F(1,31)=16.26$ ;  $p=0.001$ ,  $F(1,31)=8.61$ ;  $p=0.006$ ).

N1 dalga genliklerinin lateral dağılımları anlamlı olarak değişim gösteriyordu (Lat:  $F(2,62)=4.55$ ;  $p=0.014$ ). Orta hattaki N1 dalga genliklerinin sol taraftaki elektrot bölgelerindeki N1 dalgalarına oranla daha büyük olduğu görüldü (Lat için;  $F(1,31)=12.84$ ;  $p=0.001$ ), (Şekil 4.14).

N1 dalga genliklerinin; grup ve önden arkaya dağılım interaksyonu ile grup ve lateral dağılım arasındaki interaksyonda istatistiksel olarak bir anlamlılık tespit edilmedi (Grup x AP:  $F(15,465)=0.95$ ;  $p>0.05$ ; Grup x Lat:  $F(10,310)= 1.93$ ;  $p>0.05$ ). Önden arkaya ve lateral dağılımları arasındaki interaksyon ile grup, önden arkaya ve



**Şekil 4.7. Görsel bas-basma paradigmasındaki bas uyarılarına yanıt olarak elde edilen N1 dalga genliklerinin topografik görünümü.** Çalışmamıza katılan 32 denekten; 6 farklı bas uyarı grubundan bas uyarılarına yanıt olarak elde edilen N1 dalgasına ait  $\mu V$  cinsinden ortalama genlik değerlerinin on iki elektrot bölgesindeki topografik görünümü.



lateral dağılım arasındaki interaksiyon da anlamlı bulunmadı (AP x Lat:  $F(6,186)=1.74$ ;  $p>0.05$ , Grup x AP x Lat:  $F(30,930)=1.74$ ;  $p>0.05$ ).

**Çizelge 4.12. Görsel bas-basma paradigmasındaki bas uyarılarına yanıt olarak elde edilen N1 dalga genlikleri.** Çalışmamıza katılan 32 denekten; 6 farklı bas uyarı grubundan bas uyarılarına yanıt olarak elde edilen N1 dalgasına ait genlik değerleri  $\mu V$  cinsinden ortalama  $\pm$  standart sapma (SS) şeklinde verilmiştir.

N1 genlik	0-bas	1-bas	2-bas	3-bas	4-bas	5-bas
F3	-1.46 $\pm$ 2.75	-1.64 $\pm$ 1.99	-1.63 $\pm$ 2.05	-1.55 $\pm$ 2.34	-1.90 $\pm$ 2.18	-1.93 $\pm$ 1.92
Fz	-1.74 $\pm$ 2.75	-1.87 $\pm$ 2.26	-2.12 $\pm$ 2.25	-1.87 $\pm$ 2.67	-2.10 $\pm$ 2.44	-2.22 $\pm$ 2.13
F4	-1.61 $\pm$ 2.51	-1.49 $\pm$ 2.35	-2.03 $\pm$ 2.14	-1.63 $\pm$ 2.58	-1.67 $\pm$ 2.33	-1.80 $\pm$ 2.16
C3	-0.58 $\pm$ 2.65	-1.04 $\pm$ 2.00	-1.18 $\pm$ 2.15	-1.03 $\pm$ 2.16	-1.06 $\pm$ 2.51	-1.35 $\pm$ 2.09
Cz	-1.11 $\pm$ 2.86	-1.41 $\pm$ 2.41	-1.54 $\pm$ 2.65	-1.33 $\pm$ 2.69	-1.26 $\pm$ 2.92	-1.67 $\pm$ 2.59
C4	-1.06 $\pm$ 2.39	-0.89 $\pm$ 2.50	-1.39 $\pm$ 2.27	-0.93 $\pm$ 2.47	-1.08 $\pm$ 2.75	-1.28 $\pm$ 2.31
P3	0.69 $\pm$ 3.00	0.07 $\pm$ 2.69	0.06 $\pm$ 2.67	0.08 $\pm$ 2.37	0.41 $\pm$ 2.92	0.20 $\pm$ 2.84
Pz	0.21 $\pm$ 3.10	-0.31 $\pm$ 2.77	-0.26 $\pm$ 2.87	-0.10 $\pm$ 2.56	0.21 $\pm$ 3.23	-0.22 $\pm$ 3.10
P4	0.08 $\pm$ 2.77	-0.12 $\pm$ 3.08	-0.27 $\pm$ 3.14	-0.02 $\pm$ 2.66	0.02 $\pm$ 3.17	0.01 $\pm$ 3.11
O1	2.19 $\pm$ 3.65	1.36 $\pm$ 3.87	1.55 $\pm$ 3.98	1.51 $\pm$ 3.61	1.88 $\pm$ 4.10	1.89 $\pm$ 3.73
Oz	1.75 $\pm$ 3.57	1.15 $\pm$ 3.80	1.35 $\pm$ 3.94	1.28 $\pm$ 3.55	1.65 $\pm$ 4.05	1.58 $\pm$ 3.68
O2	1.66 $\pm$ 3.62	1.26 $\pm$ 3.95	1.34 $\pm$ 4.04	1.07 $\pm$ 3.66	1.38 $\pm$ 4.14	1.66 $\pm$ 3.69

#### 4.2.1.8. Bas N1 Dalga Latansı

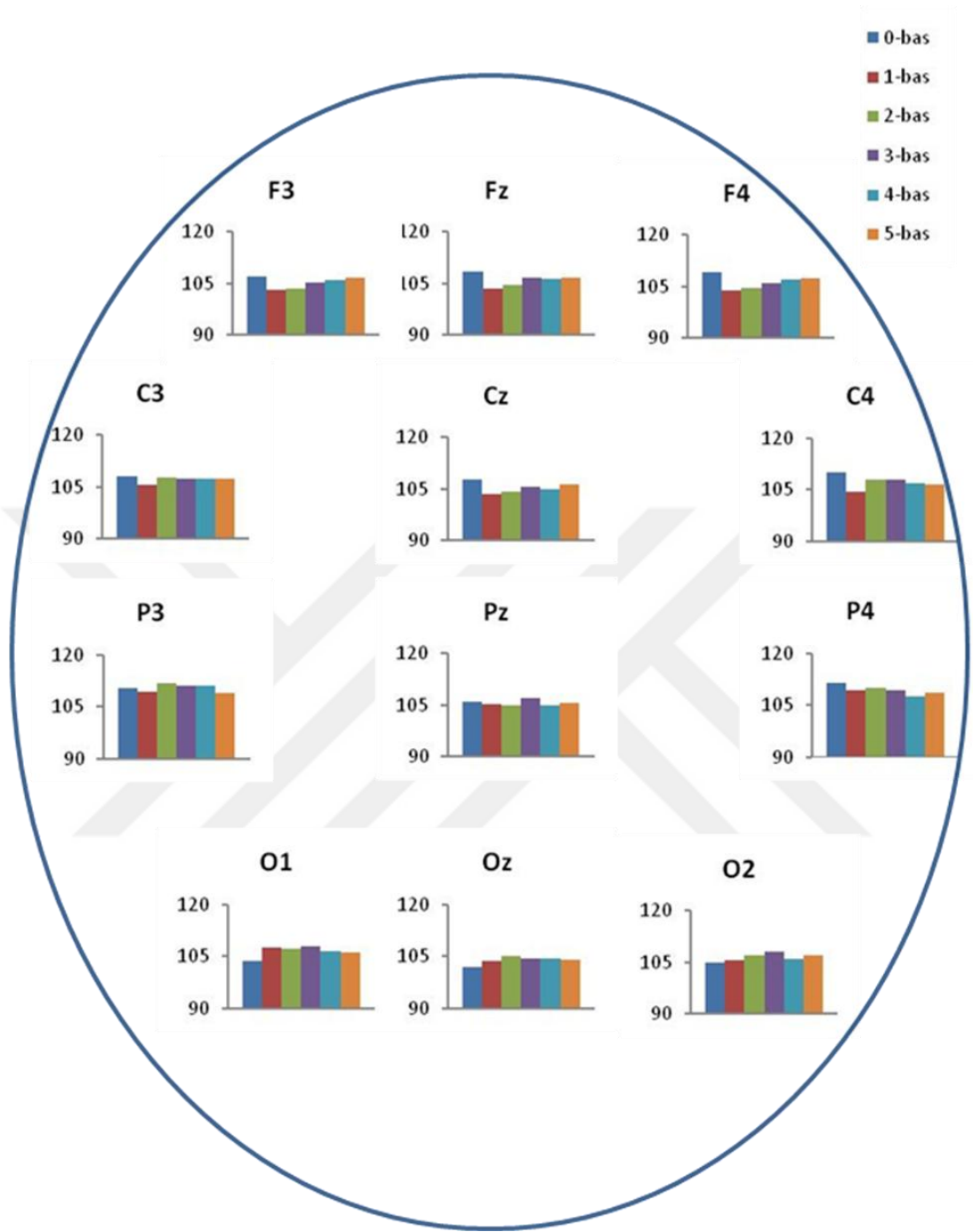
Görsel bas-basma paradigması kullanılarak, 6 farklı bas uyarı grubunda bas uyarılarına karşı yanıt olarak elde edilen N1 dalgasına ait 12 elektrot bölgesindeki latans değerleri Çizelge 4.13’de verilmiştir. Gruplar arasında N1 dalga latansının istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde değişmediği tespit edildi (Grup:  $F(5,155) = 0.92$ ;  $p>0.05$ ), (Çizelge 4.14, Şekil 4.8). N1 dalga latanslarının önden-arkaya dağılımlarında anlamlılık tespit edilmedi (AP:  $F(3,93)=1.34$ ;  $p>0.05$ ). N1 dalga latanslarının lateral dağılımları ise anlamlı olarak değişim gösteriyordu (Lat:  $F(2,62)=9.51$ ;  $p=0.001$ ). N1 dalgasının lateral dağılımındaki anlamlı farklılığın kaynağına bakıldığında; sol taraf elektrot bölgelerinden elde edilen N1 dalga latanslarının orta hattan elde edilenlere göre daha büyük, sağ taraf elektrot bölgelerinden elde edilen N1 dalga latanslarının yine orta

hattan elde edilenlere büyük olduğu görüldü (Lat için sırasıyla;  $F(1,31)=22.25$ ;  $p=0.001$ ,  $F(1,31)=14.69$ ;  $p=0.001$ ), (Şekil 4.14).

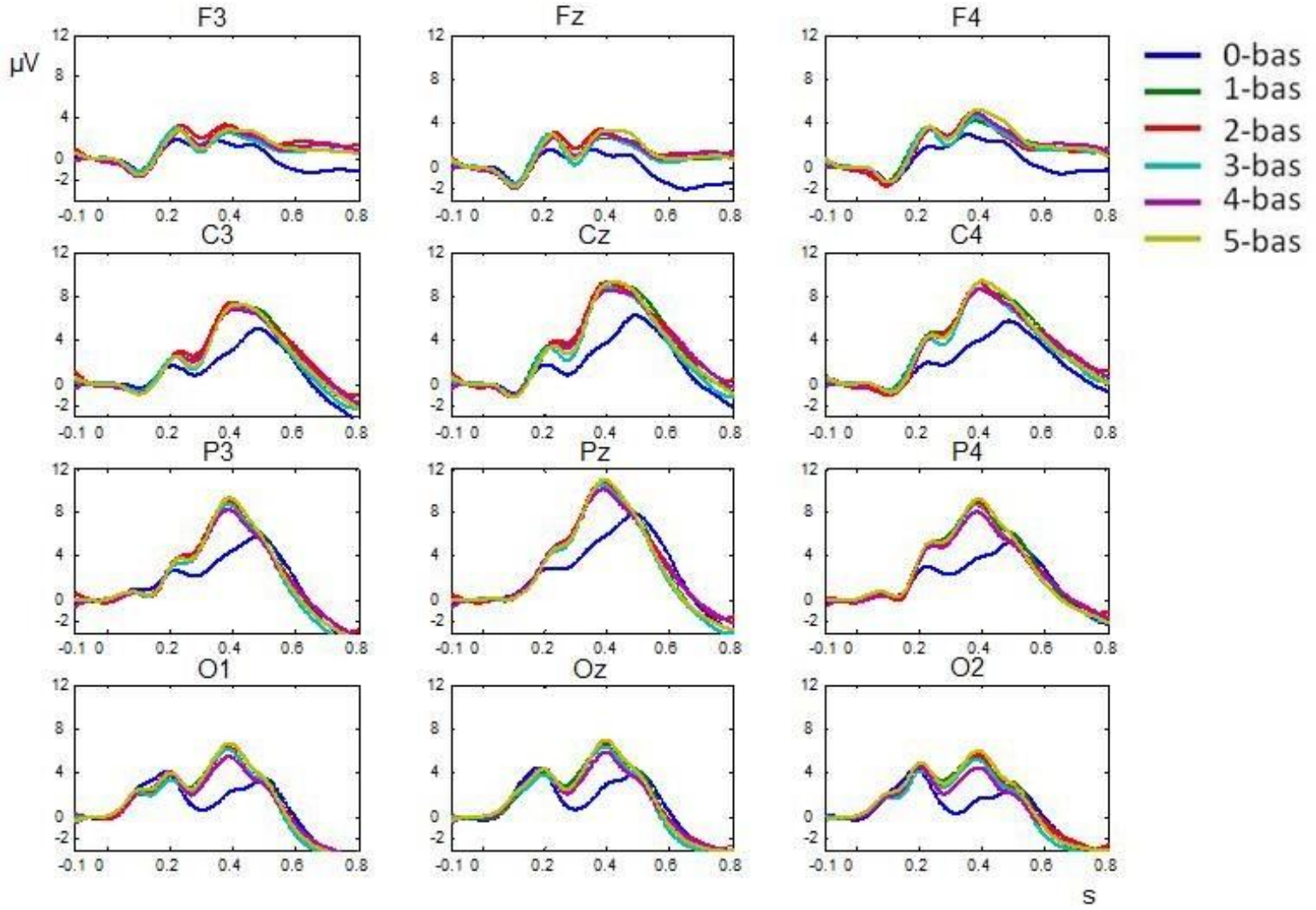
N1 dalga latanslarının grup ve önden arkaya dağılım arasındaki interaksiyon ile önden-arkaya ve lateral dağılım arasındaki interaksiyonda istatistiksel olarak anlamlılık tespit edildi (Grup x AP:  $F(15,465)=2.23$ ;  $p=0.032$ , AP x Lat:  $F(6,186)= 4.68$ ;  $p=0.002$ ). Grup ve lateral dağılımları arasındaki interaksiyon ile grup, önden-arkaya ve lateral dağılımları arasındaki interaksiyon ise anlamlı değildi (Grup x Lat:  $F(10,310)= 1.05$ ;  $p>0.05$ , Grup x AP x Lat:  $F(30,930)=0.89$ ;  $p>0.05$ ).

**Çizelge 4.13. Görsel bas-basma paradigmasındaki bas uyarılarına yanıt olarak elde edilen N1 dalga latansları.** Çalışmamıza katılan 32 denekten; 6 farklı bas uyarı grubundan bas uyarılarına yanıt olarak elde edilen N1 dalgasına ait latans değerleri ms cinsinden ortalama  $\pm$  standart sapma (SS) şeklinde verilmiştir.

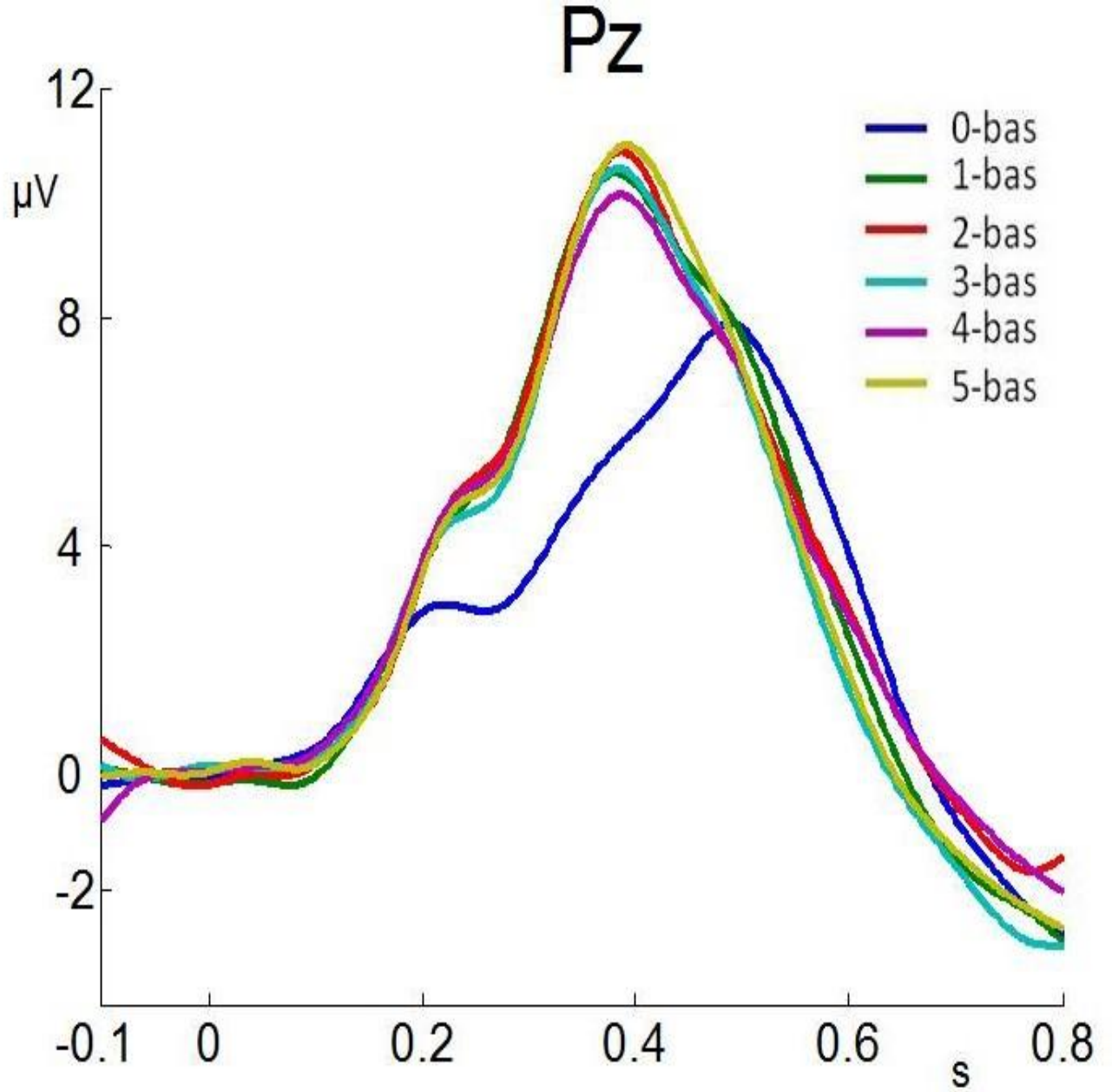
N1 latans	0-bas	1-bas	2-bas	3-bas	4-bas	5-bas
<b>F3</b>	106.88 $\pm$ 9.54	103.25 $\pm$ 8.59	103.50 $\pm$ 9.19	105.25 $\pm$ 10.48	106.00 $\pm$ 10.16	106.75 $\pm$ 9.98
<b>Fz</b>	108.50 $\pm$ 10.05	103.38 $\pm$ 9.04	104.63 $\pm$ 9.96	106.63 $\pm$ 10.39	106.25 $\pm$ 10.31	106.63 $\pm$ 10.14
<b>F4</b>	109.00 $\pm$ 10.26	103.88 $\pm$ 9.45	104.38 $\pm$ 10.02	105.88 $\pm$ 9.74	107.00 $\pm$ 10.66	107.38 $\pm$ 10.76
<b>C3</b>	108.25 $\pm$ 10.41	105.63 $\pm$ 10.65	107.88 $\pm$ 10.87	107.38 $\pm$ 11.27	107.50 $\pm$ 10.79	107.50 $\pm$ 11.16
<b>Cz</b>	107.63 $\pm$ 10.72	103.63 $\pm$ 10.02	104.25 $\pm$ 10.41	105.63 $\pm$ 10.45	104.75 $\pm$ 10.38	106.25 $\pm$ 11.03
<b>C4</b>	109.88 $\pm$ 11.13	104.50 $\pm$ 10.60	108.00 $\pm$ 11.22	107.88 $\pm$ 11.29	107.00 $\pm$ 11.76	106.50 $\pm$ 11.21
<b>P3</b>	110.50 $\pm$ 10.88	109.25 $\pm$ 11.78	111.88 $\pm$ 11.01	111.13 $\pm$ 11.26	111.25 $\pm$ 11.42	109.00 $\pm$ 11.22
<b>Pz</b>	106.13 $\pm$ 11.36	105.38 $\pm$ 11.70	105.13 $\pm$ 11.14	107.13 $\pm$ 11.26	104.88 $\pm$ 10.84	105.75 $\pm$ 11.40
<b>P4</b>	111.38 $\pm$ 11.23	109.25 $\pm$ 11.29	109.88 $\pm$ 11.36	109.25 $\pm$ 11.56	107.63 $\pm$ 11.91	108.63 $\pm$ 11.23
<b>O1</b>	103.50 $\pm$ 10.88	107.63 $\pm$ 11.73	107.13 $\pm$ 11.16	107.75 $\pm$ 11.54	106.63 $\pm$ 11.66	106.13 $\pm$ 11.49
<b>Oz</b>	101.88 $\pm$ 10.06	103.75 $\pm$ 11.22	105.00 $\pm$ 11.04	104.25 $\pm$ 10.89	104.25 $\pm$ 11.03	103.88 $\pm$ 11.24
<b>O2</b>	105.00 $\pm$ 11.40	105.75 $\pm$ 11.63	107.13 $\pm$ 11.35	108.00 $\pm$ 11.85	106.00 $\pm$ 11.63	107.00 $\pm$ 11.58



**Şekil 4.8. Görsel bas-basma paradigmasındaki bas uyarılarına yanıt olarak elde edilen N1 dalga latanslarının topografik görünümü.** Çalışmamıza katılan 32 denekten; 6 farklı bas uyarı grubundan bas uyarılarına yanıt olarak elde edilen N1 dalgasına ait ms cinsinden ortalama latans değerlerinin on iki elektrot bölgesindeki topografik görünümü.



**Şekil 4.9.** Bas uyarılarına yanıt olarak elde edilen OİP bileşenlerin 12 elektrot bölgesindeki büyük ortalamaları. Çalışmamıza katılan 32 denekten, 6 farklı bas uyarısına karşı elde edilen yanıtlardaki OİP bileşenlerinin 12 elektrot bölgesindeki büyük ortalamaları.



**Şekil 4.10. Bas uyarılarına yanıt olarak elde edilen OİP bileşenlerinin Pz elektrot bölgesindeki büyük ortalamaları.** Çalışmamıza katılan 32 denekten, 6 farklı bas uyarısına karşı elde edilen yanıtlardaki OİP bileşenlerinin Pz elektrot bölgesindeki büyük ortalamaları.

**Çizelge 4.14 Görsel bas-basma paradigmasındaki bas uyarılarının P3, N2, P2, N1 dalgaları üzerine etkilerinin ANOVA testi ile analizi sonucu elde ettiğimiz veriler.** Çalışmamızda kullandığımız görsel bas basma paradigmasındaki bas uyarılarının P3, N2, P2, N1 dalgalarının genlik ve latansları üzerine olan etkileri tekrarlayan ölçümler için ANOVA testi ile analiz edilmiş olup test edilen faktörlere ait serbestlik dereceleri ve bas uyarılarına yanıt olarak açığa çıkan dalgalara ait F değerleri ile anlamlı bulunan p değerleri ( $p < 0.05$ ) özet olarak verilmiştir.

Faktör (serbestlik derecesi)	P3				N2				P2				N1			
	Genlik		Latans		Genlik		Latans		Genlik		Latans		Genlik		Latans	
	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P
<b>Grup (5,155)</b>	11.74	0.001	1657.60	0.001	7.49	0.001	2.12	-	3.98	0.002	7.89	0.001	0.39	-	0.92	-
<b>AP (3,93)</b>	31.28	0.001	2.55	-	5.73	0.012	10.06	0.001	2.21	-	15.75	0.001	14.64	0.001	1.34	-
<b>LAT (2,62)</b>	13.81	0.001	1.27	-	20.01	0.001	1.50	-	13.03	0.01	9.10	0.001	4.55	0.014	9.51	0.001
<b>Grup x AP (15,465)</b>	1.171	-	2.90	0.011	2.50	0.029	3.97	0.001	1.53	-	2.97	0.023	0.95	-	2.23	0.032
<b>Grup x LAT (10,310)</b>	3.06	0.006	2.09	-	6.33	0.001	0.48	-	2.77	0.044	0.58	-	1.93	-	1.05	-
<b>AP x LAT (6,186)</b>	156.67	0.01	1.16	-	12.31	0.001	15.44	0.001	6.52	0.001	4.58	0.002	1.74	-	4.68	0.002
<b>Grup x AP x LAT (30,930)</b>	2.23	0.017	1.52	-	2.28	0.001	1.02	-	2.08	0.018	1.07	-	1.74	-	0.89	-

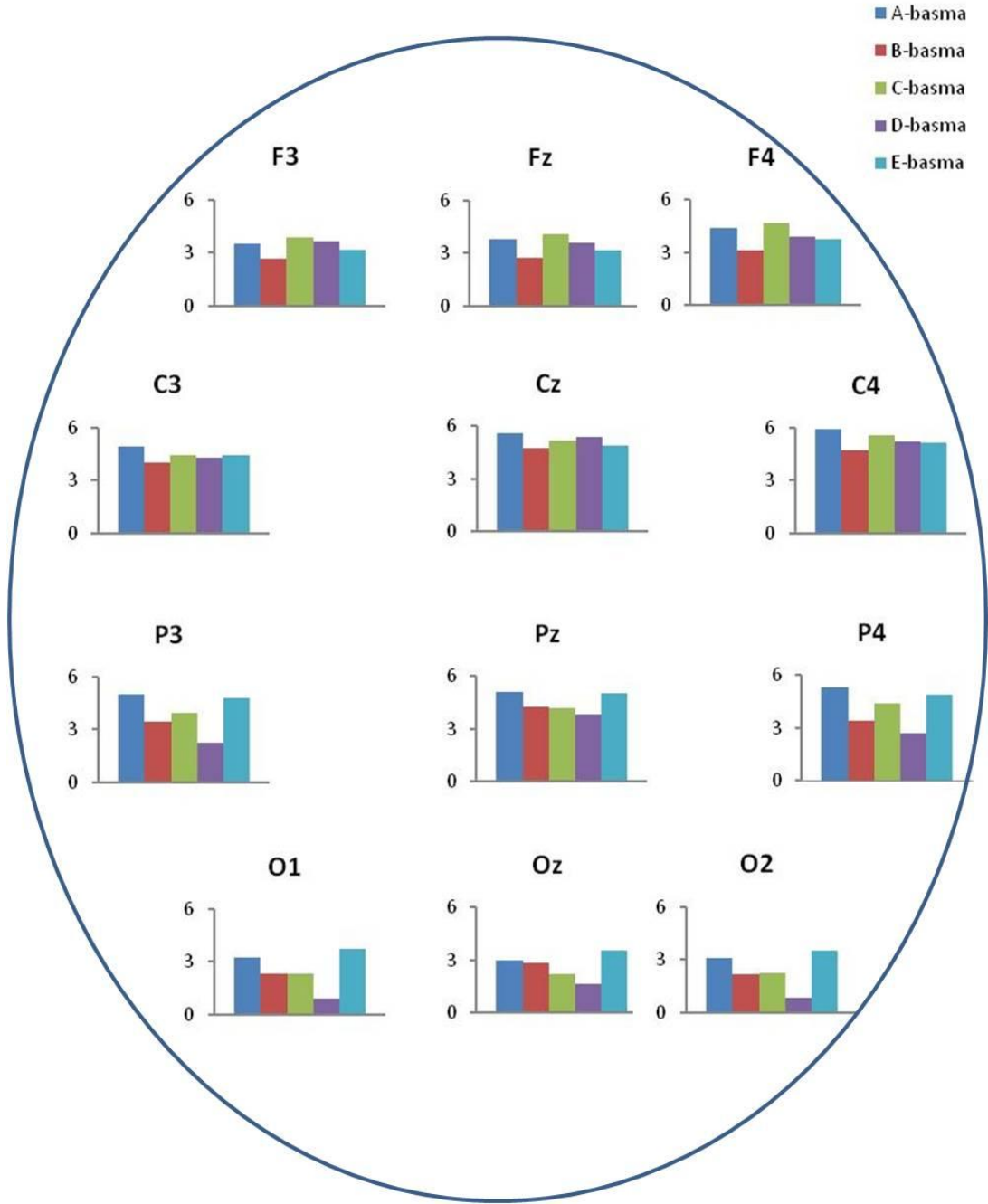
## 4.2.2. Basma Uyarılarına Karşı Elde Edilen Yanıtlar

### 4.2.2.1. Basma P3 Dalga Genliği

Çalışmamıza katılan 32 denekten, 5 farklı basma uyarı grubunda basma uyarılarına karşı yanıt olarak elde edilen P3 dalgasına ait 12 elektrot bölgesindeki genlik değerleri Çizelge 4.15’de verilmiştir. Basma grupları arasında P3 dalga genliği istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde değiştiği tespit edildi (Grup:  $F(4,124)=2.87$ ;  $p=0.045$ ), (Çizelge 4.25, şekil 4.11). P3 dalga genlikleri arasındaki anlamlı farklılığın A-basma grubu ile B-basma grubu arasındaki farktan kaynaklandığı tespit edildi. A-basma grubuna ait P3 dalga genliğinin B-basma grubuna göre daha büyük olduğu görüldü (Grup:  $F(1,31)=2.87$ ;  $p=0.026$ ). D-basma grubuna ait P3 dalga genliklerinin diğer 4 basma grubuna ait P3 dalga genliklerinin ortalamasına göre daha küçük olmasına rağmen bu durum istatistiksel olarak anlamlılık seviyesine ulaşmamıştır (Grup:  $F(1,31)=3.24$ ;  $p=0.081$ ). B-basma grubuna ait P3 dalga genliklerinin; A-basma, C-basma ve E-basma gruplarına ait P3 dalga genliklerinin ortalamasına göre daha küçük olmasına rağmen bu durum da istatistiksel olarak anlamlılık seviyesine ulaşmamıştır (Grup:  $F(1,31)=3.22$ ;  $p=0.082$ ).

P3 dalga genliklerinin önden-arkaya dağılımları anlamlı olarak değişim gösteriyordu (AP:  $F(3,93)=10.77$ ;  $p=0.001$ ). Santral bölgelerden elde edilen P3 dalga genliklerinin frontal ve pariyetal bölgelerden elde edilenlere göre daha büyük; pariyetal bölgeden elde edilen P3 dalga genliklerinin ise oksipital bölgelere göre daha büyük olduğunu gösteriyordu (AP için sırayla:  $F(1,31)=15.93$ ;  $p=0.001$ ,  $F(1,31)=7.49$ ;  $p=0.010$ ,  $F(1,31)=21.65$ ;  $p=0.001$ ). P3 dalga genliklerinin lateral dağılımları da anlamlı olarak değişim gösteriyordu (Lat:  $F(2,62)=4.97$ ;  $p=0.010$ ). Orta hattaki P3 dalga genliklerinin sol taraftaki elektrot bölgelerindeki P3 dalgalarına oranla daha büyük olduğu görüldü (Lat için;  $F(1,31)=6.83$ ;  $p=0.014$ ).

P3 dalga genliklerinin; grup ve önden arkaya dağılım arasındaki interaksyonu, grup ve lateral dağılımları arasındaki interaksyonu, önden arkaya dağılım ve lateral dağılım arasındaki interaksyonu ile grup, önden-arkaya ve lateral dağılımları arasındaki interaksyonu istatistiksel olarak bir anlamlı bulundu (sırasıyla; Grup x AP:



**Şekil 4.11. Görsel bas-basma paradigmasındaki basma uyarılarına yanıt olarak elde edilen P3 dalga genliklerinin topografik görünümü.** Çalışmamıza katılan 32 denekten; 5 farklı basma uyarı grubundan basma uyarılarına yanıt olarak elde edilen P3 dalgasına ait  $\mu\text{V}$  cinsinden ortalama genlik değerlerinin on iki elektrot bölgesindeki topografik görünümü.



$F(12,372)=7.89$ ;  $p=0.001$ , Grup x Lat:  $F(8,248)= 5.76$ ;  $p=0.001$ , AP x Lat:  $F(6,186)=7.54$ ;  $p=0.001$ , Grup x AP x Lat:  $F(24,744)=4.36$ ;  $p=0.001$ ).

**Çizelge 4.15. Görsel bas-basma paradigmasındaki basma uyarılarına yanıt olarak elde edilen P3 dalga genlikleri.** Çalışmamıza katılan 32 denekten; 5 farklı basma uyarı grubundan basma uyarılarına yanıt olarak elde edilen P3 dalgasına ait genlik değerleri  $\mu V$  cinsinden ortalama  $\pm$  standart sapma (SS) şeklinde verilmiştir.

P3 genlik	A-basma	B-basma	C-basma	D-basma	E-basma
F3	3.50 $\pm$ 2.72	2.66 $\pm$ 3.45	3.83 $\pm$ 2.99	3.67 $\pm$ 3.65	3.13 $\pm$ 2.63
Fz	3.78 $\pm$ 3.36	2.76 $\pm$ 4.11	4.08 $\pm$ 3.38	3.59 $\pm$ 3.97	3.15 $\pm$ 2.89
F4	4.44 $\pm$ 3.51	3.13 $\pm$ 4.03	4.71 $\pm$ 3.44	3.94 $\pm$ 3.47	3.74 $\pm$ 3.11
C3	4.95 $\pm$ 3.07	4.04 $\pm$ 3.81	4.47 $\pm$ 2.96	4.32 $\pm$ 3.44	4.48 $\pm$ 2.77
Cz	5.56 $\pm$ 4.01	4.78 $\pm$ 5.15	5.15 $\pm$ 3.74	5.37 $\pm$ 4.37	4.89 $\pm$ 3.82
C4	5.91 $\pm$ 3.54	4.76 $\pm$ 4.16	5.56 $\pm$ 3.19	5.23 $\pm$ 3.44	5.16 $\pm$ 3.06
P3	5.04 $\pm$ 2.97	3.46 $\pm$ 3.83	3.93 $\pm$ 2.46	2.28 $\pm$ 2.99	4.82 $\pm$ 2.48
Pz	5.13 $\pm$ 3.19	4.25 $\pm$ 4.41	4.19 $\pm$ 2.82	3.82 $\pm$ 3.52	5.03 $\pm$ 2.80
P4	5.30 $\pm$ 3.09	3.42 $\pm$ 3.73	4.39 $\pm$ 2.58	2.69 $\pm$ 3.25	4.92 $\pm$ 2.39
O1	3.22 $\pm$ 2.93	2.33 $\pm$ 4.05	2.30 $\pm$ 2.66	0.92 $\pm$ 3.06	3.75 $\pm$ 3.02
Oz	2.96 $\pm$ 2.54	2.87 $\pm$ 3.91	2.21 $\pm$ 2.30	1.60 $\pm$ 3.21	3.53 $\pm$ 2.70
O2	3.11 $\pm$ 2.79	2.15 $\pm$ 3.88	2.25 $\pm$ 2.67	0.83 $\pm$ 3.54	3.50 $\pm$ 3.13

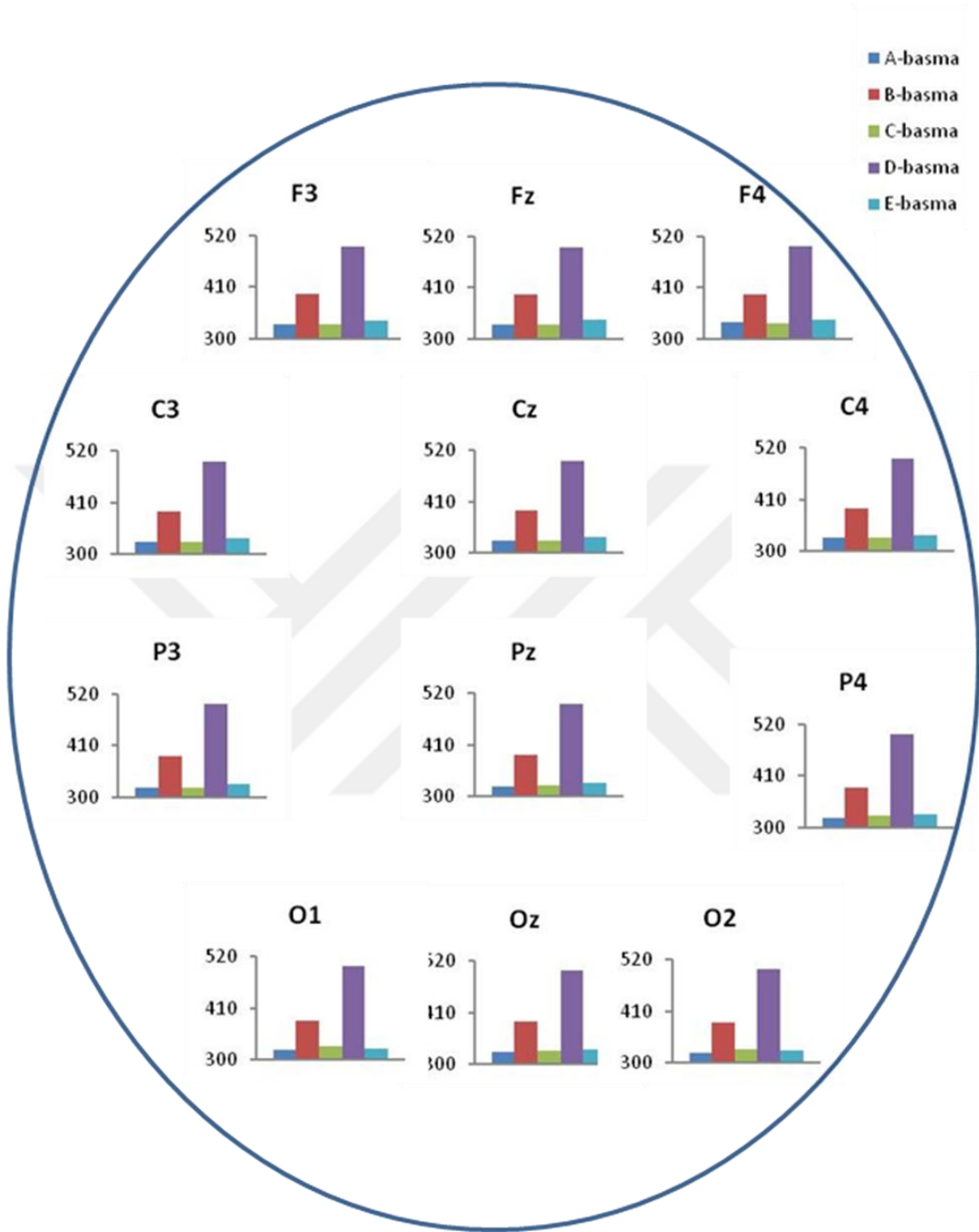
#### 4.2.2.2. Basma P3 Dalga Latansı

Görsel bas-basma paradigması kullanılarak, 5 farklı basma uyarı grubunda basma uyarılarına karşı yanıt olarak elde edilen P3 dalgasına ait 12 elektrot bölgesindeki latans değerleri Çizelge 4.16'da verilmiştir. Basma grupları arasında P3 dalga latansının istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde değiştiği tespit edildi (Grup:  $F(4,124) = 2098.24$ ;  $p=0.001$ ), (Çizelge 4.25, Şekil 4.12). B-basma grubuna ait P3 dalga latanslarının A-basma ve C-basma gruplarına göre anlamlı olarak büyük olduğu görüldü (Grup için sırasıyla:  $F(1,31)= 728.00$ ;  $p=0.001$ ,  $F(1,31)= 646.40$ ;  $p=0.001$ ). Ayrıca D-basma grubuna ait P3 dalga latanslarının C-basma ve E-basma gruplarına göre anlamlı olarak büyük olduğu görüldü (Grup için sırasıyla:  $F(1,31)= 5206.90$ ;  $p=0.001$ ,  $F(4,124)= 3604.51$ ;  $p=0.001$ ). D-basma grubuna ait P3 dalga latansları; diğer 4 basma

grubuna ait P3 dalga latanslarının ortalamasından anlamlı olarak daha büyüktü (Grup:  $F(1,31)= 5279.24$ ;  $p=0.001$ ). B-basma grubuna ait P3 dalga latansları; A-basma, C-basma ve E-basma gruplarına ait P3 dalga latanslarının ortalamasından anlamlı olarak daha büyüktü (Grup:  $F(1,31)= 745.79$ ;  $p=0.001$ ). E-basma grubuna ait P3 dalga latansları; A-basma ve C-basma gruplarına ait P3 dalga latanslarının ortalamasından anlamlı olarak daha büyüktü (Grup:  $F(1,31)= 10.15$ ;  $p=0.003$ ). D-basma grubuna ait P3 dalga latansları, B-basma grubuna ait P3 latanslarından anlamlı olarak büyüktü (Grup:  $F(1,31)= 2491.10$ ;  $p=0.001$ ). B-basma grubuna ait P3 dalga latansları E-basma grubuna ait dalga latanslarından, E-basma grubuna ait P3 dalga latansları C-basma grubuna ait dalga latanslarından anlamlı olarak daha büyüktü (Grup için sırasıyla:  $F(1,31)= 512.23$ ;  $p=0.001$ ,  $F(1,31)= 6.47$ ;  $p=0.016$ ). Bu sonuçlar en büyük P3 dalga latansının D- basma grubuna ait olduğunu, büyüklük sıralamasının B-basma, E-basma, C-basma olarak devam ettiğini göstermektedir.

**Çizelge 4.16. Görsel bas-basma paradigmasındaki basma uyarılarına yanıt olarak elde edilen P3 dalga latansları.** Çalışmamıza katılan 32 denekten; 5 farklı basma uyarı grubundan basma uyarılarına yanıt olarak elde edilen P3 dalgasına ait latans değerleri ms cinsinden ortalama  $\pm$  standart sapma (SS) şeklinde verilmiştir.

P3 latans	A-basma	B-basma	C-basma	D-basma	E-basma
<b>F3</b>	331.13 $\pm$ 16.56	395.88 $\pm$ 13.27	330.88 $\pm$ 16.58	497.25 $\pm$ 9.61	339.50 $\pm$ 17.68
<b>Fz</b>	331.13 $\pm$ 17.29	394.25 $\pm$ 13.24	331.25 $\pm$ 16.58	497.13 $\pm$ 9.70	340.38 $\pm$ 16.80
<b>F4</b>	335.50 $\pm$ 14.85	394.00 $\pm$ 13.25	332.88 $\pm$ 16.41	497.88 $\pm$ 9.85	341.00 $\pm$ 17.03
<b>C3</b>	325.88 $\pm$ 17.27	392.00 $\pm$ 13.32	325.62 $\pm$ 17.09	497.50 $\pm$ 9.41	333.75 $\pm$ 18.34
<b>Cz</b>	325.75 $\pm$ 18.12	391.63 $\pm$ 13.42	326.37 $\pm$ 17.48	496.50 $\pm$ 9.24	333.38 $\pm$ 17.93
<b>C4</b>	329.00 $\pm$ 16.73	390.38 $\pm$ 12.02	328.63 $\pm$ 17.63	497.25 $\pm$ 9.87	334.75 $\pm$ 18.44
<b>P3</b>	318.62 $\pm$ 15.69	387.13 $\pm$ 10.93	318.75 $\pm$ 15.12	498.88 $\pm$ 9.70	326.75 $\pm$ 16.17
<b>Pz</b>	322.00 $\pm$ 16.66	388.38 $\pm$ 11.99	324.00 $\pm$ 17.45	498.75 $\pm$ 9.45	329.38 $\pm$ 17.82
<b>P4</b>	319.12 $\pm$ 16.25	386.38 $\pm$ 10.40	324.50 $\pm$ 17.38	500.38 $\pm$ 9.39	327.63 $\pm$ 17.75
<b>O1</b>	321.50 $\pm$ 18.39	385.13 $\pm$ 9.16	328.50 $\pm$ 19.88	500.00 $\pm$ 9.26	325.38 $\pm$ 16.71
<b>Oz</b>	326.12 $\pm$ 19.73	390.38 $\pm$ 11.53	329.75 $\pm$ 19.80	499.75 $\pm$ 9.20	330.13 $\pm$ 18.68
<b>O2</b>	322.87 $\pm$ 19.31	387.13 $\pm$ 10.59	328.25 $\pm$ 19.46	500.13 $\pm$ 9.34	326.25 $\pm$ 16.88



**Şekil 4.12. Görsel bas-basma paradigmasındaki basma uyarılarına yanıt olarak elde edilen P3 dalga latanslarının topografik görünümü.** Çalışmamıza katılan 32 denekten; 5 farklı basma uyarı grubundan basma uyarılarına yanıt olarak elde edilen P3 dalgasına ait ms cinsinden ortalama latans değerlerinin on iki elektrot bölgesindeki topografik görünümü.

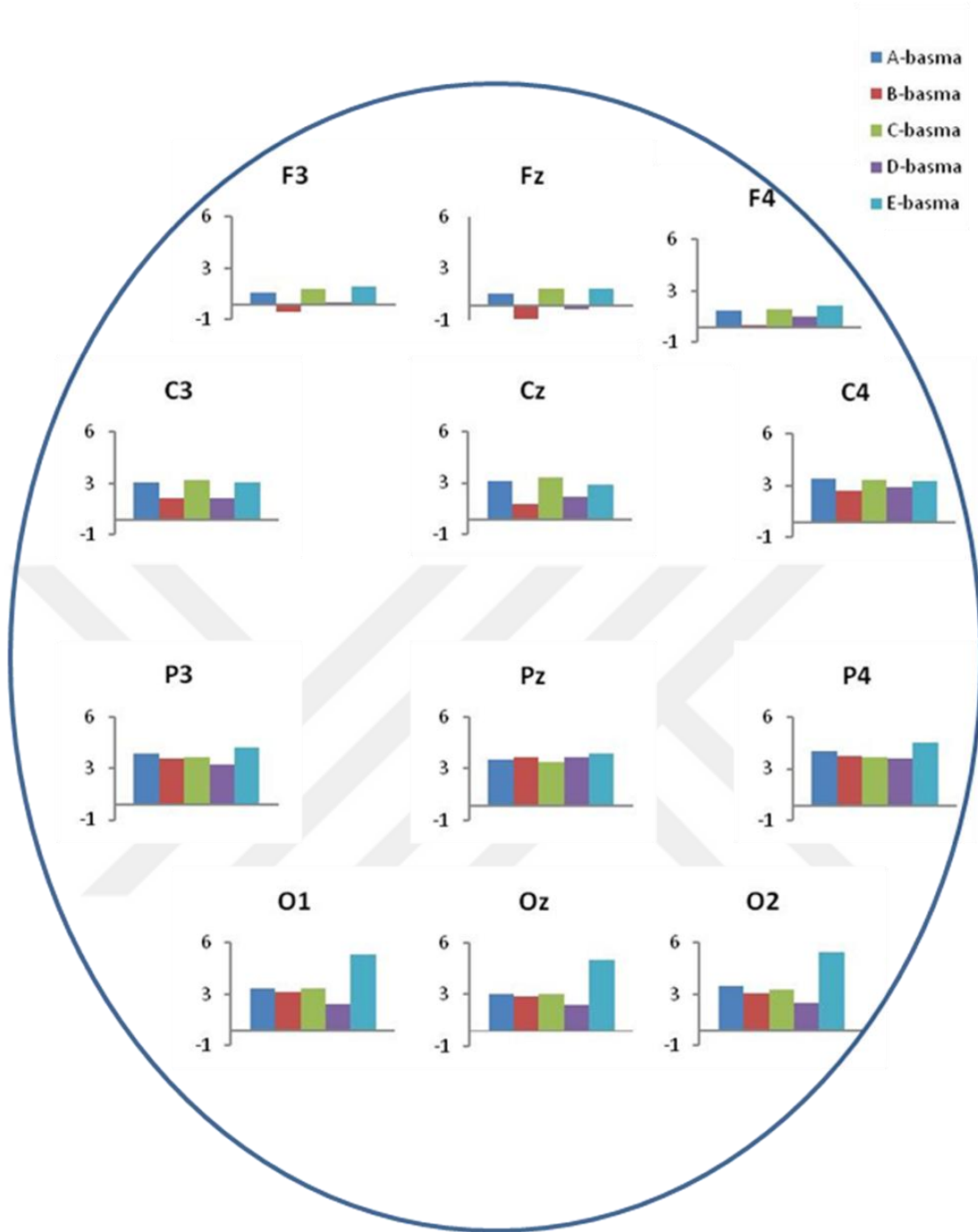
P3 dalga latanslarının önden-arkaya dağılımları anlamlı olarak değişim gösteriyordu (AP:  $F(3,93)=10.87$ ;  $p=0.001$ ). Frontal bölgelerden elde edilen P3 dalga latanslarının santral bölgelerden elde edilenlere göre daha büyük ve pariyetal bölgelerden elde edilen P3 dalga latanslarının ise santral bölgelerden elde edilenlere göre daha küçük olduğu tespit edildi (AP için sırayla:  $F(1,31)=29.76$ ;  $p=0.001$ ,  $F(1,31)=16.89$ ;  $p=0.001$ ).

P3 dalga latanslarının lateral dağılımları anlamlı olarak değişim gösteriyordu (Lat:  $F(2,62)=4.56$ ;  $p=0.006$ ). P3 dalga latansının lateral dağılımındaki anlamlı farklılığın sebebinin sol taraftaki elektrot bölgeleri ile orta hat elektrot bölgeleri arasındaki farktan kaynaklandığı tespit edildi. Orta hat elektrot bölgelerindeki P3 dalga latansları sol taraf elektrot bölgelerindeki P3 dalga latanslarından anlamlı olarak büyüktü (Lat için;  $F(1,31)=8.85$ ;  $p=0.006$ ).

P3 dalga latanslarının; grup ve önden arkaya dağılım arasındaki interaksiyon ile önden-arkaya ve lateral dağılımları arasındaki interaksiyon istatistiksel olarak anlamlı bulundu (sırasıyla; Grup x AP:  $F(12,372)=4.91$ ;  $p=0.001$ ; AP x Lat:  $F(6,186)= 3.99$ ;  $p=0.001$ ). Grup ve lateral dağılımları arasındaki interaksiyon ile grup, önden-arkaya ve lateral dağılımları arasındaki interaksiyonda ise anlamlılık tespit edilmedi (sırasıyla; Grup x Lat:  $F(8,248)= 1.87$ ;  $p>0.05$ , Grup x AP x Lat:  $F(24,744)=1.59$ ;  $p>0.05$ ).

#### **4.2.2.3. Basma N2 Dalga Genliği**

Görsel bas- basma paradigmasındaki 5 farklı basma uyaran grubunda basma uyarılarına yanıt olarak elde edilen N2 dalgasının 12 elektrot bölgesinde ölçülen genlik değerleri Çizelge 4.17’de verilmiştir. N2 dalga genliğinin basma grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde değiştiği tespit edildi (Grup:  $F(4,124)=5.22$ ;  $p=0.005$ ), (Çizelge 4.25, Şekil 4.13). D-basma grubuna ait N2 dalga genliklerinin E-basma grubuna göre anlamlı olarak büyük olduğu tespit edildi (Grup:  $F(1,31)= 9.67$ ;  $p=0.004$ ).



**Şekil 4.13. Görsel bas-basma paradigmasındaki basma uyarılarına yanıt olarak elde edilen N2 dalga genliklerinin topografik görünümü.** Çalışmamıza katılan 32 denekten; 5 farklı basma uyarı grubundan basma uyarılarına yanıt olarak elde edilen N2 dalgasına ait  $\mu\text{V}$  cinsinden ortalama genlik değerlerinin on iki elektrot bölgesindeki topografik görünümü.

D-basma grubuna ait N2 dalga genlikleri; diğer 4 basma grubuna ait N2 dalga genliklerinin ortalamasından anlamlı olarak daha büyüktü (Grup:  $F(1,31)= 4.49$ ;  $p=0.042$ ). B-basma grubuna ait N2 dalga genlikleri; A-basma, C-basma ve E-basma gruplarına ait N2 dalga genliklerinin ortalamasından anlamlı olarak daha büyüktü (Grup:  $F(1,31)= 6.78$ ;  $p=0.014$ ). E-basma grubuna ait N2 dalga genlikleri A-basma ve C-basma gruplarına ait N2 dalga genliklerinin ortalamasından anlamlı olarak daha küçüktü (Grup:  $F(1,31)= 4.89$ ;  $p=0.034$ ). D-basma grubuna ait N2 dalga genlikleri, B-basma grubuna ait N2 dalga genliklerinden anlamlı olarak büyüktü (Grup:  $F(1,31)= 12.18$ ;  $p=0.001$ ). B-basma grubuna ait N2 dalga genlikleri E-basma grubuna ait N2 dalga genliklerinden anlamlı olarak daha büyüktü (Grup:  $F(1,31)=998.72$ ;  $p=0.001$ ). A-basma grubu ile C-basma grubu arasında N2 dalga genliği açısından anlamlı bir fark yoktu. Bu sonuçlar en büyük N2 dalga genliğinin D- basma grubuna ait olduğunu gösterdi.

**Çizelge 4.17. Görsel bas-basma paradigmasındaki basma uyarılarına yanıt olarak elde edilen N2 dalga genlikleri.** Çalışmamıza katılan 32 denekten; 5 farklı basma uyarı grubundan basma uyarılarına yanıt olarak elde edilen N2 dalgasına ait genlik değerleri  $\mu V$  cinsinden ortalama  $\pm$  standart sapma (SS) şeklinde verilmiştir.

N2 genlik	A-basma	B-basma	C-basma	D-basma	E-basma
F3	0.85 $\pm$ 2.70	-0.46 $\pm$ 3.17	1.12 $\pm$ 2.54	0.14 $\pm$ 2.78	1.23 $\pm$ 3.27
Fz	0.84 $\pm$ 2.94	-0.90 $\pm$ 3.28	1.16 $\pm$ 2.75	-0.27 $\pm$ 2.84	1.12 $\pm$ 3.48
F4	1.19 $\pm$ 2.95	0.14 $\pm$ 3.28	1.25 $\pm$ 2.68	0.76 $\pm$ 2.81	1.52 $\pm$ 3.27
C3	2.57 $\pm$ 2.65	1.51 $\pm$ 2.90	2.74 $\pm$ 2.26	1.48 $\pm$ 2.72	2.54 $\pm$ 3.08
Cz	2.60 $\pm$ 3.28	1.09 $\pm$ 3.75	2.85 $\pm$ 3.13	1.58 $\pm$ 3.45	2.36 $\pm$ 3.65
C4	2.96 $\pm$ 3.11	2.10 $\pm$ 3.43	2.91 $\pm$ 2.84	2.34 $\pm$ 3.06	2.76 $\pm$ 2.98
P3	3.49 $\pm$ 2.74	3.20 $\pm$ 2.96	3.21 $\pm$ 2.37	2.78 $\pm$ 2.74	3.94 $\pm$ 2.66
Pz	3.14 $\pm$ 3.15	3.32 $\pm$ 3.21	2.94 $\pm$ 2.81	3.27 $\pm$ 3.05	3.51 $\pm$ 3.11
P4	3.73 $\pm$ 3.70	3.34 $\pm$ 3.29	3.29 $\pm$ 3.42	3.17 $\pm$ 3.03	4.26 $\pm$ 3.40
O1	2.91 $\pm$ 3.43	2.63 $\pm$ 3.85	2.85 $\pm$ 3.63	1.85 $\pm$ 3.61	5.15 $\pm$ 3.92
Oz	2.55 $\pm$ 3.21	2.35 $\pm$ 3.37	2.52 $\pm$ 3.27	1.79 $\pm$ 3.22	4.82 $\pm$ 3.69
O2	3.02 $\pm$ 3.55	2.57 $\pm$ 3.75	2.78 $\pm$ 3.71	1.91 $\pm$ 3.50	5.34 $\pm$ 4.20

N2 dalga genliklerinin önden-arkaya dağılımları anlamlı olarak değişim gösteriyordu (AP:  $F(3,93)=8.45$ ;  $p=0.003$ ). Frontal bölgelerden elde edilen N2 dalga

genliklerinin santral bölgelerden elde edilen N2 dalga genliklerine, santral bölgelerden elde edilen N2 dalga genliklerinin ise pariyetal bölgelerden elde edilen N2 dalga genliklerine göre daha büyük olduğu tespit edildi (AP için sırasıyla;  $F(1,31)=29.72$ ;  $p=0.001$ ,  $F(1,31)=9.76$ ;  $p=0.004$ ). N2 dalga genliklerinin lateral dağılımları da anlamlı olarak değişim gösteriyordu (Lat:  $F(2,62)=4.23$ ;  $p=0.024$ ). Orta hattaki N2 dalga genliklerinin sağ taraftaki elektrot bölgelerindeki N2 dalgalarına oranla daha büyük olduğu görüldü ( $F(1,31)=8.40$ ;  $p=0.007$ ).

N2 dalga genliklerinin grup ve önden arkaya dağılım interaksiyonu ile grup, önden-arkaya dağılım ve lateral dağılımları arasındaki interaksiyon anlamlı bulundu (Grup x AP:  $F(12,372)=10.25$ ;  $p=0.001$ ; Grup x AP x Lat:  $F(24,744)=7.55$ ;  $p=0.001$ ). Önden-arkaya dağılım ve lateral dağılım arasındaki interaksiyon ile grup ve lateral dağılım arasındaki interaksiyon ise istatistiksel olarak anlamsız bulundu (sırasıyla: AP x Lat:  $F(6,186)= 1.10$ ;  $p>0.05$ ; Grup x Lat:(8,248)= 2.02;  $p>0.05$ ).

#### **4.2.2.4. BasmaN2 Dalga Latansı**

Görsel bas-basma paradigması kullanılarak, 5 farklı basma uyararı grubunda basma uyarılarına karşı yanıt olarak elde edilen N2 dalgasına ait 12 elektrot bölgesindeki latans değerleri Çizelge 4.18’de verilmiştir. Basma grupları arasında N2 dalga latansının istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde değiştiği tespit edildi (Grup:  $F(4,124)= 1020.06$ ;  $p=0.001$ ). (Çizelge 4.25, Şekil 4.14). B-basma grubuna ait N2 dalga latanslarının A-basma ve C-basma gruplarına göre anlamlı olarak büyük olduğu tespit edildi (Grup için sırasıyla:  $F(1,31) = 1077.52$ ;  $p=0.001$ ,  $F(1,31) = 1074.72$ ;  $p=0.001$ ). D-basma grubuna ait N2 dalga latanslarının C-basma ve E-basma gruplarına göre anlamlı olarak büyük olduğu tespit edildi (Grup için sırasıyla:  $F(1,31) = 1012.17$ ;  $p=0.001$ ;  $F(1,31) = 1069.39$ ;  $p=0.001$ ). D-basma grubuna ait N2 dalga latanslarının, diğer 4 gruptan elde edilen N2 latanslarının ortalamasından büyük olduğu görüldü (Grup:  $F(1,31) = 1029.70$ ;  $p=0.001$ ). B-basma grubuna ait N2 dalga latanslarının, A-basma, C-basma ve E-basma gruplarının ortalamasına göre büyük olduğu tespit edildi (Grup:  $F(1,31) = 1061.72$ ;  $p=0.001$ ). D-basma grubuna ait N2 dalga latanslarının B-basma grubuna ait N2 latanslarına göre, B-basma grubuna ait N2 dalga latanslarının ise

E- basma grubuna ait N2 dalga latanslarına göre daha büyük olduğu tespit edildi (sırasıyla: Grup:  $F(4,124)= 1020.06$ ;  $p=0.001$ ,  $F(1,31) = 998.72$ ;  $p=0.001$ ). A-basma grubu ile C-basma grubu arasında N2 dalga latansı açısından anlamlı bir fark yoktu.

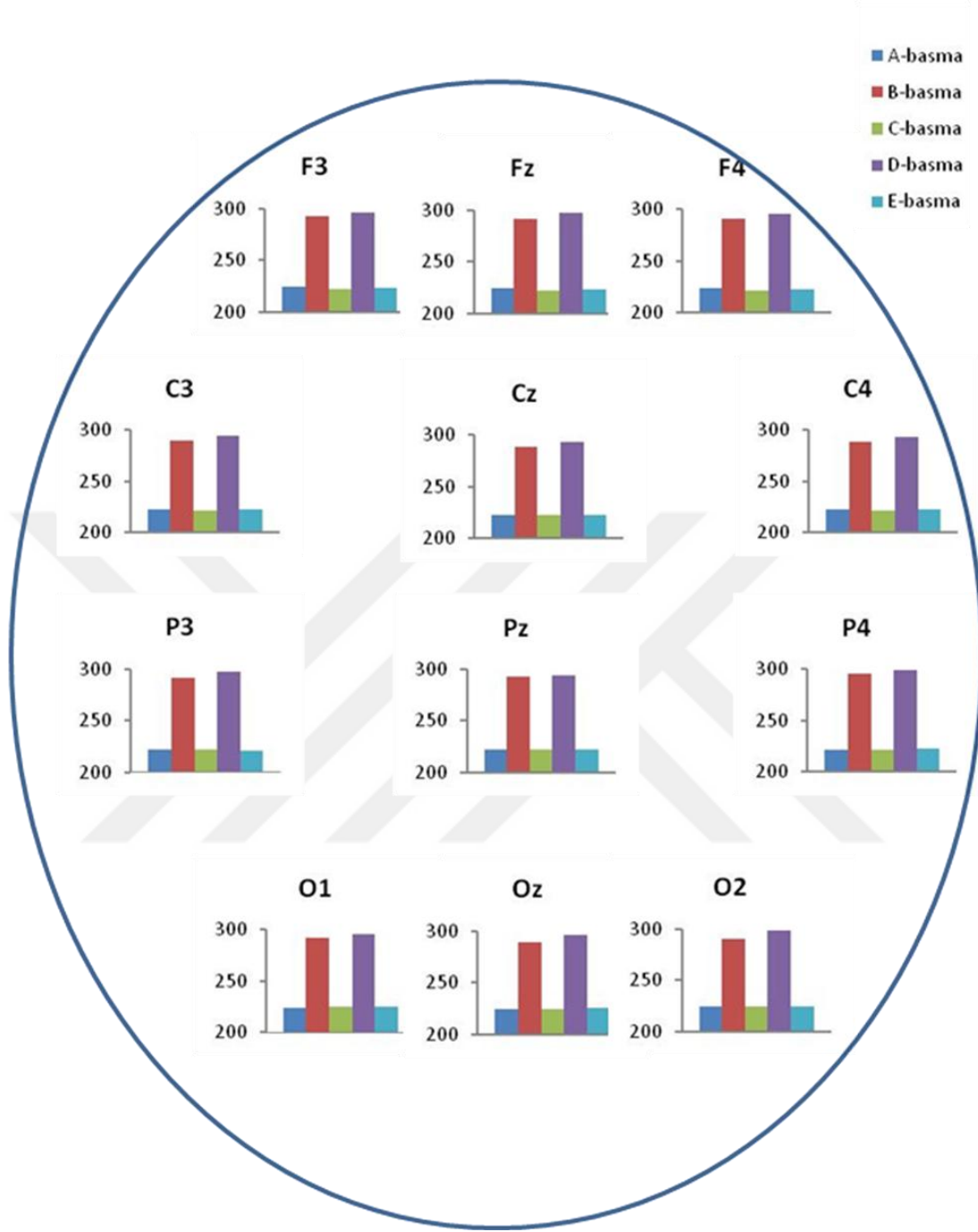
N2 dalga latanslarının önden-arkaya dağılımları ve lateral dağılımları anlamlı olarak değişim göstermiyordu (sırasıyla: AP:  $F(3,93)=2.75$ ;  $p>0.05$ , Lat:  $F(2,62)=0.29$ ;  $p>0.05$ ).

**Çizelge 4.18. Görsel bas-basma paradigmasındaki basma uyarılarına yanıt olarak elde edilen N2 dalga latansları.** Çalışmamıza katılan 32 denekten; 5 farklı basma uyarı grubundan basma uyarılarına yanıt olarak elde edilen N2 dalgasına ait latans değerleri ms cinsinden ortalama  $\pm$  standart sapma (SS) şeklinde verilmiştir.

N2 latans	A-basma	B-basma	C-basma	D-basma	E-basma
F3	224.00 $\pm$ 4.06	293.25 $\pm$ 14.42	222.50 $\pm$ 3.77	296.37 $\pm$ 13.83	223.25 $\pm$ 3.99
Fz	223.75 $\pm$ 4.06	291.63 $\pm$ 13.61	222.50 $\pm$ 3.77	297.87 $\pm$ 12.77	223.00 $\pm$ 3.93
F4	223.38 $\pm$ 3.95	291.38 $\pm$ 13.79	221.75 $\pm$ 3.36	295.25 $\pm$ 14.09	222.63 $\pm$ 3.75
C3	222.75 $\pm$ 3.86	289.88 $\pm$ 13.93	221.50 $\pm$ 3.17	294.50 $\pm$ 14.71	222.63 $\pm$ 3.75
Cz	222.75 $\pm$ 3.86	288.38 $\pm$ 14.20	222.00 $\pm$ 3.52	293.62 $\pm$ 15.30	223.00 $\pm$ 3.93
C4	222.25 $\pm$ 3.65	289.25 $\pm$ 14.31	221.25 $\pm$ 2.95	293.25 $\pm$ 14.67	223.25 $\pm$ 3.99
P3	222.00 $\pm$ 3.52	291.88 $\pm$ 15.42	221.75 $\pm$ 3.36	297.25 $\pm$ 14.20	221.25 $\pm$ 2.95
Pz	222.00 $\pm$ 3.52	293.37 $\pm$ 15.26	222.00 $\pm$ 3.52	293.75 $\pm$ 14.83	222.50 $\pm$ 3.77
P4	221.50 $\pm$ 3.17	295.25 $\pm$ 14.49	221.50 $\pm$ 3.17	298.75 $\pm$ 13.76	222.00 $\pm$ 3.52
O1	224.00 $\pm$ 4.06	291.88 $\pm$ 15.66	224.63 $\pm$ 3.95	295.25 $\pm$ 14.28	224.75 $\pm$ 3.99
Oz	224.50 $\pm$ 4.03	289.50 $\pm$ 15.37	224.88 $\pm$ 3.90	295.87 $\pm$ 13.95	225.25 $\pm$ 3.86
O2	224.38 $\pm$ 3.98	290.88 $\pm$ 15.21	224.25 $\pm$ 4.06	299.25 $\pm$ 12.50	224.50 $\pm$ 4.03

N2 dalga latanslarının grup ve önden arkaya dağılım arasındaki interaksyonu ile grup ve lateral dağılım arasındaki interaksyonu istatistiksel olarak anlamlı değildi (sırasıyla; Grup x AP:  $F(12,372)=1.47$ ;  $p>0.05$ , Grup x Lat:  $F(8,248)=1.64$ ;  $p>0.05$ ). Önden arkaya dağılım ve lateral dağılım arasındaki interaksyon ile grup, önden arkaya dağılım ve lateral dağılım arasındaki interaksyonda istatistiksel olarak anlamlılık tespit edildi (sırasıyla; AP x Lat:  $F(6,186)=3.04$ ;  $p>0.05$ , Grup x AP x Lat:  $F(24,744)= 3.25$ ;  $p=0.001$ ).





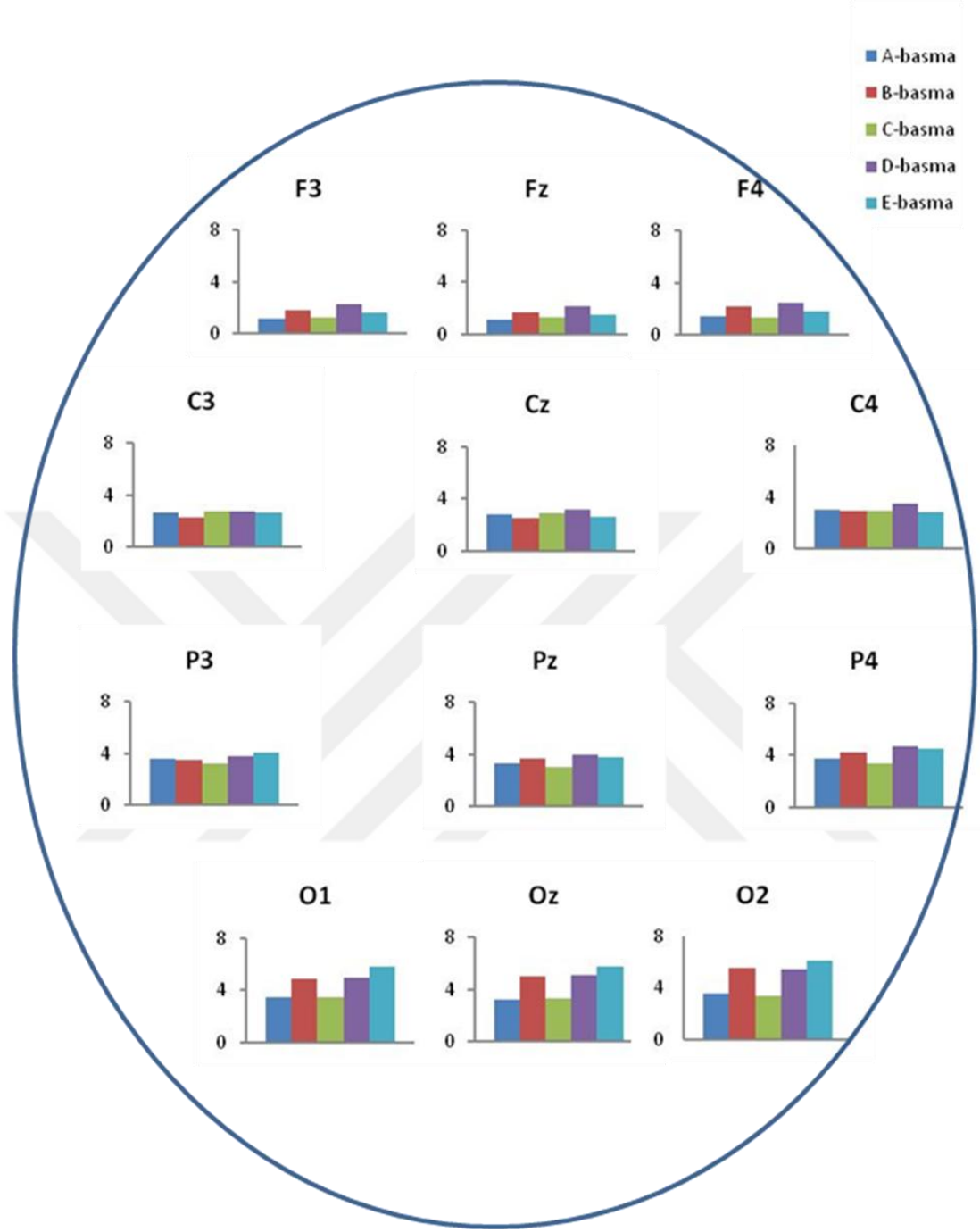
**Şekil 4.14. Görsel bas-basma paradigmasındaki basma uyarılarına yanıt olarak elde edilen N2 dalga latanslarının topografik görünümü.** Çalışmamıza katılan 32 denekten; 5 farklı basma uyarı grubundan basma uyarılarına yanıt olarak elde edilen N2 dalgasına ait ms cinsinden ortalama latans değerlerinin on iki elektrot bölgesindeki topografik görünümü.

#### 4.2.2.5. Basma P2 Dalga Genliği

Çalışmamıza katılan 32 denekten, 5 farklı basma uyararı grubunda basma uyarılarına karşı yanıt olarak elde edilen P2 dalgasına ait 12 elektrot bölgesindeki genlik değerleri Çizelge 4.19’de verilmiştir. Basma grupları arasında P2 dalga genliğinin istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde değiştiği tespit edildi (Grup:  $F(4,124)=5.54$ ;  $p=0.006$ ), (Çizelge 4.25, şekil 4.15). D-basma grubuna ait P2 dalga genliklerinin C-basma grubundan elde edilen P2 dalga genliklerine göre anlamlı bir şekilde daha büyük olduğu tespit edildi (Grup:  $F(1,31)=9.89$ ;  $p=0.004$ ). D-basma grubuna ait P2 dalga genliklerinin diğer 4 basma grubuna ait P2 dalga genliklerinin ortalamasına göre daha büyük olduğu görüldü (Grup:  $F(1,31)=11.42$ ;  $p=0.004$ ). E-basma grubuna ait P2 dalga genliklerinin A-basma ve C-basma gruplarından elde edilen P2 dalga genliklerinin ortalamasından daha büyük olduğu görüldü (Grup:  $F(1,31)=7.12$ ;  $p=0.012$ ). E-basma grubuna ait P2 genlikleri C-basma grubundan elde edilen P2 genliklerinden anlamlı olarak daha büyüktü (Grup:  $F(1,31)=6.75$ ;  $p=0.014$ ).

**Çizelge 4.19. Görsel bas-basma paradigmasındaki basma uyarılarına yanıt olarak elde edilen P2 dalga genlikleri.** Çalışmamıza katılan 32 denekten; 5 farklı basma uyararı grubundan basma uyarılarına yanıt olarak elde edilen P2 dalgasına ait genlik değerleri  $\mu V$  cinsinden ortalama  $\pm$  standart sapma (SS) şeklinde verilmiştir.

P2 genlik	A-basma	B-basma	C-basma	D-basma	E-basma
F3	1.11 $\pm$ 2.59	1.82 $\pm$ 2.76	1.23 $\pm$ 2.51	2.25 $\pm$ 2.73	1.59 $\pm$ 2.99
Fz	1.12 $\pm$ 2.81	1.71 $\pm$ 2.71	1.27 $\pm$ 2.74	2.13 $\pm$ 2.85	1.50 $\pm$ 3.20
F4	1.40 $\pm$ 2.83	2.16 $\pm$ 2.65	1.36 $\pm$ 2.69	2.48 $\pm$ 2.87	1.81 $\pm$ 3.04
C3	2.66 $\pm$ 2.64	2.33 $\pm$ 2.43	2.78 $\pm$ 2.25	2.79 $\pm$ 2.50	2.68 $\pm$ 3.02
Cz	2.78 $\pm$ 3.22	2.49 $\pm$ 2.91	2.92 $\pm$ 3.10	3.18 $\pm$ 3.01	2.63 $\pm$ 3.48
C4	3.02 $\pm$ 3.10	2.94 $\pm$ 2.42	2.94 $\pm$ 2.83	3.53 $\pm$ 2.63	2.90 $\pm$ 2.88
P3	3.57 $\pm$ 2.72	3.55 $\pm$ 2.65	3.27 $\pm$ 2.34	3.76 $\pm$ 2.41	4.07 $\pm$ 2.65
Pz	3.30 $\pm$ 3.15	3.68 $\pm$ 2.83	3.05 $\pm$ 2.79	4.02 $\pm$ 2.81	3.78 $\pm$ 3.09
P4	3.77 $\pm$ 3.70	4.23 $\pm$ 3.31	3.33 $\pm$ 3.42	4.66 $\pm$ 3.27	4.44 $\pm$ 3.35
O1	3.48 $\pm$ 3.70	4.90 $\pm$ 4.31	3.50 $\pm$ 3.83	4.98 $\pm$ 3.91	5.85 $\pm$ 4.09
Oz	3.22 $\pm$ 3.48	4.98 $\pm$ 3.94	3.31 $\pm$ 3.44	5.14 $\pm$ 3.56	5.72 $\pm$ 3.87
O2	3.56 $\pm$ 3.89	5.53 $\pm$ 4.56	3.42 $\pm$ 3.97	5.47 $\pm$ 3.95	6.16 $\pm$ 4.39



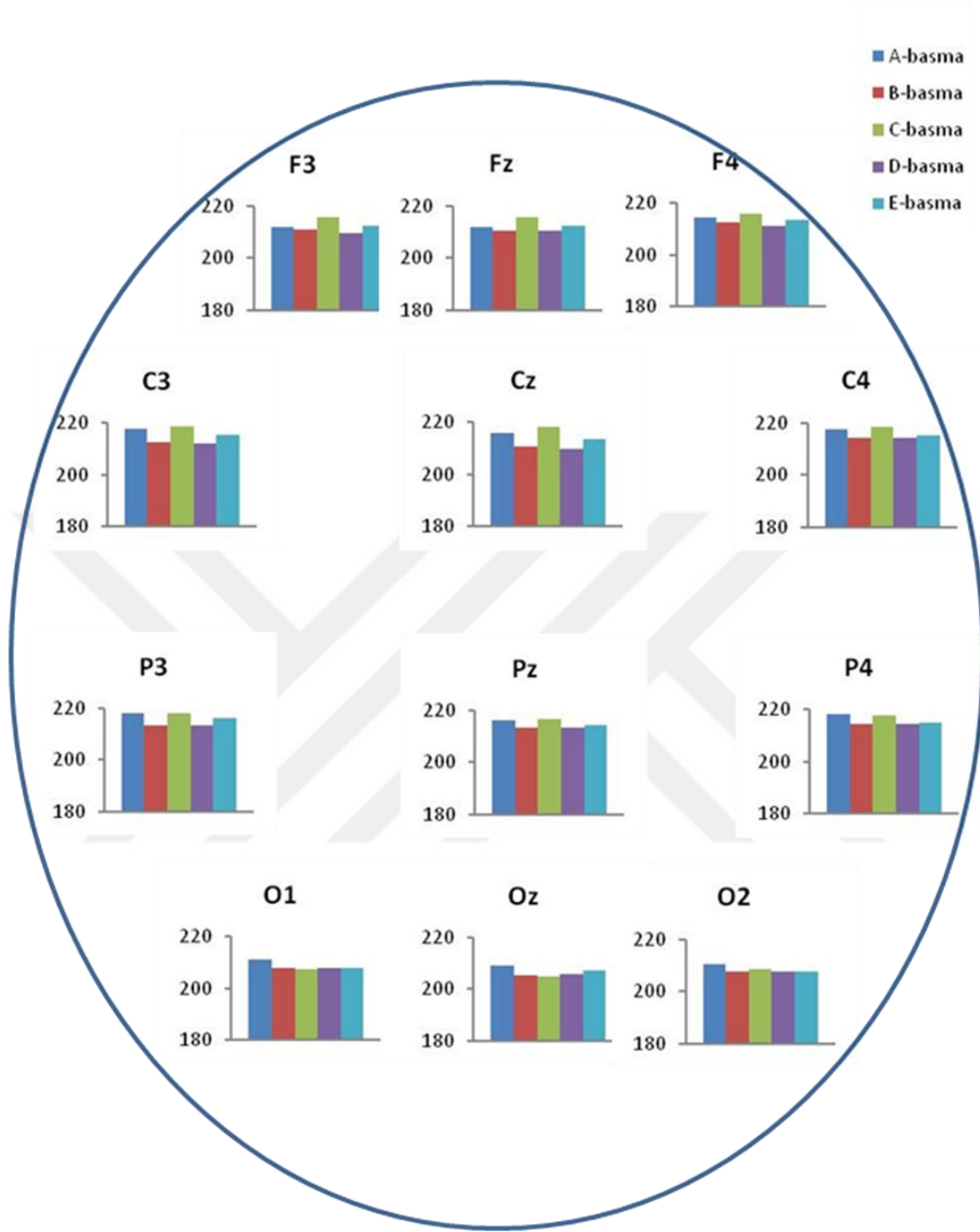
**Şekil 4.15. Görsel bas-basma paradigmasındaki basma uyarılarına yanıt olarak elde edilen P2 dalga genliklerinin topografik görünümü.** Çalışmamıza katılan 32 denekten; 5 farklı basma uyarı grubundan basma uyarılarına yanıt olarak elde edilen P2 dalgasına ait  $\mu V$  cinsinden ortalama genlik değerlerinin on iki elektrot bölgesindeki topografik görünümü.

P2 dalga genliklerinin önden-arkaya dağılımları anlamlı olarak değişim gösteriyordu (AP:  $F(3,93)=7.84$ ;  $p=0.004$ ). Santral bölgelerden elde edilen P2 dalga genliklerinin frontal bölgelerden elde edilen P2 dalga genliklerine göre daha büyük, pariyetal bölgelerden elde edilenlere göre ise daha küçük olduğu tespit edildi (AP için sırayla:  $F(1,31)=18.95$ ;  $p=0.001$ ,  $F(1,31)=5.95$ ;  $p=0.021$ ).

P2 dalga genliklerinin lateral dağılımları ise anlamlı olarak değişim göstermiyordu (Lat:  $F(2,62)=3.03$ ;  $p>0.05$ ). P2 dalga genliklerinin grup ve önden arkaya dağılım arasındaki interaksiyonu, grup ve lateral dağılımları arasındaki interaksiyon ile grup, önden-arkaya ve lateral dağılımları arasındaki interaksiyonunda istatistiksel olarak bir anlamlık bulundu (sırasıyla; Grup X AP:  $F(12,372)=13.23$ ;  $p=0.001$ ; Grup X lat:  $F(8,248)= 3.38$ ;  $P=0.001$ ; Grup x AP x Lat:  $F(24,744)=2.45$ ;  $p=0.014$ ). Önden arkaya dağılım ve lateral dağılım arasındaki interaksiyon ise anlamlı değildi (AP x Lat:  $F(6,186)= 0.49$ ;  $p>0.05$ ).

#### **4.2.2.6. Basma P2 Dalga Latansı**

Görsel bas-basma paradigması kullanılarak, 5 farklı basma uyaran grubunda basma uyarılarına karşı yanıt olarak elde edilen P2 dalgasına ait 12 elektrot bölgesindeki latans değerleri Çizelge 4.20’de verilmiştir. Basma grupları arasında P2 dalga latansının istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde değiştiği tespit edildi (Grup:  $F(4,124)= 6.50$ ;  $p=0.003$ ), (Çizelge 4.25, Şekil 4.16). B-basma grubuna ait P2 dalga latanslarının A-basma ve C-basma gruplarına göre anlamlı olarak küçük olduğu tespit edildi (Grup için sırasıyla:  $F(1,31) = 7.46$ ;  $p=0.010$ ;  $F(1,31) = 6.73$ ;  $p=0.014$ ). D-basma grubuna ait P2 dalga latanslarının C-basma ve E-basma gruplarına göre anlamlı olarak küçük olduğu tespit edildi (Grup için sırasıyla:  $F(1,31) = 11.42$ ;  $p=0.002$ ;  $F(1,31) = 5.44$ ;  $p=0.026$ ). D-basma grubuna ait P2 dalga latanslarının, diğer 4 gruptan elde edilen P2 latanslarının ortalamasından küçük olduğu görüldü (Grup:  $F(1,31) =15.83$ ;  $p=0.001$ ). B-basma grubuna ait P2 dalga latanslarının, A-basma, C-basma ve E-basma gruplarının ortalamasına göre küçük olduğu tespit edildi (Grup:  $F(1,31) = 7.75$ ;  $p=0.009$ ).



**Şekil 4.16. Görsel bas-basma paradigmasındaki basma uyarılarına yanıt olarak elde edilen P2 dalga latanslarının topografik görünümü.** Çalışmamıza katılan 32 denekten; 5 farklı basma uyarı grubundan basma uyarılarına yanıt olarak elde edilen P2 dalgasına ait ms cinsinden ortalama latans değerlerinin on iki elektrot bölgesindeki topografik görünümü.

**Çizelge 4.20. Görsel bas-basma paradigmasındaki basma uyarılarına yanıt olarak elde edilen P2 dalga latansları.** Çalışmamıza katılan 32 denekten; 5 farklı basma uyararı grubundan basma uyarılarına yanıt olarak elde edilen P2 dalgasına ait latans değerleri ms cinsinden ortalama ± standart sapma (SS) şeklinde verilmiştir.

P2 latans	A-basma	B-basma	C-basma	D-basma	E-basma
F3	211.88±9.11	211.00±10.94	215.88±7.36	209.50±11.62	212.25±10.80
Fz	211.75±9.08	210.50±11.12	215.50±7.72	210.38±11.35	212.25±10.89
F4	214.38±8.43	212.75±10.63	216.13±7.57	211.50±10.74	213.63±10.25
C3	217.63±5.55	212.38±10.91	218.75±3.58	211.88±10.29	215.25±8.71
Cz	216.00±6.58	210.75±11.33	218.13±4.87	210.00±11.27	213.63±9.63
C4	217.75±4.76	214.38±9.58	218.63±3.75	214.00±8.74	215.00±8.80
P3	217.88±6.01	213.50±9.73	218.00±6.10	213.50±9.35	216.25±8.37
Pz	216.00±7.94	213.38±10.14	216.50±7.38	213.25±10.13	214.13±9.74
P4	218.50±3.77	214.75±9.22	218.00±5.47	214.50±8.67	215.25±9.00
O1	211.13±9.68	208.13±11.34	207.50±11.71	207.88±11.69	207.75±11.80
Oz	209.38±9.78	205.38±10.88	205.00±11.58	205.75±11.40	207.38±11.68
O2	210.38±9.95	207.63±11.60	208.38±11.73	207.50±11.88	207.75±11.80

P2 dalga latanslarının önden-arkaya dağılımları anlamlı olarak değişim gösteriyordu (AP:  $F(3,93)=11.35$   $p=0.001$ ). Santral bölgelerden elde edilen P2 dalga latanslarının frontal bölgelerden elde edilenlere göre daha büyük ve pariyetal bölgelerden elde edilen P2 dalga latanslarının oksipital bölgelerden elde edilenlere göre daha büyük olduğu görüldü (AP için sırayla:  $F(1,31)=6.55$ ;  $p=0.016$ ,  $F(1,31)=38.83$ ;  $p=0.001$ ). P2 dalga latanslarının lateral dağılımları da anlamlı değişim gösteriyordu (Lat:  $F(2,62)=11.60$ ;  $p=0.001$ ). Sol ve sağ taraf elektrot bölgelerinden elde edilen P2 dalga latanslarının orta hattan elde edilen P2 dalga latanslarına göre anlamlı olarak daha büyük olduğu görüldü (Lat için sırasıyla;  $F(1,31)=10.58$ ;  $p=0.003$ ,  $F(1,31)=22.30$ ;  $p=0.001$ ).

P2 dalga latanslarının grup ile önden arkaya dağılım interaksiyonunun istatistiksel olarak anlamlı olduğu görüldü (Grup X AP:  $F(12,372)=2.79$ ;  $p=0.018$ ). Grup ve lateral dağılım arasındaki interaksiyon, önden arkaya dağılım ve lateral dağılım arasındaki interaksiyon ile grup, önden arkaya dağılım ve lateral dağılım arasındaki interaksiyonda istatistiksel olarak bir anlamlılık tespit edilmedi (sırasıyla; Grup X Lat:  $F(8,248)=1.04$ ;  $p>0.05$ , AP X Lat:  $F(6,186)=1.42$ ;  $p>0.05$ , Grup x AP x Lat:  $F(24,744)=1.30$ ;  $p>0.05$ ).

#### 4.2.2.7. Basma N1 Dalga Genliği

Görsel bas-basma paradigmasındaki 5 farklı basma uyaran grubunda basma uyaralarına yanıt olarak elde edilen N1 dalgasının altı elektrot bölgesinden ölçülen genlik değerleri Çizelge 4.21’de verilmiştir. Gruplar arasında N1 dalga genliğinin istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde değiştiği tespit edildi (Grup:  $F(4,124)=15.72$ ;  $p=0.001$ ), (Çizelge 4.25, Şekil 4.17). B-basma grubuna ait N1 dalga genliklerinin A-basma ve C-basma gruplarına göre anlamlı olarak küçük olduğu tespit edildi (Grup için sırasıyla:  $F(1,31)= 21.07$ ;  $p=0.001$ ,  $F(1,31)= 19.62$ ;  $p=0.001$  ). D-basma grubuna ait N1 dalga genliklerinin C-basma grubundan elde edilen N1 dalga genliklerine göre anlamlı olarak küçük olduğu tespit edildi (Grup için:  $F(1,31)= 20.59$ ;  $p=0.001$ ). D-basma grubuna ait N1 dalga genlikleri; diğer 4 basma grubuna ait N1 dalga genliklerinin ortalamasından anlamlı olarak daha küçüktü (Grup:  $F(1,31)= 14.70$ ;  $p=0.001$ ). B-basma grubuna ait N1 dalga genlikleri; A-basma, C-basma ve E-basma gruplarına ait N1 dalga genliklerinin ortalamasından anlamlı olarak daha küçüktü (Grup:  $F(1,31)= 19.90$ ;  $p=0.001$ ). E-basma grubuna ait N1 dalga genlikleri A-basma ve C-basma gruplarının ortalamasına ait N1 dalga genliklerinden anlamlı olarak daha küçüktü (Grup:  $F(1,31)= 18.56$ ;  $p=0.001$ ). E-basma grubuna ait N1 dalga genlikleri C-basma grubundan elde edilen N1 dalga genliklerine göre daha küçüktü (Grup:  $F(1,31)= 17.44$ ;  $p=0.001$ ).

N1 dalga genliklerinin önden-arkaya dağılımları anlamlı olarak değişim gösteriyordu (AP:  $F(1,31)=27.37$ ;  $p=0.001$ ). Frontal bölgelerden elde edilen N1 dalga genliklerinin santral bölgelerden elde edilen N1 dalga genliklerine göre anlamlı olarak daha büyük olduğu tespit edildi (AP için;  $F(1,31)=27.37$ ;  $p=0.001$ ). N1 dalga genliklerinin lateral dağılımları da anlamlı olarak değişim gösteriyordu (Lat:  $F(2,62)=17.77$ ;  $p=0.001$ ). Orta hattaki N1 dalga genliklerinin sol ve sağ taraftaki elektrot bölgelerindeki N1 dalgalarına oranla daha büyük olduğu görüldü (Lat için sırasıyla;  $F(1,31)=30.72$ ;  $p=0.001$ ,  $F(1,31)=28.48$ ;  $p=0.001$ ).

N1 dalga genliklerinin grup ve önden arkaya dağılım interaksyonu istatistiksel olarak anlamlı bulundu (Grup X AP:  $F(4,124)=6.63$ ;  $p=0.001$ ). Önden-arkaya dağılım ve lateral dağılım arasındaki interaksyon, grup ve lateral dağılım arasındaki interaksyon ile grup, önden-arkaya ve lateral dağılım arasındaki interaksyon

istatistiksel olarak anlamsız bulundu (sırasıyla: AP x Lat:  $F(2,62)= 0.56$ ;  $p>0.05$ , Grup x Lat:(8,248)= 1.68;  $p>0.05$ ,Grup x AP x Lat:  $F(8,248)=0.72$ ;  $p>0.05$ ).

**Çizelge 4.21. Görsel bas-basma paradigmasındaki basma uyarılarına yanıt olarak elde edilen N1 dalga genlikleri.** Çalışmamıza katılan 32 denekten; 5 farklı basma uyarı grubundan basma uyarılarına yanıt olarak elde edilen N1 dalgasına ait genlik değerleri  $\mu V$  cinsinden ortalama  $\pm$  standart sapma (SS) şeklinde verilmiştir.

N1 genlik	A-basma	B-basma	C-basma	D-basma	E-basma
F3	-3.19 $\pm$ 1.53	-1.69 $\pm$ 1.55	-3.25 $\pm$ 1.80	-1.65 $\pm$ 1.74	-1.72 $\pm$ 1.44
Fz	-3.47 $\pm$ 1.62	-1.99 $\pm$ 1.74	-3.75 $\pm$ 1.94	-1.98 $\pm$ 1.86	-1.96 $\pm$ 1.61
F4	-3.12 $\pm$ 1.63	-1.61 $\pm$ 1.61	-3.44 $\pm$ 1.94	-1.58 $\pm$ 1.71	-1.60 $\pm$ 1.49
C3	-2.06 $\pm$ 1.70	-0.93 $\pm$ 1.71	-2.20 $\pm$ 1.92	-1.10 $\pm$ 1.80	-1.15 $\pm$ 1.54
Cz	-2.50 $\pm$ 1.99	-1.35 $\pm$ 1.94	-2.78 $\pm$ 2.39	-1.42 $\pm$ 2.03	-1.46 $\pm$ 1.78
C4	-2.00 $\pm$ 1.88	-0.96 $\pm$ 1.76	-2.38 $\pm$ 2.00	-0.97 $\pm$ 1.88	-1.13 $\pm$ 1.61

#### 4.2.2.8. Basma N1 Dalga Latansı

Görsel bas-basma paradigması kullanılarak, 5 farklı basma uyarı grubunda basma uyarılarına karşı yanıt olarak elde edilen N1 dalgasına ait altı elektrot bölgesindeki latans değerleri Çizelge 4.22’de verilmiştir. Gruplar arasında N1 dalga latansının istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde değiştiği tespit edildi (Grup:  $F(4,124)= 59.32$ ;  $p=0.001$ ), (Çizelge 4.25, Şekil 4.18). B-basma grubuna ait N1 dalga latanslarının A-basma ve C-basma gruplarına göre anlamlı olarak küçük olduğu tespit edildi (Grup için sırasıyla:  $F(1,31) = 103.97$ ;  $p=0.001$ ,  $F(1,31) = 105.51$ ;  $p=0.001$ ). D-basma grubuna ait N1 dalga latanslarının C-basma grubundan elde edilen N1 dalga latanslarına göre anlamlı olarak küçük olduğu tespit edildi (Grup:  $F(1,31) = 65.51$ ;  $p=0.001$ ). D-basma grubuna ait N1 dalga latanslarının, diğer 4 gruptan elde edilen N1 latanslarının ortalamasından küçük olduğu görüldü (Grup için:  $F(1,31) = 20.38$ ;  $p=0.001$ ). B-basma grubuna ait N1 dalga latanslarının, A-basma, C-basma ve E-basma gruplarının ortalamasına göre küçük olduğu tespit edildi (Grup:  $F(1,31) = 102.74$ ;  $p=0.001$ ). E-basma grubuna ait N1 dalga latanslarının A-basma ve C-basma gruplarının ortalamasına göre küçük olduğu tespit edildi (Grup:  $F(1,31) = 77.61$ ;  $p=0.001$ ).



**Çizelge 4.22. Görsel bas-basma paradigmasındaki basma uyarılarına yanıt olarak elde edilen N1 dalga latansları.** Çalışmamıza katılan 32 denekten; 5 farklı basma uyarı grubundan basma uyarılarına yanıt olarak elde edilen N1 dalgasına ait latans değerleri ms cinsinden ortalama ± standart sapma (SS) şeklinde verilmiştir.

N1 latans	A-basma	B-basma	C-basma	D-basma	E-basma
F3	118.63±8.60	104.50±9.07	120.63±7.68	106.88±9.76	106.25±10.00
Fz	118.38±8.73	104.25±9.14	120.13±7.84	107.38±9.48	106.75±9.72
F4	119.63±8.52	105.00±9.75	121.25±8.41	107.25±10.13	106.75±10.28
C3	120.13±8.94	106.38±11.08	121.38±8.23	108.38±11.33	106.88±10.95
Cz	118.63±8.83	102.63±9.29	119.63±8.64	106.63±10.54	104.50±9.99
C4	120.25±9.25	106.00±10.90	121.25±8.65	108.63±11.32	108.13±10.92

N1 dalga latanslarının önden-arkaya dağılımları anlamlı değişim göstermiyordu (AP:  $F(1,31)=0.20$ ;  $p>0.05$ ). Lateral dağılımları ise anlamlıydı (Lat:  $F(2,62)=5.31$ ;  $p=0.007$ ). Sol ve sağ taraftaki elektrot bölgelerinden elde edilen N1 dalga latanslarının orta hat elektrot bölgelerinden elde edilen N1 dalga latanslarından büyük olduğu görüldü (sırasıyla;  $F(1,31)=7.18$ ;  $p=0.012$ ,  $F(1,31)=11.44$ ;  $p=0.002$ ).

N1 dalga latanslarının; grup ve önden arkaya dağılım interaksiyonu, grup ve lateral dağılım interaksiyonu ile grup, önden arkaya dağılım ve lateral dağılım arasındaki interaksiyonda istatistiksel olarak bir anlamlılık tespit edilmedi (sırasıyla; Grup x AP:  $F(4,124)=0.24$ ;  $p>0.05$ , Grup x Lat:  $F(8,248)=0.42$ ;  $p>0.05$ , Grup x AP x Lat:  $F(8,248)=1.44$ ;  $p>0.05$ ). Önden arkaya dağılım ve lateral dağılım arasındaki interaksiyonda ise anlamlılık tespit edildi (AP X Lat:  $F(2,62)=8.66$ ;  $p=0.001$ ).

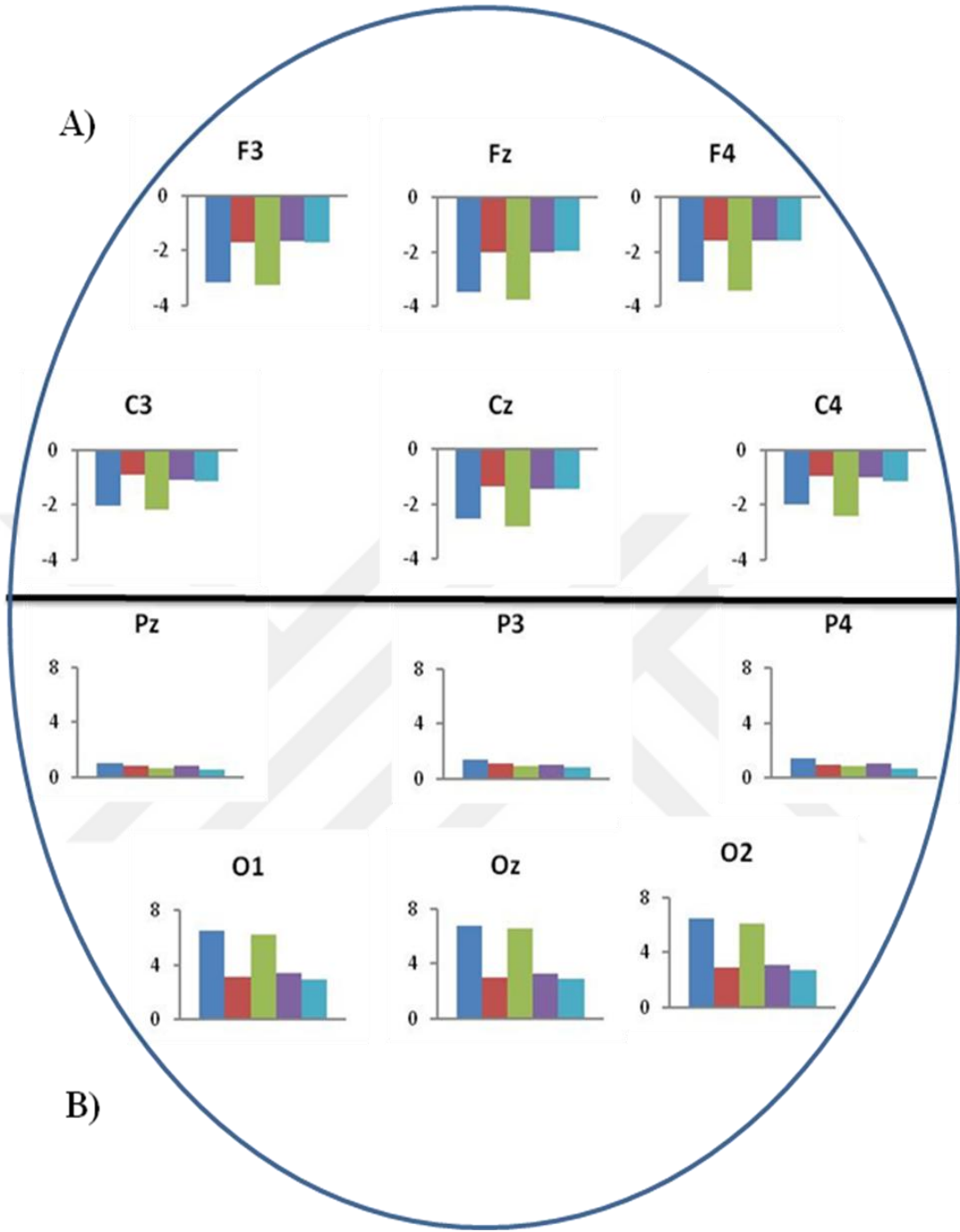
#### 4.2.2.9. Basma P1 Dalga Genliği

Çalışmamıza katılan 32 denekten, 5 farklı basma uyarı grubunda basma uyarılarına karşı yanıt olarak elde edilen P1 dalgasına ait altı elektrot bölgesindeki genlik değerleri Çizelge 4.23'de verilmiştir. Basma grupları arasında P1 dalga genliğinin istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde değiştiği tespit edildi (Grup:  $F(4,124)=19.19$ ;  $p=0.001$ ), (Çizelge 4.25, Şekil 4.17). B-basma grubuna ait P1 dalga genliklerinin A-basma ve C-basma grubundan elde edilen P1 dalga genliklerine göre anlamlı bir şekilde daha küçük olduğu tespit edildi (Grup için sırasıyla:  $F(1,31)=27.54$ ;  $p=0.001$ ,  $F(1,31)=16.27$ ;  $p=0.001$ ). D-basma grubuna ait P1 dalga genliklerinin; C-

basma grubundan elde edilen P1 dalga genliklerinden anlamlı olarak küçük olduğu tespit edildi (Grup için:  $F(1,31)=18.77$ ;  $p=0.001$ ). D-basma grubuna ait P1 dalga genliklerinin diğer 4 basma grubuna ait P1 dalga genliklerinin ortalamasına göre daha küçük olduğu görüldü (Grup:  $F(1,31)=12.06$ ;  $p=0.002$ ). B-basma grubuna ait P1 dalga genliklerinin A-basma, C-basma ve E-basma gruplarından elde edilen P1 dalga genliklerinin ortalamasından daha küçük olduğu görüldü (Grup:  $F(1,31)=18.13$ ;  $p=0.001$ ). E-basma grubuna ait P1 dalga genliklerinin A-basma ve C-basma gruplarından elde edilen P1 dalga genliklerinin ortalamasından daha küçük olduğu görüldü (Grup:  $F(1,31)=25.99$ ;  $p=0.001$ ). E-basma grubuna ait P1 genlikleri C-basma grubundan elde edilen P1 genliklerinden anlamlı olarak daha küçüktü (Grup:  $F(1,31)=20.18$ ;  $p=0.001$ ).

P1 dalga genliklerinin önden-arkaya dağılımları anlamlı olarak değişim gösteriyordu (AP:  $F(1,31)=51.96$ ;  $p=0.001$ ). Oksipital bölgelerden elde edilen P1 dalga genliklerinin pariyetal bölgelerden elde edilen P1 dalga genliklerine göre daha büyük olduğu görüldü (AP için:  $F(1,31)=51.96$ ;  $p=0.001$ ).

P1 dalga genliklerinin lateral dağılımları anlamlı olarak değişim göstermiyordu (Lat:  $F(2,62)=0.38$ ;  $p>0.05$ ). P1 dalga genliklerinin grup ve önden arkaya dağılım arasındaki interaksiyon, önden-arkaya ve lateral dağılımları arasındaki interaksiyon ile grup, önden-arkaya ve lateral dağılımları arasındaki interaksiyon istatistiksel olarak anlamlı bulundu (sırasıyla; Grup x AP:  $F(4,124)=43.57$ ;  $p=0.001$ , AP x Lat:  $F(2,62)=4.73$ ;  $p=0.019$ , Grup x AP x Lat:  $F(8,248)=4.45$ ;  $p=0.003$ ). Grup ile lateral dağılımları arasındaki interaksiyon ise anlamsızdı.



**Şekil 4.17. Görsel bas-basma paradigmasındaki basma uyarılarına yanıt olarak elde edilen N1 ve P1 dalga genliklerinin topografik görünümü.** Çalışmamıza katılan 32 denekten; 5 farklı basma uyarı grubundan basma uyarılarına yanıt olarak elde edilen A) N1 ve B) P1 dalgalarına ait  $\mu V$  cinsinden ortalama genlik değerlerinin altı elektrot bölgesindeki topografik görünümü.

**Çizelge 4.23. Görsel bas-basma paradigmasındaki basma uyarılarına yanıt olarak elde edilen P1 dalga genlikleri.** Çalışmamıza katılan 32 denekten; 5 farklı basma uyarı grubundan basma uyarılarına yanıt olarak elde edilen P1 dalgasına ait genlik değerleri  $\mu\text{V}$  cinsinden ortalama  $\pm$  standart sapma (SS) şeklinde verilmiştir.

P1 genlik	A-basma	B-basma	C-basma	D-basma	E-basma
P3	1.39 $\pm$ 2.39	1.10 $\pm$ 2.32	0.92 $\pm$ 2.52	1.04 $\pm$ 2.23	0.80 $\pm$ 2.27
Pz	1.05 $\pm$ 2.68	0.87 $\pm$ 2.46	0.62 $\pm$ 2.92	0.79 $\pm$ 2.60	0.53 $\pm$ 2.44
P4	1.41 $\pm$ 2.40	0.97 $\pm$ 2.25	0.90 $\pm$ 2.49	1.10 $\pm$ 2.58	0.67 $\pm$ 2.36
O1	6.49 $\pm$ 3.92	3.09 $\pm$ 3.74	6.25 $\pm$ 3.80	3.43 $\pm$ 3.57	2.92 $\pm$ 3.73
Oz	6.80 $\pm$ 3.93	2.99 $\pm$ 3.62	6.58 $\pm$ 3.75	3.31 $\pm$ 3.61	2.91 $\pm$ 3.53
O2	6.47 $\pm$ 4.00	2.91 $\pm$ 3.50	6.16 $\pm$ 3.73	3.09 $\pm$ 3.53	2.76 $\pm$ 3.46

#### 4.2.2.10. Basma P1 Dalga Latansı

Görsel bas-basma paradigması kullanılarak, 5 farklı basma uyarı grubunda basma uyarılarına karşı yanıt olarak elde edilen P1 dalgasına ait altı elektrot bölgesindeki latans değerleri Çizelge 4.24'de verilmiştir. Basma grupları arasında P1 dalga latansının istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde değiştiği tespit edildi (Grup:  $F(4,124) = 44.98$ ;  $p=0.001$ ), (Çizelge 4.25, Şekil 4.18). B-basma grubuna ait P1 dalga latanslarının A-basma ve C-basma gruplarına göre anlamlı olarak küçük olduğu tespit edildi (sırasıyla:  $F(1,31) = 64.55$ ;  $p=0.001$ ;  $F(1,31) = 63.20$ ;  $p=0.001$ ). D-basma grubuna ait P1 dalga latanslarının C-basma ve E-basma gruplarına göre anlamlı olarak küçük olduğu tespit edildi (sırasıyla:  $F(1,31) = 73.04$ ;  $p=0.001$ ,  $F(1,31) = 5.49$ ;  $p=0.026$ ). D-basma grubuna ait P1 dalga latanslarının, diğer 4 gruptan elde edilen P1 dalga latanslarının ortalamasından küçük olduğu görüldü (Grup:  $F(1,31) = 50.80$ ;  $p=0.001$ ). B-basma grubuna ait P1 dalga latanslarının, A-basma, C-basma ve E-basma gruplarının ortalamasına göre küçük olduğu tespit edildi (Grup:  $F(1,31) = 54.33$ ;  $p=0.001$ ). E-basma grubuna ait P1 dalga latanslarının, A-basma ve C-basma gruplarının ortalamasına göre küçük olduğu tespit edildi (Grup:  $F(1,31) = 47.48$ ;  $p=0.001$ ). E-basma grubuna ait P1 dalga latanslarının C-basma grubuna ait P1 dalga latanslarından küçük olduğu görüldü (Grup:  $F(1,31) = 45.20$ ;  $p=0.001$ ).

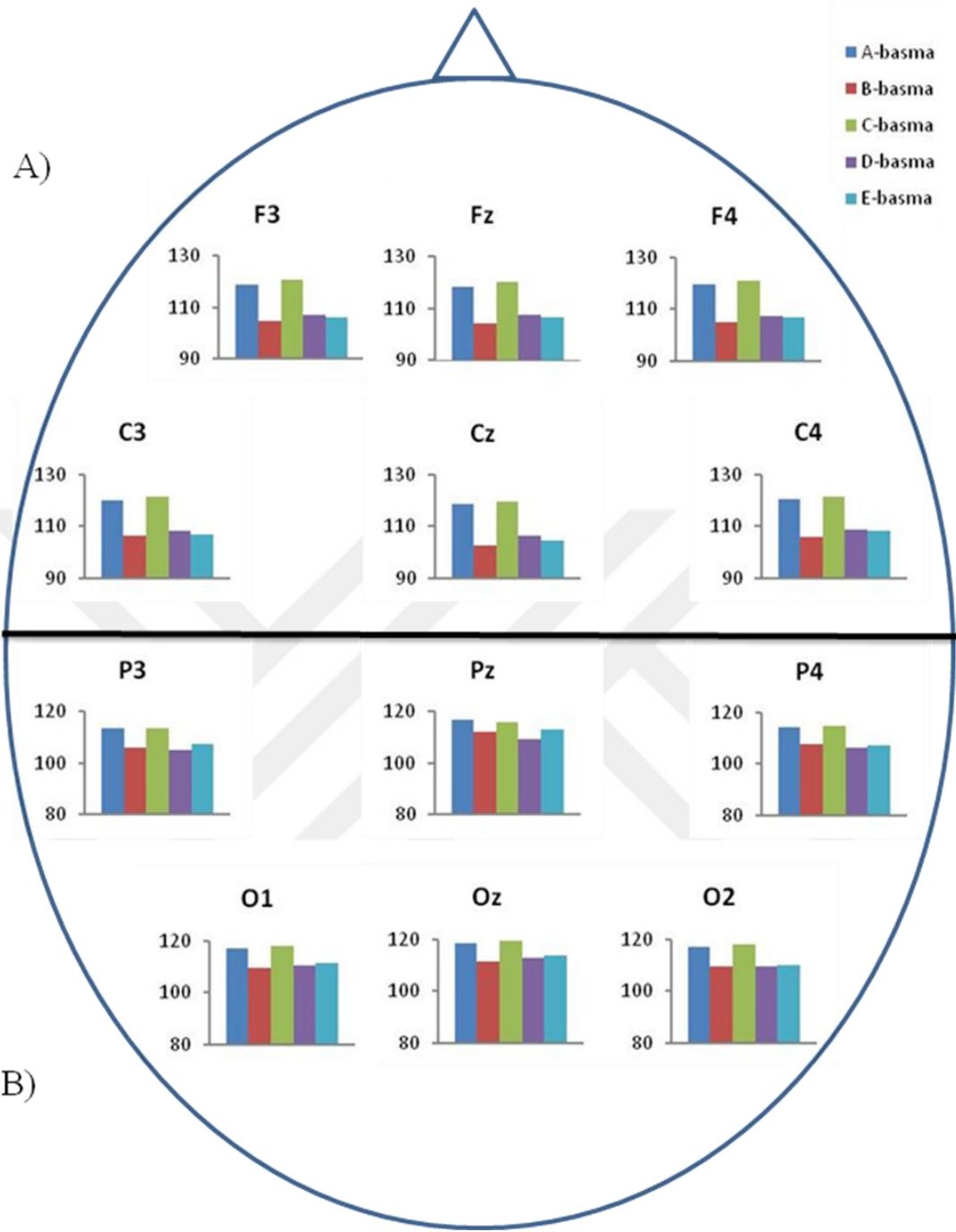
P1 dalga latanslarının önden-arkaya dağılımları anlamlı olarak değişim gösteriyordu (AP:  $F(1,31)=6.10$   $p=0.019$ ). Oksipital bölgelerden elde edilen P1 dalga

latanslarının pariyetal bölgelerden elde edilenlere göre daha büyük olduğu tespit edildi (AP için:  $F(1,31)=6.10$ ;  $p=0.019$ ). P1 dalga latanslarının lateral dağılımları da anlamlı olarak değişim gösteriyordu (Lat:  $F(2,62)=11.39$ ;  $p=0.001$ ). Orta hattan elde edilen P1 dalga latanslarının sol ve sağ taraf elektrot bölgelerinden elde edilen P1 dalga latanslarına göre anlamlı olarak daha büyük olduğu tespit edildi (sırasıyla;  $F(1,31)=30.72$ ;  $p=0.001$ ,  $F(1,31)=13.66$ ;  $p=0.001$ ).

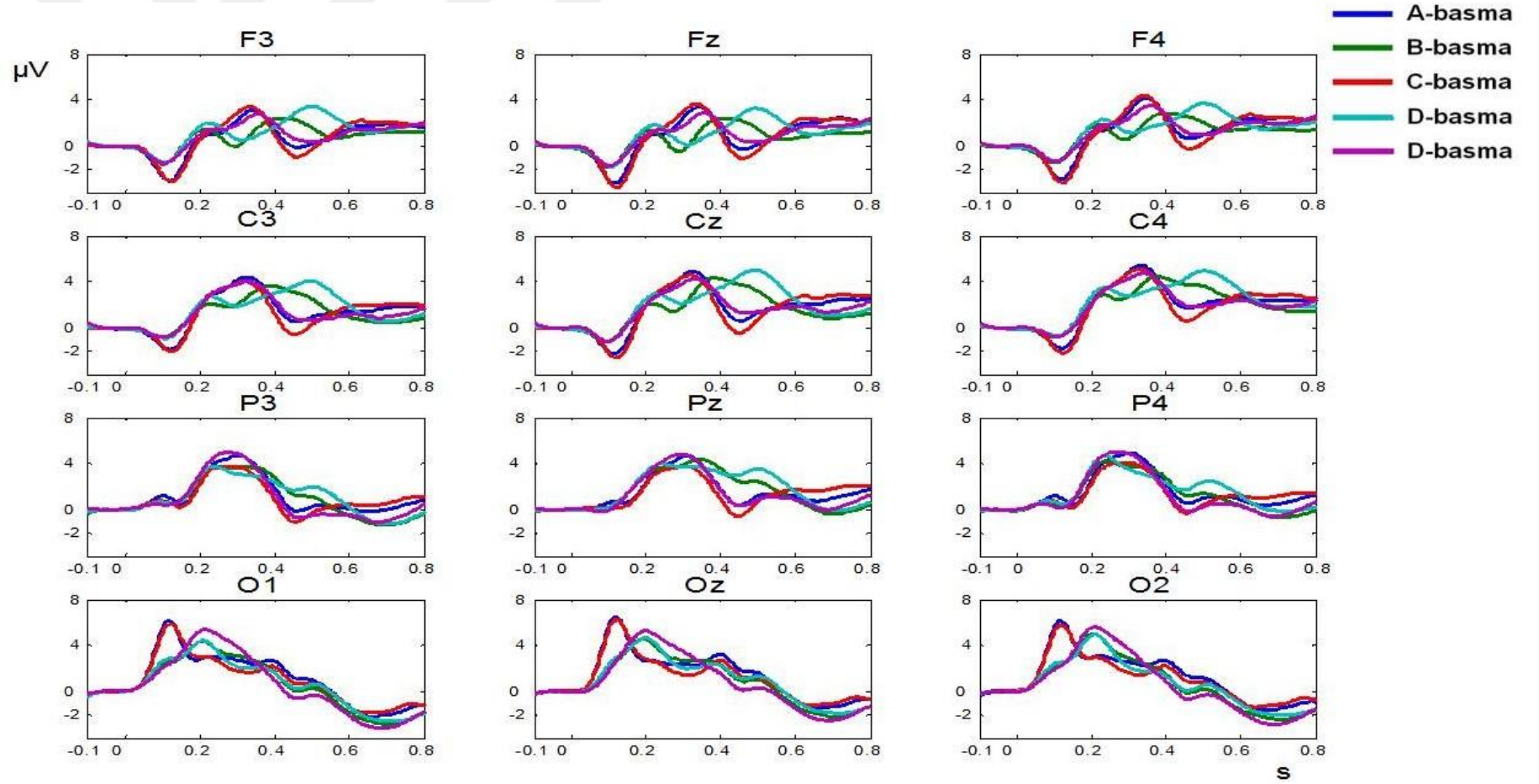
**Çizelge 4.24. Görsel bas-basma paradigmasındaki basma uyarılarına yanıt olarak elde edilen P1 dalga latansları.** Çalışmamıza katılan 32 denekten; 5 farklı basma uyarı grubundan basma uyarılarına yanıt olarak elde edilen P1 dalgasına ait latans değerleri ms cinsinden ortalama  $\pm$  standart sapma (SS) şeklinde verilmiştir.

P1 latans	A-basma	B-basma	C-basma	D-basma	E-basma
<b>P3</b>	113.63 $\pm$ 8.06	106.13 $\pm$ 11.18	113.50 $\pm$ 8.49	105.00 $\pm$ 10.56	107.50 $\pm$ 11.62
<b>Pz</b>	116.75 $\pm$ 9.61	112.25 $\pm$ 11.17	116.00 $\pm$ 9.85	109.25 $\pm$ 11.74	113.38 $\pm$ 10.59
<b>P4</b>	114.50 $\pm$ 8.61	107.88 $\pm$ 11.91	115.00 $\pm$ 8.86	106.38 $\pm$ 11.67	107.13 $\pm$ 11.88
<b>O1</b>	117.00 $\pm$ 7.94	109.63 $\pm$ 11.12	118.13 $\pm$ 7.87	110.50 $\pm$ 10.74	111.50 $\pm$ 10.93
<b>Oz</b>	118.50 $\pm$ 7.59	111.63 $\pm$ 10.53	119.25 $\pm$ 7.96	113.00 $\pm$ 10.16	113.63 $\pm$ 9.90
<b>O2</b>	117.13 $\pm$ 7.55	109.50 $\pm$ 11.02	118.13 $\pm$ 8.25	109.38 $\pm$ 11.02	109.88 $\pm$ 11.22

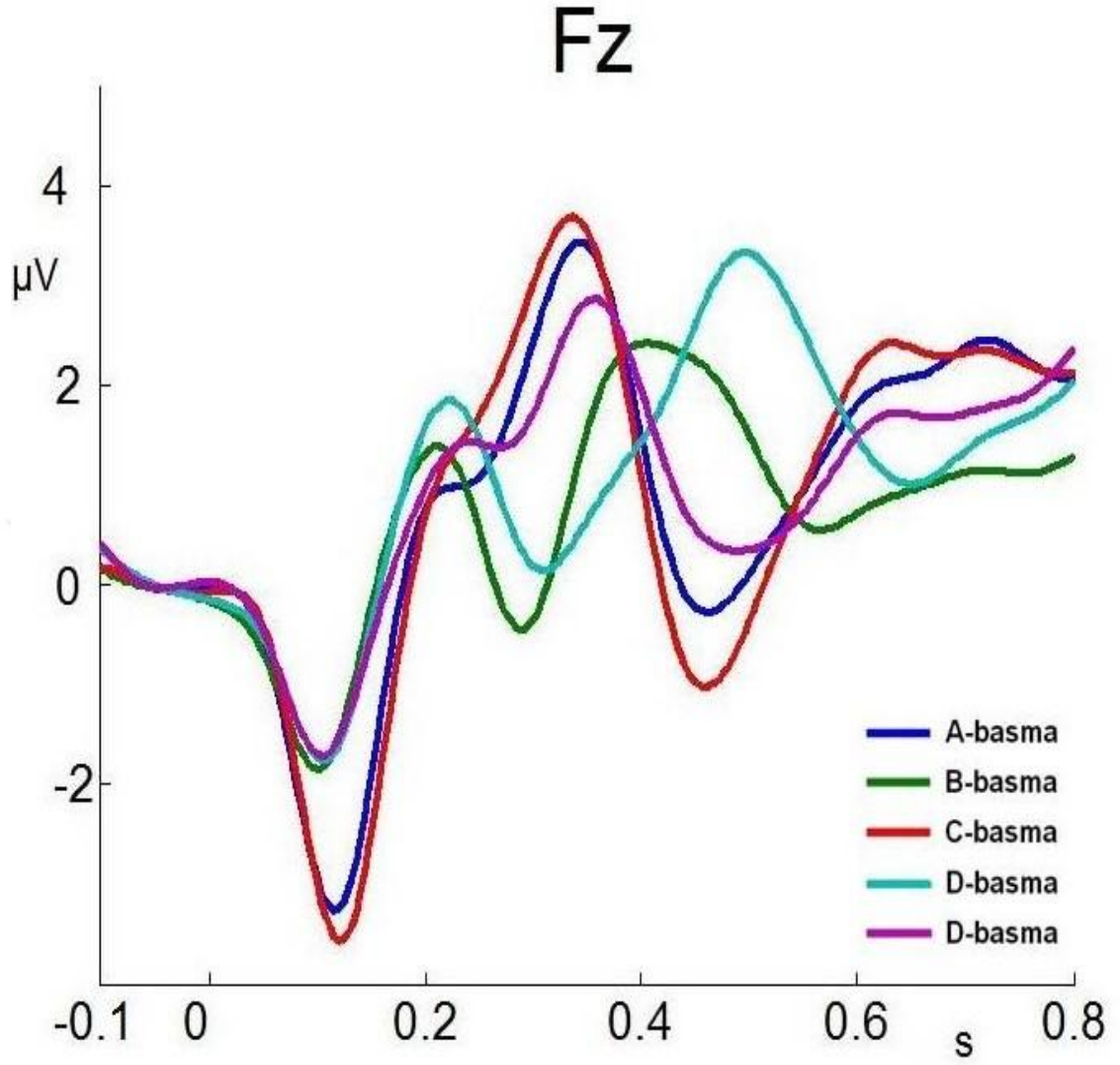
P1 dalga latanslarının grup ve önden arkaya dağılım arasındaki interaksiyon, grup ve lateral dağılım arasındaki interaksiyon, önden arkaya dağılım ve lateral dağılım arasındaki interaksiyon ile grup, önden arkaya dağılım ve lateral dağılım arasındaki interaksiyonda istatistiksel olarak anlamlılık tespit edilmedi (sırasıyla; Grup x AP:  $F(4,124)=0.96$ ;  $p>0.05$ , Grup x Lat:  $F(8,248)=2.05$ ;  $p>0.05$ , AP x Lat:  $F(2,62)=2.72$ ;  $p>0.05$ , Grup x AP x Lat:  $F(8,248)=0.63$ ;  $p>0.05$ ).



**Şekil 4.18. Görsel bas-basma paradigmasındaki basma uyarılarına yanıt olarak elde edilen N1 ve P1 dalga latanslarının topografik görünümü.** Çalışmamıza katılan 32 denekten; 5 farklı basma uyarı grubundan basma uyarılarına yanıt olarak elde edilen A) N1 ve B) P1 dalgalarına ait ms cinsinden ortalama latans değerlerinin altı elektrot bölgesindeki topografik görünümü.



**Şekil 4.19. Basma uyarılarına yanıt olarak elde edilen OİP bileşenlerin 12 elektrot bölgesindeki büyük ortalamaları.** Çalışmamıza katılan 32 denekten, 5 farklı basma uyarısına karşı elde edilen yanıtlardaki OİP bileşenlerinin 12 elektrot bölgesindeki büyük ortalamaları.



**Şekil 4.20. Basma uyarılarına yanıt olarak elde edilen OİP bileşenlerinin Fz elektrot bölgesindeki büyük ortalamaları.** Çalışmamıza katılan 32 denekten, 5 farklı basma uyarısına karşı elde edilen yanıtlardaki OİP bileşenlerinin Fz elektrot bölgesindeki büyük ortalamaları.



**Çizelge 4.25. Görsel bas-basma paradigmasındaki basma uyarılarının P3, N2, P2, N1 ve P1 dalgaları üzerine etkilerinin ANOVA testi ile analizi sonucu elde ettiğimiz veriler.** Çalışmamızda kullandığımız görsel bas-basma paradigmasındaki basma uyarılarının P3, N2, P2, N1 ve P1 dalgalarının genlik ve latansları üzerine olan etkileri tekrarlayan ölçümler için ANOVA testi ile analiz edilmiş olup test edilen faktörlere ait serbestlik dereceleri ve basma uyarılarına yanıt olarak açığa çıkan dalgalara ait F değerleri ile anlamlı bulunan p değerleri ( $p < 0,05$ ) özet olarak verilmiştir.

Faktör (serbestlik derecesi)	P3				N2				P2				N1				P1			
	Genlik		Latans		Genlik		Latans		Genlik		Latans		Genlik		Latans		Genlik		Latans	
	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P	F	P
<b>Grup (4,124)</b>	2.87	0.045	2098.24	0.001	5.22	0.005	1020.06	0.001	5.54	0.006	6.50	0.003	15.72	0.001	59.32	0.001	19.19	0.001	44.98	0.001
<b>AP (3,93)</b>	10.77	0.001	10.87	0.001	8.45	0.003	2.75	-	7.84	0.004	11.35	0.001	27.37	0.001	0.20	-	51.96	0.001	6.10	0.019
<b>LAT (2,62)</b>	4.97	0.010	5.56	0.006	4.23	0.024	0.29	-	3.03	-	11.60	0.001	17.77	0.001	5.31	0.007	0.38	-	11.39	0.001
<b>Grup x AP (12,372)</b>	7.89	0.001	4.91	0.001	10.25	0.001	1.47	-	13.23	0.001	2.79	0.018	6.63	0.001	0.24	-	43.57	0.001	0.96	-
<b>GrupxLAT (8,248)</b>	5.76	0.001	1.87	-	2.02	-	1.64	-	3.38	0.001	1.04	-	1.68	-	0.42	-	0.45	-	2.05	-
<b>AP x LAT (6,186)</b>	7.54	0.001	3.99	0.001	1.10	-	3.04	0.015	0.49	-	1.42	-	0.56	-	8.66	0.001	4.73	0.019	2.72	-
<b>GrupxAPx AT(24,744)</b>	4.36	0.001	1.59	-	7.55	0.001	3.25	0.001	2.45	0.014	1.30	-	0.72	-	1.44	-	4.45	0.003	0.63	-

## 5. TARTIŞMA

İnsanlar düşünce ve davranışlarında adaptasyon gerektiren yeni durumlara son derece esnek ve kolay bir şekilde adapte olurlar. Bu adaptasyonu sağlayan süreçlerin toplamı genellikle bilişsel kontrol olarak tanımlanır. Bu önemli süreçlerden biri de inhibisyonudur. İnhibitör kontrol; düşünceleri, davranışları ve alakasız uyarınları başarılı bir şekilde baskılayabilme yeteneğine denir (87). İnhibisyon gündelik hayatın pek fark edilmeyen bir komponentindir. Örneğin trafikte kırmızı ışık yanarken karşıya geçmeyi düşündüğümüz anda, yeşil ışığın yanmasıyla birlikte arabaların hareket ettiğini görmemiz ve karşıya geçme eğilimimizi durdurmamız inhibisyonun günlük yaşamda çok önemli olduğunu göstermektedir. Günlük yaşantımız sırasında karşılaştığımız olayların birçoğu beklenmedik bir şekilde meydana gelmezler. Karşılaştığımız bir olay, bir sonraki davranışımızı etkileyen temel bir belirleyicidir. Bu nedenle beklenen olayların tekrarlanması kişi için bir sürpriz niteliği taşımamaktadır. Bu tür yüksek olasılıkla ilişkili olaylara karşı oluşan beyin yanıtı, EEG’de yavaş dalgalanmalar şeklinde görülür. Bu dalgalanmalar kişinin genel uyarılabilirlik düzeyini (arousal state) değiştirerek kişinin vereceği bir sonraki yanıtın büyüklüğünde değişikliğe yol açarlar. Bu çalışmamızda, ödev zorluğunun inhibitör yanıtlar üzerine olan direkt etkilerinin yanı sıra aktivatör süreçler üzerine olan indirekt etkilerini de inceledik.

Beyinde başarılı bir inhibitör motor yanıt için en önemli yapı inferior frontal korteks, özellikle sağ inferior frontal korteks bölgesidir (87). İ inferior frontal korteks bölgesinin bazal ganglionlardan çıkan iletiyi durdurduğu ve bu sayede başlatılan yanıtı engellediği öne sürülmüştür (107). Son yıllarda beyindeki inhibitör süreçlerin araştırılmasıyla çok sayıda çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalarda inhibitör süreçlerin araştırılmasında kullanılan temel paradigmalardan biri de bas-basma (Go-NoGo) paradigmasıdır (74, 108, 109). Bas-basma paradigması inhibitör sürece dair güvenilir bir indeks olarak kabul edilmektedir (110). Stop sinyal paradigmasında her bas uyarından sonra bir stop sinyali gelir. Biz çalışmamızda inhisiyonun yanı sıra N2 dalgasının yanıt çatışması üzerine olan etkilerini de incelemek istediğimiz için, bas ve

basma uyarıları arasında çekişmeyi arttıracak bir uyarılar dizisi oluşturduk. Ve oluşturduğumuz paradigmada basma uyarı oranı bas uyarı oranından daha fazla olacağı için bas-basma paradigmasını kullanmayı tercih ettik. OİP'ler ile ilişkili çalışma yapan pek çok araştırmacı bas-basma testini kullanarak elde edilen OİP parametrelerinden P3 ve N2'nin frontal inhibisyon mekanizması ile ilişkili olduğunu savunmaktadır. Ayrıca bas-basma paradigması soyutluğun etkili bir şekilde ölçülmesinde ve nesne kategorizasyonunda, örneğin 2 farklı gruptan oluşan (resim grubu- hayvan grubu gibi) farklı uyarı tiplerinin kategorizasyonunda kullanılmaktadır (111, 112, 113). Paradigma içerisinde inhibisyonu indükleyen basma ödevi ve aktivasyona neden olan bas ödevinin uygulanma sıklığı deneyin amacına göre 0.8 ile 0.2 arasında değişkenlik göstermektedir. Bizim çalışmamızda bas-basma oranı literatürle uyumlu olarak belirlendi (7, 114, 115). Bas uyarısına karşı bireyin istemli olarak yanıt vermesi gerekirken basma uyarısına yanıt vermemesi gerekmektedir. Birey için basma yanıtı daha zordur. Basma yanıtı ile elde edilen N2 ve P3 dalga bileşenlerinin beyindeki inhibitör süreçler ile daha fazla ilgili olduğu düşünülmektedir. N2 potansiyeli, yanıtın istemli olarak inhibe edildiği basma uyarılarına karşı daha büyük genlikli olarak elde edilmesi nedeni ile yanıt inhibisyonu veya yanıtlar arasındaki seçim veya çatışmayı yansıttığı ileri sürülmektedir (7, 109).

Hem basma-N2 hem de basma-P3 potansiyelleri fronto-santral beyin bölgelerinde en büyük genlikli olarak elde edilirler. N2 dalgasını takiben oluşan P3 hem bas hem de basma uyarılarına karşı ortaya çıkmaktadır ancak basma-P3, bas-P3'e göre daha büyük genliklidir. Basma P3'ün fronto-santral bölgelerde en büyük genlikli olarak elde edilmesi basma uyarılarına karşı oluşan yanıtın öne kayması (NGA: NoGo Anteriorization) olarak ifade edilmektedir. Basma P3'ün yanıtının orbitofrontal ve anterior singulat korteksten kaynaklandığı öne sürülmektedir. Basma-P3 yanıtının aksine bas-P3 potansiyeli beyindeki aktivatör süreçlerin bir göstergesidir (116, 117). Santro-pariyetal yayımlı olan bas-P3 potansiyeli klasik oddball-P3 yanıtı ile aynı karakteristik özellikleri taşır ve hedef uyarıların tanımlanma süreçlerinin bir göstergesi olarak kabul edilir (118).

Bas-basma paradigmasındaki uyarıların sunum parametrelerindeki değişikliklerin bas ve basma yanıtı üzerine etkileri daha önce yapılan çalışmalarda incelenmiştir. Uyarı süreleri (119), uyarı arası süre (UAS) (120), uyarıların

bölgesel ya da total sıklıklarının (121) inhibisyon ve aktivasyon yanıtları üzerine etkileri üzerinde araştırmalar yapılmıştır. Çok farklı deneysel düzeneklerle nötral ya da emosyonel içerik taşıyan duysal uyaranlar kullanılarak ödev zorluğu oluşturulmuştur. Yapılan çalışmalarda ödev zorluğunun OİP bileşenleri üzerine olan etkileri hususunda farklı sonuçlar bildirilmiştir. Deneklere verilen görsel uyaranların ödev zorluğu arttırıldıķça basma-P3'ün genliğinde azalma ve latansında uzama gözlenirken, basma-N2 yanıtının ödev zorluğundan anlamlı oranda etkilenmediği bildirilmiştir (122, 123). Ödev zorluğu ile ilgili diğer bir çalışmada zorluk derecesi arttırıldıķça basma-N2'nin genliği artmış ve latansı uzamıştır. Basma-P3'ün genliğinde de azalma olduğu gözlenmiştir (124).

İnhibisyonu değerlendirmek amacıyla kullanılan bas-basma paradigması görsel ya da işitsel olarak kullanılmaktadır. Ancak yapılan bazı çalışmalar işitsel uyaran kullanılarak elde edilen N2 potansiyelinin ya çok küçük olduğunu göstermektedir (109, 125). Biz de bu nedenden dolayı ödev zorluğunun inhibisyon üzerine olan etkilerini daha net bir şekilde değerlendirebilmek için görsel bas-basma paradigmasını kullanmayı tercih ettik.

Çalışmamızda 5 farklı basma uyararı kullanılarak bunların zorluk derecesi; deneklerin basma uyararına yanıt vermemeleri gerekirken yanıt verdikleri durumu ifade eden komisyon hataları göz önünde tutularak sınıflandırma yapıldı. Buna göre D- basma uyararı; en zor, B basma uyararı grubu; zor, A-basma, C-basma, E-basma uyararları ise kolay olmak üzere zorluk derecesi sınıflaması yapıldı. Bas-basma paradigması kullanarak elde ettiğimiz OİP bileşenlerinden P3, N2, P2, N1 ve P1 dalgalarının genlik ve latans ölçümleri yapılarak değerlendirmeler genlik ve latanstaki değişimler temel alınarak yapıldı.

## **5.1. Basma OİP Bileşenleri**

Basma P3 potansiyeli frontosantral beyin bölgelerinde en büyük genlikli olarak elde edilirler (109). Literatürle uyumlu olarak bizde çalışmamızda basma P3 dalgasını en büyük genlikli olarak santral bölgelerde elde ettik. Görsel harf uyarısı kullanılarak yapılan bir çalışmada da basma P3 santral bölgelerde en büyük genlikli olarak elde

edilmiştir (107). Basma uyarılarının aksine bas uyarılarına yanıt olarak elde edilen P3 potansiyelini literatürle uyumlu olarak pariyetal bölgelerden maksimum genlikli olarak elde ettik. Yanıtın pariyetal bölgelerden frontosantral olmak üzere anterior beyin bölgelerine kayması (anterizasyon) bize daha öncede bas-basma paradigması kullanılarak yapılan inhibisyon çalışmalarında elde edilen bir sonucu doğrulamamızı sağladı (116). Bazı araştırmalar bas P3'e kıyasla daha anterior bir basma P3'ün oluşmasını nedeniyle basma P3 potansiyelinin inhibitör süreci yansıttığını ön görmüşlerdir (100, 126, 127). Bu öngörü yapılan çalışmalar ve bizim yaptığımız çalışmayla desteklemek mümkündür. Ödev ilişkili OİP komponentlerinin, ödev zorluğundan etkilendiği bilinmektedir. Özellikle pariyetal P3 kolay görevlere kıyasla zor görevlerde ertelenir ve genliği çoğu zaman azalır. (128, 129). Bizim çalışmamızda basma P3 dalga genliği; 5 farklı basma uyarı, 3 farklı ödev zorluğu derecesine göre gruplandırıldığında zor olan ödevde verilen yanıtlardaki P3 genliği ile kolay olan ödevde verilen yanıtlardaki P3 genliği birbirinden farklıdır. Zor olan ödevde genlik azalmıştır. En zor olan ödev ile zor olan ödev arasında anlamlı bir fark olmamasına rağmen ödev zorluğu arttıkça genlikler azalmaktadır. Basma P3 dalga latanslarının ise ödev zorluğuyla birlikte kademeli olarak uzadığını tespit ettik. Benzer sonuçları Gajewski ve ark. (123) yaptıkları çalışmada ödev zorluğu ile birlikte basma-P3 dalga genliğinde azalma, latansında ise uzama olduğunu tespit etmişlerdir. Maguire ve ark.(122) %80/20 (bas/basma) oranında tasarladıkları kavramsal semantik zorluk içeren bas basma paradigması ile ödev zorluğunun etkileri araştırmışlardır. Ödevlerinde semantik işleme seviyesinde artış yaparak ödev zorluğunu manipüle etmişlerdir. 1. ödevde bas uyarı bir araba imajı iken basma uyarı bir köpek imajıdır. 2. ödevde ise (multiple condition) arabaların ve köpeklerin farklı görüntüleri ile ilişkilendirme yapılmıştır. Son olarak semantik ödevde ise bas denemeleri farklı kategorilerden geniş bir obje grubundan oluşmakta, basma denemeleri ise geniş bir hayvan grubundan oluşturulmuştur. Bu paradigma ile elde edilen sonuçlar basma P3 dalga genliğinin artan ödev zorluğu ile azaldığını göstermektedir. Deneklerin belli bir süre içerisinde yanıt vermeleri gereken bir çalışmada reaksiyon zamanı kısıtlaması (reaksiyon time deadline) uygulanarak ödev zorluğu manipüle edilmiştir. En zor ödev deneklerin yanıt verme sürelerinin en kısa olduğu ödev olarak belirlenmiştir. Diğer iki ödevde ise reaksiyon zamanı daha da

arttırılarak zor ve kolay ödevler belirlenmiştir. Çalışmada ödev zorluğu arttırıldığında basma P3 potansiyelinin genliğinde azalma olduğu tespit edilmiştir (124).

Bu sonuçlar bize P3 dalga genliğinin ödev zorluğundan etkilendiğini ve basma P3 potansiyel genliğinin artan ödev zorluğuyla birlikte azalmasının inhibisyonun zorlaştığını ve bir işareti olduğunu göstermektedir. Basma P3 dalga latansları en zor ödev olan D-basma grubunda daha büyük, zor olan B-basma grubunda büyük, kolay olan A, C, E-basma gruplarında arasında ise daha küçüktür. Bu sonuçlar bize ödev zorluğunun artması ile birlikte P3 dalga latanslarında uzama olduğunu göstermektedir.

Kullandığımız paradigmada basma uyarılarının oranının bas uyarılarına göre daha fazla olması bu oranlar ile gerçekleşen inhibisyon derecesinin düşük olabileceği düşüncesine sebep olabilir. Ancak sonuçlarımız inhibisyon durumunda gerçekleştiği düşünülen ‘basma anterizasyonunu’ göstermekte, bu durumda da yeterli bir inhibisyon seviyesine ulaştığımızı düşünmekteyiz. Ayrıca tasarladığımız paradigmada basma uyarılarımız bas uyarısına göre içerik ve/veya şekil olarak farklılık göstermesi basma uyarıları ve bas uyarıları arasında bir çekişme meydana getirecektir. Yanıt çatışmasının; düşük frekans yanıtlarını gerektiren alışlagelmiş ya da basmakalıp yanıtların üretildiği bağlamlarda daha büyük olduğu düşünülmektedir (121, 130). Ancak biz sonuçlarımız doğrultusunda yanıt çatışmasını arttırmak için bas ve basma uyarıları arasındaki ayırt etme derecesinin de çok önemli bir faktör olduğunu düşünmekteyiz. Basma N2 potansiyeli ile ilişkili iki teori üzerinde sıklıkla durulmaktadır. İlk teori; N2'nin komplike uyarı-yanıt ödevlerinde uzatılmış bir prematüre yanıt planının inhibisyonunu yansıttığını savunurken (109, 131), ikinci teori ise bas ve basma yanıt eğilimleri arasındaki yanıt çatışmasına işaret ettiğini savunur (7, 132). Eğer üzerinde en çok tartışma yapılan N2 potansiyeli yanıt çatışmasını yansıtıyorsa, bas uyarılarını basma uyarılarından ayırt etmenin zorluk derecesi arttıkça, bas ve basma uyarıları arasındaki çekişme artacaktır. Çalışma sonunda elde ettiğimiz sonuçlar ile kurduğumuz hipotezin uyumlu olduğunu gördük. Basma uyarısının zorluk derecesi arttığında; bas ile basma uyarı arasındaki çekişmenin bir sonucu olarak hem N2 dalga genliğinde artış, hem de latansında uzama tespit ettik. N2'nin latansının uzaması basma uyarılarının ayırt edilmesindeki zorluğu göstermektedir. Latans; uyarıların kategorize edilme süresini yansıtmaktadır. N2 potansiyelinin; genliğindeki ve latansındaki değişimleri de birlikte el aldığımızda, N2 potansiyeli inhibitör süreçlerin bir göstergesi değil, yanıt

çatışmasının bir göstergesi olduğunu düşünmekteyiz. Bu alanda yapılan çalışmalar N2 potansiyelinin inhibisyonu değil yanıt çatışmasını yansıttığı fikrini desteklemektedir (7, 132). Maguire ve ark. yukarıda bahsedilen çalışmalarında N2 potansiyelinin ödev zorluğundan etkilenmediğini ve inhibitör sürecin bir göstergesi olduğunu bildirmişlerdir (122). Ancak bu çalışmada bizim çalışmamızdan farklı olarak ödev zorluğu konseptual-semantic kategorizasyona dayandırılarak manipüle edilmiştir. Diğer bir çalışmada ise ödev zorluğunun artması ile birlikte sonuçlarımızla uyumlu olarak N2 genliğinde artış tespit edilmiştir (124).

İnhibisyon çalışmalarında üzerinde sıklıkla durulan OİP bileşenleri N2 ve P3'tür. Çalışmamızda, basma P2 genliği ödev zorluğuyla artmakta iken ve latansları kıaldığını gördük. Basma N1 potansiyel genliği düştüğünü ve latansının ödev zorluğuyla kıaldığını gördük. N2 ve P3 bileşenlerine göre daha fazla ekzojen karakter taşıyan P2, P1 ve N1 potansiyellerinin yanıt inhibisyonu ve ödev zorluğuyla ilişkili olduğunu bildiren pek fazla çalışma yoktur.

Basma P1 potansiyeli çok az sayıda raporda yer almaktadır. Bas ve basma P1 potansiyelinin kaynakları arasında bir farklılık bulunmadığı ve kaynaklarının muhtemelen primer ve sekonder vizüel alanları kapsayan oksipital bölgede lokalize olduğu belirtilmektedir (74). Biz bas uyarılarına yanıt olarak belirgin bir P1 potansiyeli göremedik, ancak basma uyarılarına karşı oksipital bölgede en büyük genlikli olarak P1 potansiyeli gördük. Bu durumda P1 komponentinin ekzojenitesinin yüksek olmasına rağmen yürütücü işlevlerin çok erken aşamasında rol alabileceğini düşünmekteyiz. Bas-basma paradigması kullanılarak yapılan OİP çalışmalarında P2, P1 ve N1 bileşenlerinin inhibisyon ile ilişkili olabileceği durumları açığa çıkarmak için daha fazla çalışma yapılması gerektiği kanaatindeyiz.

## **5.2. Bas OİP Bileşenleri**

Öncesinde bas ya da beş farklı gruptaki basma uyarılarından birinin geldiği altı farklı bas uyarı grubunda OİP bileşenleri incelendiğinde, bas uyarı öncesinde bas uyarı geldiği durumlarda anlamlı farklar tespit edilmiştir. 0-bas grubunun reaksiyon zamanı diğer gruplara göre daha uzun, P3, P2 dalga genlikleri diğer 5 grubun

ortalamasından daha küçüktür. Yapılan bir fMRI çalışmasında basma uyarını öncesinde gelen bas uyarın sayısı çok sayıda olduğunda komisyon hataları yüksek bulunmuştur (133). Basma uyarını öncesinde gelen bas uyarın sayısı bu çalışmada 1, 3, 5 olarak belirlenmiştir. Basma uyarını öncesinde gelen bas uyarın sayısı arttıkça komisyon hatalarının artması bas uyarının sayısının artmasıyla birlikte inhibisyonun zorlaştığının bir göstergesidir. Ayrıca inhibisyonla ilişkili olduğu düşünülen inferior frontal korteks ve anterior singulat korteks bölgelerinde öncül bas uyarın sayısının artmasıyla aktivasyonun arttığı da gözlemlenmiştir. Yapılan başka bir çalışmada, basma uyarından sonra bas uyarını geldiği koşuldaki reaksiyon zamanları, bas uyarından sonra bas uyarını geldiği koşula göre daha kısa olarak bulunmuştur (7). Bu veriler bizim bulgularımızla da uyumluluk göstermektedir. Bu durumun, basma uyarından sonrabas uyarını geldiği durumlarda deneye verilen ödev basma uyarınlarına yanıt vermemek olduğu için, denekte oluşan beklenti etkisinin azalması veya sona ermesinden kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Thomas ve ark.(134) bas-basma ödevinde sıralama etkisini inceleyen etkili bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada basma uyarını öncesinde gelen bas uyarın sayısı 1, 2, 3 veya 4 olarak belirlenmiş ve OİP bileşenleri inhibisyon ve kolaylaştırma (facilitation) açısından değerlendirilmiştir. Bas uyarını tekrarlarıyla N2 genliği, P3 latansı ve reaksiyon zamanı azalmalarla seyreden bir motif sergilemişken, önce gelen bas uyarı sayısı daha da attırıldığında motif tersine dönmüştür.

Daha önce laboratuvarımızda yaptığımız bir çalışmada %50 olasılıklı işitsel bas-basma paradigması kullanılmış olup bu çalışmada bas-basma uyarınlarının dizilim etkisi incelenmiştir. Öncesinde bas ve basma uyarınları gelen bas yanıtları ve öncesinde bas ve basma uyarını gelen basma yanıtları incelenmiştir (135). Elde ettiğimiz veriler; öncesinde bas uyarını gelen bas P3 genliklerinin daha küçük ve bu uyarınlara verilen reaksiyon zamanlarının da daha uzun olduğunu gördük. Basma P3 yanıtları, öncesinde gelen uyarın türüne göre farklılık göstermemekte idi. Şimdiki çalışmamızda da bu bulgularla uyumlu sonuçlar dışında, bas uyarınları öncesinde gelen basma uyarınlarının zorluk derecelerinin bas uyarınlarına verilen aktivasyon yanıtlarını etkilemediği sonucuna ulaştık. Bas uyarını öncesinde bas uyarını olduğunda; bas P3 genliklerinin daha küçük ve bu uyarınlara verilen reaksiyon zamanlarının da daha uzun olmasının, beklenti etkisinin sona ermesi ile ilişkili olduğunu düşünmekteyiz. Ayrıca ardışık gelen



iki bas yanıtı ile bağlantılı olarak gelişen hareketle ilişkili kortikal potansiyellerin (MRCP: Movement-related Cortical Potentials) sumasyonunun da söz konusu inhibisyona katkısı olasıdır. Hareketle ilişkili kortikal potansiyeller harekete hazırlık esnasında oluşmaktadır (3). Bas-basma ödevinde verilen ödev; açık (bas uyararı için farenin tuşunu tıklamak; basma uyararı için farenin tuşunu tıklamamak), ya da gizli/kapalı ödev (bas uyararına içinden saymak şeklinde yanıt vermek) şeklinde olabilir. Açık ödevlerde hareket ilişkili motor yanıt gözlemlenirken kapalı yanıtlarda gözlemlenmez. Tuşa basma ödevinde içinden sayma ödevine göre küçük bir P3 dalgası elde edilmektedir (136). Bu durum, hareketle ilişkili motor potansiyeller ile açıklanabilir.



## 6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Görsel bas-basma paradigması kullanıldığımız çalışmamızda, basma uyarılarının zorluk derecesinin OİP bileşenleri üzerine olan etkilerini ve bas uyarıları öncesinde gelen uyarının bas ve farklı zorluk dereceleri olan basma uyarılarının olduğu durumların OİP bileşenleri üzerine olan etkilerini araştırdık. Elde ettiğimiz bulgularımıza dayanarak aşağıdaki sonuç ve önerileri çıkarmak mümkündür.

1. Bas uyarının öncesinde gelen uyarın bir bas uyarını olduğu durumlarda reaksiyon zamanı, bas uyarını öncesinde basma uyarını olduğu durumlara göre daha uzundur.
2. Bas uyarını öncesinde gelen basma uyarılarının zorluk derecesi bas uyarılarına verilen yanıtların reaksiyon zamanını etkilememektedir.
3. Bas uyarınının öncesinde gelen uyarının bas veya basma olması P3, N2 ve P2 dalga genliklerini; P3 ve P2 dalga latanslarını etkilemektedir. N2 dalga latansı ile N1 dalgasının genlik ve latansı bu durumdan etkilenmemektedir.
4. 0-bas grubuna ait P3 dalga genliğinin diğer bas gruplarına ait P3 dalga genliklerinin ortalamasından anlamlı olarak küçük, P3 dalga latanslarının ise büyük olduğu görüldü.
5. 0-bas grubuna ait N2 dalga genliğinin, diğer 5 bas grubuna ait N2 dalga genliklerinin ortalamasından anlamlı olarak büyük olduğu tespit edildi.
6. 0-bas grubuna ait P2 dalga genliğinin ve latanslarının diğer 5 bas grubunun ortalamasından anlamlı olarak küçük olduğu tespit edildi.
7. Basma uyarın gruplarının zorluk derecesi, basma uyarılarına verilen yanıtlardaki OİP bileşenlerini anlamlı olarak etkilemektedir. P3, N2, P2, N1, P1 dalgalarının genlik ve latansları ödev zorluğundan anlamlı bir şekilde etkilenmektedir.
8. Bas- basma paradigması; inhibisyon ile ilişkili dikkat eksikliği hiperaktivite sendromu gibi birçok hastalıkta inhibitör kontrol eksikliklerinin değerlendirilmesi için yapılan araştırmalarda kullanılmaktadır. İnhibisyon eksiklikleri olan nöropsikiyatrik hastalara hazırlanan rehabilitasyon programları

düzenlenirken inhibe edilmesi gereken davranış yada uyaranlar ve bunların zorluk derecesine dikkat edilmesi gerekmektedir. Rehabilitasyon programlarının ödev zorluğu göz önüne alınarak hazırlanması programların etkinliğini arttıracaktır.



## 7.KAYNAKLAR

1. **Guyton AC, Hall JE.** Tıbbi Fizyoloji, Çeviri Ed. Çavuşoğlu H, Çağlayan-Yegen. 11. Baskı. İstanbul: Nobel tıp kitabevi&Yüce yayımları Aş, **2006**: 572–584.
2. **Carpenter RHS.** *Neurophysiology*, 2nd Ed. London: Edward Arnold, **1990**: 49–86.
3. **Monica Fabiani, Gabriele Gratton, Michael G.H. Coles.** Event related Brain Potentials in: *Handbook of Psychosiology*, Newyork: Cambridge University Press, **2000**: 53-84.
4. **Goldstein S, Naglieri JA, Princiotta D, Otero TM.** Introduction: A history of executive functioning as a theoretical and clinical construct. In: Goldstein S, Naglieri JA. Eds.*Handbook of Executive Functioning*,New York: Springer,**2014**:3-13.
5. **Verbruggen F, Logan GD.** Response inhibition in the stop-signal paradigm. *Trends Cogn Sci*, **2008**; 12(11): 418–424.
6. **Pretto M, Sallard E, Spierer L.** State-dependency of inhibitory control performance: an electrical neuroimaging study. *Eur J Neurosci*,**2016**. [Epub ahead of print]
7. **Nieuwenhuis S, Yeung N, van den Wildenberg W, Ridderinkhof KR.** Electrophysiological correlates of anterior cingulate function in a go/nogo task: effects of response conflict and trial type frequency. *Cogn Affect Behav Ne*, **2003**: 3; 17–26.
8. **Regan D.** *Human Brain Electrophysiology*. Amsterdam: Elsevier, **1989**: 195–245.
9. **Williams PL, Bannister LH, Berry MM.** *Gray's Anatomy*. 38th Ed. London: Churchill Livingstone, **1995**: 1140-1147.
10. **Pınar L.** *Sinir ve Kas Fizyolojisi Temel Bilgileri*. 2. Baskı, Ankara: Akademisyen kitapevi, **2014**.
11. **Shepherd GM.** *The Synaptic Organization of the Brain*. London: Oxford University Press, **1974**.
12. **Berne RM, Koeppen, BM, Stanton BA.** *Berne & Levy Physiology*. 6th Ed, Elsevier Brasil. **2010**.
13. **Pehlivan F.** *Biyofizik*. 8. Baskı,Ankara: Pelikan, **2015**:165-175.
14. **Niedermeyer E. Historical Aspect.** In: Niedermeyer E, Lopes da Silva FH Eds. *Electroencephalography: Basic Principles, Clinical Applications, and Related Fields*, 5th Ed. Baltimore: Williams & Wilkins, **2005**: 1–14.

15. **Widmaler EP, Raff H, Strang KT.** *Vander İnsan Fizyolojisi: Vücut Fonksiyon Mekanizmaları*, Çeviri Ed: Özgünen T. 13. Baskı. Ankara: Güneş Tıp Kitapevleri, **2014**:234-256.
16. **Sanei S, Chambers J.A.** *EEG signal processing*. John Wiley & Sons Ltd, **2007**;1-159.
17. **Fernando Lopes da.** *EEG: Origin and Measurement*. Silva C. Mulert and L. Lemieux Eds, in: EEG–fMRI Physiological Basis, Technique and Applications, Springer Heidelberg Dordrecht London New York, **2010**.
18. **Bora İ, Yeni SN.** *EEG Atlası*. 1.baskı, İstanbul: Nobel Tıp Kitapevi, **2012**: 5-16.
19. **Kandell ER, Schwartz JH, Jessell TM, Siegelbaum SA, Hudspeth AJ.** *Principles of Neural Science*. 5<sup>th</sup> Ed, Mc Graw Hill, **2013**.
20. **Steriade M.** Cellular substrates of brain rhythms. In: Niedermeyer E, Lopes da Silva FH Eds. *Electroencephalography: Basic Principles, Clinical Applications, and Related Fields*, 5th Ed. Baltimore: Williams & Wilkins, **2005**: 32–85.
21. **Destexhe A, Bedard C.** Local field potential. *Scholarpedia*, **2013**;8(8):10713.
22. **Lopes Da Silva FH.** Dynamics of EEGs as signals of neuronal population: Models and theoretical considerations. In: Niedermeyer E, Lopes da Silva FH Eds. *Electroencephalography: Basic Principles, Clinical Applications, and Related Fields*, 5th Ed. Baltimore: Williams&Wilkins, **2005**: 86–107.
23. **Blinowska K, Durka P.** *Electroencephalography (EEG)*. In: Wiley Encyclopedia of Biomedical Engineering. Erişim: <https://www.researchgate.net/publication/227991964>
24. **Guyton AC, Hall JE.** *Tıbbi Fizyoloji*, Çeviri Ed. Çavuşoğlu H, Çağlayan-Yegen. 11. Baskı. İstanbul: Nobel tıp kitabevi&Yüce yayımları Aş, **2006**: 714–725.
25. **Gevins AS.** Quantitative human neurophysiology. In: Hannay HJ. Eds. *Experimental techniques in human neurophysiology*, London: Oxford University Press, **1986**: 419–456.
26. **Goodin DS.** Event-Related Potentials. In: Aminoff MJ. Ed. *Electrodiagnosis in Clinical Neurology* 5th Ed. Philadelphia: Churchill Livingstone, **2005**: 609–626.
27. **Basar E.** *EEG-Brain dynamics*, Amsterdam: Elsevier Biomedical Press, **1980**: 9–152.
28. **Lopes Da Silva FH.** Event-related potentials: Methodology and quantification. In: Niedermeyer E, Lopes da Silva FH Eds. *Electroencephalography: Basic Principles, Clinical Applications, and Related Fields* 5th Ed. Baltimore: Williams & Wilkins, **2005**: 991–1001.

29. **Puce A.** An Overview of Neurobiological Methods. İn: Stough C Ed. *Neurobiology of Exceptionality*. New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers, **2005**: 3-30.
30. **Aminoff MJ.** *Electrodiagnosis in Clinical Neurology*. 5th Ed. Philadelphia: Churchill Livingstone, **2005**.
31. **Naatanen R.** The role of attention in auditory information processing as revealed by event-related potentials and other brain measures of cognitive function. *Behav Brain Sci*, **1990**;13: 201-288.
32. **Zoni A, Proverbio A.M.** The Cognitive Electrophysiology of Mind and Brain. İn: Zoni A, Proverbio A.M. Eds. *The Cognitive Electrophysiology of Mind and Brain*. San Diego (USA): Academic Press, **2003**: 3-12.
33. **Huang WJ, Chen WW, Zhang X.** The neurophysiology of P 300--an integrated review. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, **2015**;19(8):1480-8.
34. **Donchin E, Coles MGH.** Is the P300 component a manifestation of context updating? *Behavioral and Brain Sciences*, **1988**; 11: 355-372.
35. **Woodman GF.** A Brief Introduction to the Use of Event-Related Potentials (ERPs) in Studies of Perception and Attention. *Atten Percept Psychophys*, **2010**; 72(8):2031-46.
36. **Ruchkin DS, Sutton S, Mahaffey D.** Functional differences between members of the P300 complex: P3e and P3b. *Psychophysiology*, **1987**; 24 (1): 87–103.
37. **Luck SJ, Girelli M.** Electrophysiological Approaches to the Study of Selective Attention the Human Brain. İn: Raja Parasuraman Eds. *The Attentive Brain*, Cambridge The MIT Press, **2000**,71-95.
38. **Yaltkaya K.** Olaya İlişkin Endojen Potansiyeller. İçinde: Yaltkaya K, Nuzumlalı D. Eds. Olaya İlişkin Endojen Potansiyeller. İzmir: **Klinik Nörofizyoloji**, EEG-EMG Dern. Yay, **1994**: 1–21.
39. **Karaman T.** Şizofrenide Klinik Nörofizyoloji. *Şizofreni dizisi*, **1999**;3:102-107.
40. **Rentsch J, Stadtmann A, Montag C, Kunte H, Plöckl D, Hellweg R, Gallinat J, Kronenberg G, Jockers-Scherübl MC.** Attentional dysfunction in abstinent long-term cannabis users with and without schizophrenia. *Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci*, **2015**. [Epub ahead of print]
41. **Artemiadis AK, Fili M, Papadopoulos G, Christidi F, Gatzonis S, Zalonis I, Nikolaou G, Triantafyllou N.** Auditory event-related potentials (P300) and mesial temporal sclerosis in temporal lobe epilepsy patients. *Epileptic Disord*, **2014**;16(1):67-73.
42. **Levada OA, Trailin AV, Kvitka AL, Stolbinskaia OV.** P300 potential parameters at the stages of formation of the subcortical vascular dementia in elderly. *Lik Sprava*. **2014**;(1-2):60-6.

43. **Silva Lopes Md, Souza Melo Ad, Nobrega AC.** Delayed latencies of auditory evoked potential P300 are associated with the severity of Parkinson's disease in older patients. *Arq Neuropsiquiatr*, **2014**;72(4):296-300.
44. **Chen L, Zhou Y, Liu L, Zhang X, Zhang H, Liu S.** Cortical event-related potentials in Alzheimer's disease and frontotemporal lobar degeneration. *J Neurol Sci*. **2015**;15;359(1-2):88-93.
45. **Yamamuro K, Ota T, Nakanishi Y, Matsuura H, Okazaki K, Kishimoto N, Takahashi H, Iwasaka H, Iida J, Kishimoto T.** Event-related potentials in drug-naive pediatric patients with obsessive-compulsive disorder. *Psychiatry Res*, **2015**;230(2):394-9.
46. **Sutton S, Braren M, Zublin J, John ER.** Evoked potential correlates of stimulus uncertainty. *Science*, **1965**; 150:1187-1188.
47. **Polich J.** Updating P300: an integrative theory of P3a and P3b. *Clin Neurophysiol*, **2007**;118(10):2128-48.
48. **Donchin E, Coles MGH.** Is the P300 component a manifestation of context updating? *Behavioral and Brain Sciences*, **1988**; 11; 355-372.
49. **Polich J.** P300, probability, and interstimulus interval. *Psychophysiology*, **1990**; 27(4): 396–403.
50. **Croft RJ, Gonsalvez CJ, Gabriel C, Barry RJ.** Target-to-target interval versus probability effects on P300 in one- and two-tone tasks. *Psychophysiology*, **2003**; 40:322-328.
51. **Polich J.** P300 in clinical applications: Meaning, Method, and measurement. In: Niedermeyer E, Lopes da Silva FH. Eds. *Electroencephalography: Basic Principles, Clinical Applications, and Related Fields*. 3rd Ed. Baltimore: Williams & Wilkins, **1993**: 1005–1018.
52. **Bourisly AK, Pothen A.** Influence of sex on P300: an event-related potential electrophysiological study. *Neuroreport*, **2016**;27(3):172-9.
53. **Wetzel N, Schröger E, Widmann A.** The dissociation between the P3a event-related potential and behavioral distraction. *Psychophysiology*, **2013**;50(9):920-30.
54. **Polich J, Criado JR.** Neuropsychology and neuropharmacology of P3a and P3b. *Int J Psychophysiol*, **2006**;60:172–85.
55. **Knight R.** Decreased response to novel stimuli after prefrontal lesions in man. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*, **1984**;59(1):9–20.
56. **Escera C, Alho K, Schröger E, Winkler I.** Involuntary attention and distractibility as evaluated with event-related brain potentials. *Audiol Neurootol*, **2000**;5:151–166.

57. **Knight R.** Contribution of human hippocampal region to novelty detection. *Nature*, **1996**; 383: 256–9.
58. **Folstein JR, Van Petten C.** Influence of cognitive control and mismatch on the N2 component of the ERP: a review. *Psychophysiology*. **2008**;45(1):152-70.
59. **Pritchard WS, Shappell SA, Brandt ME.** Psychophysiology of N200/N400: A review and classification scheme. In: Jennings JR, Ackles PK. Eds. *Advances in psychophysiology: A research annual*, 4th Ed. London: Jessica Kingsley, **1991**: 43–106.
60. **Alho K.** Cerebral generators of mismatch negativity (MMN) and its magnetic counterpart (MMNm) elicited by sound changes. *Ear and Hearing*, **1995**; 16: 38–51.
61. **Naatanen R, Gaillard AW, Mantysalo S.** Early selective-attention effect on evoked potential reinterpreted. *Acta Psychol*, **1978**; 42:313–329.
62. **Naatanen R.** Mismatch negativity (MMN) as an index of central auditory system plasticity. *Int J Audiol*, **2008**;47:16-20.
63. **Sur S, Sinha VK.** Event-related potential: An overview. *Ind Psychiatry J*. **2009**; 18(1): 70–73.
64. **Luck SJ.** An Introduction to the Event-Related Potential Technique. 1. th ed. The MIT Press. **2005**.
65. **Garcia-Larrea L, Lukaszewicz A, Mauguiere F.** Revisiting the oddball paradigm. Non-target vs neutral stimuli and the evaluation of ERP attentional effects. *Neuropsychologia*, **1992**; 30: 723–741.
66. **Key AP, Dove GO, Maguire MJ.** Linking brainwaves to the brain: an ERP primer. *Dev Neuropsychol*.**2005**;27(2):183-215.
67. **Iragui VJ, Kutas M, Mitchiner MR, Hillyard SA.** Effects of aging on event related potentials and reaction times in an auditory oddball task. *Psychophysiology*, **1993**; 30: 10–22.
68. **Hugdahl K.** *Psychophysiology: The mind-body perspective*. Cambridge, MA: Harvard University Press, **1995**.
69. **Knight RT, Hillyard SA, Woods DL, Neville HJ.** The effects of frontal cortex lesions on event-related potentials during auditory selective attention. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*, **1981**; 28: 52, 571–582.
70. **Zouridakis G, Simos PG, Papanicolaou AC.** Multiple bilaterally asymmetric cortical sources account for the auditory N1m component. *Brain topography*,**1998**;10(3): 183–189.



71. **Picton TW, Hillyard SA, Krausz HI, Galambos R.** Human auditory evoked potentials. *Audiol Neurootol*, **1974**;36: 179-190.
72. **Naatanen R, Picton TW.** The N1 wave of the human electric and magnetic response to sound: A review and analysis of the component structure. *Psychophysiology*, **1987**;24: 375-425.
73. **Hopf JM, Vogel E, Woodman G, Heinze HJ, Luck S.** Localizing visual discrimination processes in time and space. *J Neurophysiol*, **2002**;88:2088-2095.
74. **Bokura H, Yamaguchi S, Kobayashi S.** Electrophysiological correlates for response inhibition in a Go/NoGo task. *Clinical Neurophysiology*, **2001**;112: 2224-2232.
75. **Vogel EK, Luck SJ.** The visual N1 component as an index of a discrimination process. *Psychophysiology*, **2000**;37:190-203.
76. **Mangun GR, Hillyard SA.** Allocation of visual attention to spatial locations: tradeoff functions for event-related brain potentials and detection performance. *Percept Psychophys*, **1990**; 47: 532–50.
77. **Paz-Caballero MD, García-Austt E.** ERP components related to stimulus selection processes. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*, **1992**; 82: 369–76.
78. **De Frias CM, Dixon RA, Strauss E.** Structure of four executive functioning tests in healthy older adults. *Neuropsychology*, **2006**;20(2):206-214.
79. **Otero TM, Barker LA, Naglieri JA.** Executive Function Treatment and Intervention in Schools. *Appl Neuropsychol Child*. **2014**;3(3):205-14.
80. **Zelazo PD, Müller U.** Executive function in typical and atypical development. In: Zelazo PD, Müller U. Eds. *The Wiley-Blackwell handbook of childhood cognitive development*, 2nd ed., New York, NY: Wiley-Blackwell, **2011**:574–603.
81. **Diamond A.** Activities and programs that improve children’s executive functions. *Cur Dir PsycholSci*. **2012**;21:335–341.
82. **Collins A, Koechlin E.** Reasoning, learning, and creativity: Frontal lobe function and human decision-making. *PLoS Biology*, **2012**;10(3):1-16
83. **Chambers CD, Garavan H, Bellgrove MA.** Insights into the neural basis of response inhibition from cognitive and clinical neuroscience. *Neurosci Biobehav Rev*. **2009**;33(5):631-46.
84. **Cohen RA.** Neural Mechanisms of Attention in: . Cohen RA. Ed. *The Neuropsychology of Attention* Springer New York 2nd eds. **2014**:211-265.

85. **Widmaler EP, Raff H, Strang KT.** *Vander İnsan Fizyolojisi: Vücut Fonksiyon Mekanizmaları*, Çeviri Ed: Özgünen T. 13. Baskı. Ankara: Güneş Tıp Kitapevleri, **2014**:136-190.
86. **Aron AR** The neural basis of inhibition in cognitive control. *Neuroscientist*, **2007**;13(3):214-28.
87. **Aron AR, Robbins TW, Poldrack RA.** Inhibition and the right inferior frontal cortex. *Trends Cogn Sci*, **2004**;8(4):170-7.
88. **Simmonds DJ, Pekar JJ, Mostofsky SH.** Meta-analysis of Go/No-go tasks demonstrating that fMRI associated activation with response inhibition is task-dependent. *Neuropsychologia*, **2008**; 15;46(1):224-32.
89. **Leung HC, Cai W.** Common and differential ventrolateral prefrontal activity during inhibition of hand and eye movement. *J Neurosci*, **2007**;27(37):9893-900.
90. **Xue G, Aron AR, Poldrack RA.** Common neural substrates for inhibition of spoken and manual responses. *Cerebral Cortex*, **2008**;18(8):1923-32.
91. **Picton TW, Stuss DT, Alexander MP, Shallice T, Binns MA, Gillingham S.** Effects of focal frontal lesions on response inhibition. *Cereb Cortex*, **2007**;17(4):826-38.
92. **Floden D, Stuss DT.** Inhibitory control is slowed in patients with right superior medial frontal damage. *J Cogn Neurosci*, **2006**;18(11):1843-9.
93. **Aron AR, Behrens TE, Smith S, Frank MJ, Poldrack RA.** Triangulating a cognitive control network using diffusion-weighted magnetic resonance imaging (MRI) and functional MRI. *J Neurosci*, **2007**;27, 3743–3752.
94. **Rieger M, Gauggel S, Burmeister K.** Inhibition of ongoing responses following frontal, nonfrontal, and basal ganglia lesions. *Neuropsychology*. **2003**;17(2):272-82.
95. **Enriquez-Geppert S, Konrad C, Pantev C, Huster RJ.** Conflict and inhibition differentially affect the N200/P300 complex in a combined go/nogo and stop-signal task. *Neuroimage*, **2010**;51(2):877-87.
96. **Johnstone SJ, Dimoska A, Smith JL, Barry RJ, Pleffer CB, Chiswick D.** The development of stop-signal and go/nogo response inhibition in children aged 7–12 years: performance and event-related potential indices. *Int. J. Psychophysiol*, **2007**;63: 25–38.
97. **Smith JL, Johnstone SJ, Barry RJ.** Effects of pre-stimulus processing on subsequent events in a warned Go/NoGo paradigm: response preparation, execution and inhibition. *Int J Psychophysiol*, **2006**;61(2):121-33.
98. **Smith JL, Johnstone SJ, Barry RJ.** Response priming in the Go/NoGo task: the N2 reflects neither inhibition nor conflict. *Clin Neurophysiol*, **2007**;118(2):343-55.

99. **Van Veen V, Carter CS.** The anterior cingulate as a conflict monitor: fMRI and ERP studies. *Physiol Behav*, **2002**; 77(4-5); 477-82.
100. **Bekker EM, Kenemans JL, Verbaten MN.** Source analysis of the N2 in a cued Go/NoGo task. *Cogn Brain Res*, **2005**;22: 221–231.
101. **Baddeley A.** Working memory: theories, models, and controversies. *Annu Rev Psychol*, **2012**;63:1-29.
102. **Baddeley A.** Working memory and language: an overview. *J Commun Disord*, **2003**;36(3):189-208.
103. **Baddeley A.** The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends Cogn Sci*, **2000**;4(11):417-423.
104. **Dennis JP, Vander Wal JS.** The cognitive flexibility inventory: Instrument development and estimates of reliability and validity. *Cognit Ther Res*, **2010**;34: 241-53.
105. **Deveney CM, Deldin PJ.** A preliminary investigation of cognitive flexibility for emotional information in major depressive disorder and nonpsychiatric controls. *Emotion*, **2006**;6:429-37.
106. **Demiralp T, Bayraktaroglu Z, Dilber B, Yıldırım O.** TAM EEG/ERP Kayıt ve Analiz Programı. Version 3.0, İstanbul: **2005**.
107. **Aron AR, Poldrack RA.** Cortical and subcortical contributions to stop signal response inhibition: role of the subthalamic nucleus. *J. Neurosci*, **2006**;26:2424–2433.
108. **Johnstone SJ, Barry RJ, Markovska V, Dimoska A, Clarke AR.** Response inhibition and interference control in children with AD/HD: a visual ERP investigation. *Int J Psychophysiol*, **2009**; 72(2):145-53.
109. **Falkenstein M, Hoormann J. Hohnsbein J.** ERP components in Go/Nogo tasks and their relation to inhibition. *Acta Psychologica*, **1999**: 101; 267-291.
110. **Simpson A, Riggs KJ.** Conditions under which children experience inhibitory difficulty with a “button-press” go/no-go task. *J Exp Child Psychol*, **2006**;94:18–26.
111. **Kincses TZ, Chadaide Z, Varga ET, Antal A, Paulus W.** Task-related temporal and topographical changes of cortical activity during ultra-rapid visual categorization. *Brain Research*, **2006**;1112:191–200.
112. **Siakaluk PD, Buchanan L, Westbury C.** The effect of semantic distance in yes/no and go/no-go semantic categorization tasks. *Mem Cognit*, **2003**;31(1):100-13.

113. **VanRullen R, Thorpe SJ.** Is it a bird? Is it a plane? Ultra-rapid visual categorisation of natural and artifactual objects. *Perception*, **2001**;30: 655–668.
114. **Ciesielski KT, Harris RJ, Cofer LF.** Posterior brain ERP patterns related to the go/no-go task in children. *Psychophysiology*, **2004**; 41(6):882-92.
115. **Kropotov JD, Ponomarev VA, Hollup S, Mueller A.** Dissociating action inhibition, conflict monitoring and sensory mismatch into independent components of event related potentials in GO/NOGO task. *Neuroimage*, **2011**; 15;57(2):565-75.
116. **Fallgatter AJ, Bartsch AJ, Herrmann MJ.** Electrophysiological measure of anterior cingulate function. *Journal of Neural Transmission*, **2002**: 109; 977-988.
117. **Cragg L, Fox A, Nation K, Reid C, Anderson M.** Neural correlates of successful and partial inhibitions in children: an ERP study. *Dev Psychobiol.* **2009**; 51(7): 533-43.
118. **Tekok-Kilic A, Shucard JL, Shucard DW.** Stimulus modality and Go/NoGo effects on P3 during parallel visual and auditory continuous performance tasks. *Psychophysiology*, **2001**; 38(3): 578-589.
119. **Pourtois G.** Early error detection predicted by reduced pre-response control process: an ERP topographic mapping study. *Brain Topogr*, **2011**; 23(4):403-22.
120. **Nakata H, Inui K, Wasaka T, Tamura Y, Kida T, Kakigi R.** Effects of ISI and stimulus probability on event-related go/nogo potentials after somatosensory stimulation. *Exp Brain Res*, **2004**; 162(3):293-9.
121. **Braver TS, Barch DM, Gray JR, Molfese DL, Snyder A.** Anterior cingulate cortex and response conflict: effects of frequency, inhibition and errors. *Cereb Cortex*, **2001**; 11(9):825-36.
122. **Maguire MJ, Brier MR, Moore PS, Ferree TC, Ray D, Mostofsky S, Hart Jr, J Kraut MA.** The influence of perceptual and semantic categorization on inhibitory processing as measured by the N2-P3 response. *Brain and Cognition*, **2009**; 71: 196–203.
123. **Gajewski PD, Falkenstein M.** Effects of task complexity on ERP components in Go/Nogo tasks. *Int J Psychophysiol*, **2013**;87(3):273-8.
124. **Benikos N, Johnstone SJ, Roodenrys SJ.** Varying task difficulty in the Go/Nogo task: The effects of inhibitory control, arousal, and perceived effort on ERP components. *Int J Psychophysiol*, **2013**;87(3): 262–272.
125. **Falkenstein M, Koshlykova N A, Kiroj VN, Hoormann J, Hohsbein J.** Later ERP components in visual and auditory Go/Nogo tasks. *Electroencephalogr ClinNeurophysiol*, **1995**;96: 36-43.

126. **Kok A, Ramautar JR, De Ruitera MB, Band GPH, Ridderinkhof KR.** ERP components associated with successful and unsuccessful stopping in a stop-signal task. *Psychophysiology*, **2004**;41: 9–20.
127. **Smith JL, Douglas KM.** On the use of event-related potentials to auditory stimuli in the Go/NoGo task. *Psychiatry Research-Neuroimaging*, **2011**;193, 177–181.
128. **Kok A.** On the utility of P3 amplitude as a measure of processing capacity. *Psychophysiology*, **2001**;38:557–577.
129. **Polich J.** Task difficulty, probability, and inter-stimulus interval as determinants of P300 from auditory stimuli. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*, **1997**;168:311–320.
130. **Jones AD, Cho RY, Nystrom LE, Cohen JD, Braver TS.** A computational model of anterior cingulate function in speeded response tasks: Effects of frequency, sequence, and conflict. *Cogn Affect Behav Neurosci*, **2002**;2:300-317.
131. **Kopp B, Mattler U, Goertz R, Rist F.** N2, P3 and the lateralized readiness potential in a Nogo task involving selective response priming. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*, **1996**;99:19–27.
132. **Donkers FC, van Boxtel GJ.** The N2 in go/no-go tasks reflects conflict monitoring not response inhibition. *Brain Cogn*, **2004**;56(2):165-76.
133. **Durstun S, Thomas KM, Worden MS, Yang Y, Casey BJ.** The effect of preceding context on inhibition: an event-related fMRI study. *Neuroimage*. **2002**;16(2):449-53.
134. **Thomas SJ, Gonsalvez CJ, Johnstone SJ.** Sequence effects in the Go/NoGo task: inhibition and facilitation. *Int J Psychophysiol*. **2009**;74(3):209-19.
135. **Ergenoglu T, Şahin L, Maraşgil B.** Go-P3 Ve Nogo-P3 Yanıtları Üzerine Uyarın Diziliminin Etkileri, 12. Ulusal Sinirbilimleri Kongresi, s:50, **2014**.
136. **Salisbury DF, Rutherford B, Shenton ME, McCarley RW.** Buttonpressing affects P300 amplitude and scalp topography. *Clin Neurophysiol*, **2001**;112:1676–84.

## ÖZGEÇMİŞ

06 Ocak 1984 tarihinde Şanlıurfa'da doğdu. İlk ve ortaokul'u Şanlıurfa'da tamamladı. Lise eğitimine Kahramanmaraş Süleyman Demirel Fen Lisesi'nde başladı. Ancak Şanlıurfa Lisesi'nde tamamladı. Lisans eğitimini İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Tıbbi Biyolojik Bilimler Bölümü'nde 1997–2001 yılları arasında tamamladı. 2009 yılında Mersin Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizyoloji Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans eğitimini tamamladı. 2009 yılında Mersin Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizyoloji Anabilim Dalı'nda halen devam eden Doktora eğitimine başladı.

