



Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü  
Psikoloji Anabilim Dalı Deneysel Psikoloji

**BEKLENTİNİN BEYİNDEN KAYDEDİLEN OLAY-İLİŞKİLİ  
POTANSİYEL VE OLAY-İLİŞKİLİ OSİLYASYONLARA ETKİSİ**

Zeynel Baran

Yüksek Lisans Tezi

Ankara, 2006

**BEKLENTİNİN BEYİNDEN KAYDEDİLEN OLAY-İLİŞKİLİ  
POTANSİYEL VE OLAY-İLİŞKİLİ OSİLAYONLARA ETKİSİ**

Zeynel Baran

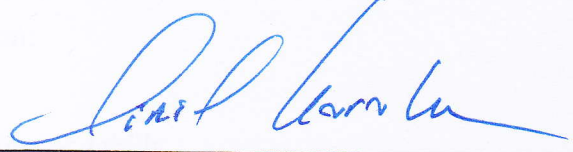
Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü  
Psikoloji Anabilim Dalı Deneysel Psikoloji

Yüksek Lisans Tezi

Ankara, 2006

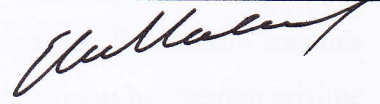
## KABUL VE ONAY

Zeynel Baran tarafından hazırlanan "Beklentinin Beyinden Kaydedilen Olay-İlişkili Potansiyel ve Olay-İlişkili Osilasyonlara Etkisi" başlıklı bu çalışma, 09.06.2006 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.



Prof. Dr. Sirel Karakaş (Başkan-Danışman)

Prof. Dr. Erhan Nalçacı



Doç. Dr. Buket Erkal



Doç. Dr. Deniz Şahin



Yard. Doç. Dr. Emre Özgen



Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. İrfan Çakın  
Enstitü Müdürü

## BİLDİRİM

Hazırladığım tezin tamamen kendi çalışmam olduğunu ve her alıntıya kaynak gösterdiğimi taahhüt eder, tezimin kağıt ve elektronik kopyalarının Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü arşivlerinde aşağıda belirttiğim koşullarda saklanmasına izin verdiğimi onaylarım:

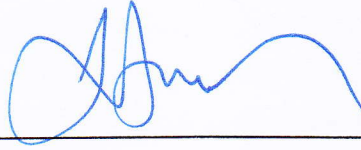
Tezimin tamamı her yerden erişime açılabilir.

Tezim sadece Hacettepe Üniversitesi yerleşkelerinden erişime açılabilir.

Tezimin ..... yıl süreyle erişime açılmasını istemiyorum. Bu sürenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım takdirde, tezimin tamamı her yerden erişime açılabilir.

09.06.2006

Zeynel Baran



## TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasının bütün aşamalarında (planlanma, verilerin alınması, temizlenmesi, analiz edilmesi, yorumlanması ve daha bir çok aşamada) büyük emeği geçen değerli Hocam Prof. Dr. Sirel Karakaş'a yaptığı katkılar ve harcadığı emek için gönülden teşekkür ederim.

Ayrıca, verilerin toplanması, istatistiklerin oluşturulması, tezin düzenlenmesi ve daha bir çok konuda desteğini esirgemeyen Araştırma Görevlisi Belma Bekçi'ye iten teőekkürlerimi sunarım. Bu alıőma her ne kadar benim tezim olarak gözükse de bir ekip çalışmasıdır. Verilerin toplanması ve sonuçlarının düzenlenmesi gibi aőamalarda yardım eden Araştırma Görevlisi Elvin Doğutepe'ye, şekillerin düzenlenmesinde yardımcı olan fizik mühendisi Emine akmak'a ve yine veri toplama aşamalarında yardımcı olan Araştırma Görevlisi Arzu zkan'a teşekkür ederim.

## ÖZET

BARAN, Zeynel. Beklentinin Beyinden Kaydedilen Olay-İlişkili Potansiyel ve Olay-İlişkili Osilasyonlara Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2006.

Gelmesi muhtemel bir uyarıcıyı önceden öngörerek gerekli tepki ya da tepki kurulumlarını ortaya koymak, organizma için son derece yaşamsal olan bir davranıştır. Bir uyarıcının öngörülmesi sonucu geliştirilen beklenti, hem algılama süreçleri sırasında hem de bu uyarıcıya karşı verilecek motor tepkilerin seçilmesi aşamalarında önemlidir. Bu çalışmanın amacı, insan gibi bilişsel kapasitesi üst düzey olan canlıda, beklentinin elektrofizyolojisini incelemektir. Çalışmada beyin elektrofizyolojisi, olay-ilişkili potansiyel (OİP) ve olay-ilişkili osilasyonlar (OİO) temelinde incelenmiştir.

Katılımcılar sağlıklı ve gönüllü erken yetişkin dönemde, üniversite eğitimi gören 33 bireyden (18 kız ve 15 erkek) oluşmuştur. Beklenti tüm paradigmalarda 4. uyarıcıdan sonra gelen 5. uyarıcının atlanması suretiyle oluşturulmuştur. Beklenti için dört farklı paradigma hazırlanmıştır. Bu paradigmalardan ilk ikisi saf ses uyarıcılarının (S1/BP, S4/BP), son ikisi ise semantik uyarıcıların (M1/BP ve M4/BP) kullanılmasını içermiştir. Saf sesler 0.5 sn uzunluğunda ve 65 dB ses basınç düzeyindeki sinüs dalgalarından oluşmuştur (1500 Hz, 2000 Hz, 2500 Hz ve 3000 Hz). Semantik uyarıcılar ise bir şiirin mısraları olmuştur. Şiirin kullanıldığı metin paradigmalarda uyarıcıların uzunlukları ve ses basınç düzeyleri, bürünsel özellikler doğrultusunda, değişken olmuştur (62-65 dB). Bu çalışmada katılımcının görevi, atlanan 5. uyarıcının gelme anını tahmin etmek olmuştur.

Elektrofizyolojik kayıtlar, sinterli gümüş klorürlü elektrotlar üzerinden 32 kanallı Synamps preamplifikatörü kullanılarak alınmıştır (referans: birleştirilmiş mastoid elektrotları). Alınan kayıtlar çevrim-içi olarak 0.1 - 100 Hz (3 dB down, 12 dB / oktav) frekans aralığında filtrelenmiştir (A/D oranı 500 Hz).

Diskriminant analizleri paradigma grubunu yordamada Fz ve Cz elektrot lokasyonlarında N100 bileşeninin; Pz elektrot lokasyonunda ise P300 ve N200

bileşenlerinin genliklerinin etkili olduğunu göstermektedir. Bu bulgular N100 ve P300 ile ilgili literatür bulgularını desteklemektedir. N100'e ilişkin bulgular, bu bileşenin pasif dikkatin yanı sıra dolaylı şekilde aktif dikkat ile de ilgili olabileceğini ortaya koymuştur. P300 bileşeniyle ilgili olarak, 2. uyarıcıdan 4. uyarıcıya doğru Pz elektrot lokasyonundan elde edilen P300 bileşeninin genliği artmıştır. Bu bulguları, atlanan uyarıcı yaklaştıkça katılımcıların dikkatlerini daha fazla yoğunlaştırdıkları ve hazır oluş içine girdikleri yolunda yorumlamak mümkündür. N400 bileşeninin genliği ise frontosentral bir yayılım göstermekte ve atlanan uyarıcı yaklaştıkça azalmaktadır. Bu bulgular, N400'ün bellek içi arama-tarama işlemlerini temsil ettiğine işaret etmektedir.

Atlanan uyarıcı için alfa ve teta bandlarında faz düzenliliği (phase ordering) gözlenmektedir. Bu bulgu, katılımcıların, atlanan uyarıcının gelme anında bu uyarıcıyı, içsel olarak üretebildiklerini göstermektedir. Toplam süre göz önünde tutularak yapılan güç spektrumu analizlerinde 2. uyarıcıdan 4. uyarıcıya doğru teta tepkisi gücünde bir azalma görülürken, alfa 1 tepkisi gücünde bir artış görülmüştür. Sadece uyarıcı öncesi dönem göz önünde tutularak oluşturulan güç spektrumlarında ise hem teta hem de alfa 1 tepkisi güçlerinde bir artış olmaktadır. Toplam süre ve uyarıcı öncesi dönemle ilgili bu sonuçlar, atlanan uyarıcıya doğru beynin bir hazır oluşluk ve beklenti içine girmesinin göstergesi olarak yorumlanabilir.

**Anahtar Sözcükler:** Atlanan uyarıcı paradigması, beklenti, N100, P300, N400, teta tepkisi, alfa tepkisi, olay-ilişkili potansiyeller, olay-ilişkili osilasyonlar

## ABSTRACT

BARAN, Zeynel. Effects of the Expectancy on the Event-Related Potentials and Event-Related Oscillations Recorded from Brain, Master Thesis, Ankara, 2006.

Anticipating incoming events and exhibiting response or response sets are crucial to the survival of organisms. The expectancy that is developed when anticipating an event is important both for processes related to the perception of the event and processes related to the selection of the appropriate motor response. The aim of the study was to investigate the electrophysiological basis of expectation in an organism with a high level of cognitive capacity, such as in the humans. Brain's electrophysiology was studied in the present study in the form of event-related potentials (ERPs) and event-related oscillations (EROs).

The sample consisted of 33 healthy, right handed university students (18 females and 15 males). To create expectancy effect, the 5<sup>th</sup> stimulus after every 4<sup>th</sup> stimulus was omitted in all the following four paradigms. In two of the paradigms (S1/BP, S4/BP), sinusoidal pure tones were used as stimulus. In the other two paradigms (M1/BP and M4/BP), meaningful stimuli were used. Pure tones had 0.5 s duration and 65 dB sound pressure level. In S1/BP, pure tones were in one of the following frequencies: 1500 Hz, 2000 Hz, 2500 Hz ve 3000 Hz. In S4/BP, all four frequencies were used in four different patterns. For the meaningful stimuli, four verses of a poem were used. In M1/BP one verse of the poem was used; in M4/BP, all four verses were used. Duration of the words and the sound pressure levels could change for each word (62-65 dB) because of prosody effect. The task of the participants was to guess the time point of the 5<sup>th</sup> omitted stimulus.

Electrophysiological recordings were taken using a 32-channel preamplifier. The electrodes were made of sintered Ag-Ag/Cl and referenced to the linked mastoids. Recordings were filtered online between 0.1 Hz and 100 Hz (3 dB down, 12 dB / oct) at an analog-digital conversion rate of 500 Hz.



Discriminant analyses showed that N100 had the highest predictive value for levels of the paradigm at Fz and Cz electrode locations; and P300 and N200 components had the highest predictive value at the Pz electrode location. These findings support the findings in the related literature according to which the N100 component is related to passive and indirectly to also the active attention. P300 amplitude increased from the 2<sup>nd</sup> stimulus to the 4<sup>th</sup> stimulus at the Pz electrode location. This change suggested an increased focused attention and readiness to respond as the time of the omitted stimulus approached. N400 component showed a frontocentral distribution and its amplitude decreased as the 4<sup>th</sup> stimulus approached. These findings suggested that N400 reflects complex stimulus evaluation and processes related to memory search and scan.

Phase-reordering was found at the alpha and theta bands. This indicates that participants can produce omitted stimulus internally at the time point where stimulus should have occurred. Power spectral analysis of the total recording time showed that theta power decreased from 2<sup>nd</sup> to the 4<sup>th</sup> stimulus. However, alpha 1 power increased from the 2<sup>nd</sup> to the 4<sup>th</sup> stimulus. However, analyses covering only the prestimulus period showed that both theta and the alpha power increased from the 2<sup>nd</sup> stimulus to the 4<sup>th</sup> stimulus. These results show that increased readiness to respond and expectation state of the brain as the time point of the omitted stimulus approaches can be represented not only by the event-related potentials but also the event-related oscillations of the brain.

**Keywords:** Omitted stimulus paradigm, expectancy, N100, P300, N400, theta response, alpha response, event-related potentials, event-related oscillations

## İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	Sayfa No
KABUL VE ONAY.....	i
BİLDİRİM.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET.....	iv
ABSTRACT.....	vi
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	viii
TABLolar DİZİNİ.....	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xiii
EKLER DİZİNİ.....	xv
I. GİRİŞ.....	1
1.1. PSİKOLOJİDE BEKLENTİ KAVRAMI.....	2
1.1.1. Beklentinin İlişkili Olduğu Bağlamlar, Beklenti Çeşitleri.....	3
1.1.1.1. Temel Davranışsal Süreçler Bağlamında Beklenti.....	4
1.1.1.2. Sosyal Psikoloji Bağlamında Beklenti.....	6
1.2. FİZYOLOJİK PSİKOLOJİDE BEKLENTİ KAVRAMI.....	8
1.2.1. Saf Seslere Karşı Oluşan Beklentinin Elektrofizyolojik Karşılıkları.....	9
1.2.2. Anlamsal Bütünlüğü Olan Uyarımlara Karşı Oluşan Beklentinin Elektrofizyolojik Karşılıkları.....	14
1.2.3. Melodik Yapı Yardımıyla Oluşturulan Beklentinin Elektrofizyolojik Karşılıkları.....	15
1.2.4. Beklentiyle İlgili Diğer Paradigmaların Belirlediği Elektrofizyolojik Değişimler.....	16
1.3. BEKLENTİYLE İLGİLİ ANATOMİK YAPILAR.....	18
1.3.1. Talamus.....	18
1.3.2. Serebellum.....	19
1.4. ARAŞTIRMANIN HİPOTEZLERİ.....	21

2. YÖNTEM.....	23
2.1. KATILIMCILAR.....	23
2.2. ARAÇ VE GEREÇLER.....	24
2.2.1. Laboratuvar Düzeni ve Donanım.....	25
2.2.2. Elektrofizyolojik Tepkilerin Kaydına İlişkin İşlemler.....	26
2.2.3. Elektrofizyolojik Artifaktların Temizlenmesine İlişkin İşlemler.....	28
2.2.4. Olay İlişkili Potansiyeller.....	29
2.2.5. Genlik Frekans Karakteristikleri ve Sayısal Filtreleme.....	30
2.3. HARİTALAMA.....	32
2.4. UYARICI ÖZELLİKLERİ VE DENEYSEL PARADİGMALARIN UYGULANMASINA İLİŞKİN İŞLEMLER.....	32
2.4.1. Saf Ses İçin Beklenti Paradigması (S1/BP).....	33
2.4.2. Saf Ses İçin Beklenti Paradigması (S4/BP).....	34
2.4.3. Metin İçin Beklenti Paradigması (M1/BP).....	37
2.4.4. Metin İçin Beklenti Paradigması (M4/BP).....	39
3. BULGULAR.....	41
3.1. OLAY İLİŞKİLİ POTANSİYELLERE İLİŞKİN ANALİZLER.....	41
3.1.1. Betimsel İstatistikler.....	43
3.1.2. Anlamlılık Testleri.....	47
3.1.2.1. N100 Zirvesine İlişkin ANOVA ve Post Hoc Bulgular.....	51
3.1.2.2. P200 Zirvesine İlişkin ANOVA ve Post Hoc Bulgular.....	52
3.1.2.3. N200 Zirvesine İlişkin ANOVA ve Post Hoc Bulgular.....	52
3.1.2.4. P300 Zirvesine İlişkin ANOVA ve Post Hoc Bulgular.....	54
3.1.2.5. N400A Zirvesine İlişkin ANOVA ve Post Hoc Bulgular.....	54
3.1.2.6. N400B Zirvesine İlişkin ANOVA ve Post Hoc Bulgular.....	56
3.1.3. Diskriminant Analiz Sonuçları.....	58
3.1.3.1. Birinci Grup Diskriminant Analiz Sonuçları.....	59
3.1.3.2. İkinci Grup Diskriminant Analiz Sonuçları.....	60
3.1.3.3. Üçüncü Grup Diskriminant Analiz Sonuçları.....	62
3.1.3.4. Diskriminant Analiz Sonuçlarının Genel Değerlendirilmesi.....	64

3.2. BEŞİNCİ (ATLANAN) UYARICIYA İLİŞKİN ANALİZLER.....	67
3.3. TOPLAM KAYIT SÜRESİ İÇİN İKİNCİ VE DÖRDÜNCÜ UYARICIYA İLİŞKİN UZAYSAL HARİTALAMA ANALİZLERİ.....	70
3.3.1. Genel Değerlendirme.....	79
3.4. UYARICI ÖNCESİ KAYIT SÜRESİ İÇİN İKİNCİ VE DÖRDÜNCÜ UYARICIYA İLİŞKİN UZAYSAL HARİTALAMA ANALİZLERİ.....	79
3.4.1. Genel Değerlendirme.....	84
3.5. OİP BİLEŞENLERİNE İLİŞKİN UZAYSAL HARİTALAMA ANALİZLERİ.....	84
4. TARTIŞMA.....	91
4.1. OİP DÜZEYİNDE BULGULARIN YORUMLANMASI.....	91
4.2. ATLANAN UYARICIYA İLİŞKİN ANALİZLERİN YORUMLANMASI.....	99
4.3. UZAYSAL HARİTALAMAYA İLİŞKİN VERİLERİN OİP ve OİO AÇISINDAN DOĞURGULARI.....	102
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	105
KAYNAKÇA.....	108
EKLER.....	115
ÖZGEÇMİŞ.....	142

## TABLOLAR DİZİNİ

<b>Tablo No</b>	<b>Sayfa No</b>
Tablo 3.1. OİP genel ortalamalarındaki bileşenlerin zirve latansları. Değerler milisaniye (ms) cinsinden verilmektedir.....	44
Tablo 3.2. OİP genel ortalamalarındaki bileşenlerin başlangıç ve bitiş latans aralıkları. Değerler milisaniye (ms) cinsinden verilmektedir.....	45
Tablo 3.3. OİP denek ortalamalarındaki bileşenlerin en düşük ve en yüksek latans değerleri. Değerler milisaniye (ms) cinsinden verilmektedir.....	46
Tablo 3.4. Fz, Cz ve Pz elektrot lokasyonlarından 2. ve 4. uyarıcılar için elde edilen bileşenlerin genlik değerlerine ilişkin aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri. Değerler mikrovolt ( $\mu$ V) cinsinden verilmektedir.....	47
Tablo 3.5. Paradigma (M1/BP, M4/BP, S1/BP ve S4/BP), uyarıcı sırası (2. ve 4. uyarıcılar) ve elektrot lokasyonu (Fz, Cz, Pz) değişkenleri için 4 X 2 X 3 tekrar ölçümlü varyans analizi (ANOVA) özet tablosu. Bağımlı değişken olarak OİP zirve genlikleri kullanılmıştır.....	50
Tablo 3.6. Birleştirilmiş veride Fz elektrot lokasyonu grup ortalamaları eşitlik testi.....	59
Tablo 3.7. Birleştirilmiş veride Cz elektrot lokasyonu grup ortalamaları eşitlik testi.....	59
Tablo 3.8. Birleştirilmiş veride Pz elektrot lokasyonu grup ortalamaları eşitlik testi.....	60

Tablo 3.9. İkinci uyarıcı için Fz elektrot lokasyonu grup ortalamaları eşitlik testi.....	61
Tablo 3.10. İkinci uyarıcı için Cz elektrot lokasyonu grup ortalamaları eşitlik testi.....	61
Tablo 3.11. İkinci uyarıcı için Pz elektrot lokasyonu grup ortalamaları eşitlik testi.....	62
Tablo 3.12. Dördüncü uyarıcı için Fz elektrot lokasyonu grup ortalamaları eşitlik testi.....	63
Tablo 3.13. Dördüncü uyarıcı için Cz elektrot lokasyonu grup ortalamaları eşitlik testi.....	63
Tablo 3.14. Dördüncü uyarıcı için Pz elektrot lokasyonu grup ortalamaları eşitlik testi.....	64
Tablo 3.15. Oluşturulan diskriminant fonksiyonlarının gözlemlenen veriyi doğru olarak sınıflama oranları (%).....	65
Tablo 3.16. N400 ve N400B bileşenleri ile oluşturulan diskriminant fonksiyonlarının gözlemlenen veriyi doğru olarak sınıflama oranları (%).....	66
Tablo 3.17. Elektrot lokasyonuna göre diskriminant fonksiyonlar ile en yüksek korelasyonu gösteren bileşenler.....	66
Tablo 3.18. Genel ortalamaları oluşturan frekans bandlarının 2. ve 4. uyarıcı için toplam güç içerisindeki oranları (%).....	79
Tablo 3.19. Uyarıcı öncesi döneme ait genel ortalamaları oluşturan frekans bandları güçlerinin toplam güç içerisindeki oranı (%).....	84

## ŞEKİLLER DİZİNİ

<b>Şekil No</b>	<b>Sayfa No</b>
Şekil 2.1. S1/BP paradigması uyarıcı düzeni.....	34
Şekil 2.2. S4/BP paradigması uyarıcı düzeni.....	36
Şekil 2.3. M1/BP paradigması uyarıcı düzeni.....	38
Şekil 2.4. M4/BP paradigması uyarıcı düzeni.....	40
Şekil 3.1. Şekil 5. S1/BP, S4/BP, M1/BP ve M4/BP paradigmaları altında 2. ve 4. Uyarıcılar için Fz, Cz ve Pz elektrot lokasyonlarından elde edilen genel ortalama EEG-OİP eğrileri.....	42
Şekil 3.2. Beşinci (atlanan) uyarıcıya ilişkin paradigma genel ortalamaları.....	67
Şekil 3.3. Dört paradigma altında tipik deneklerden elde edilen teta ve alfa osilasyonlarına ilişkin faz düzenliliği .....	68
Şekil 3.4. HACAM4 teta bandı faz düzenliliği.....	69
Şekil 3.5. SEPİM1 teta bandı farklı tahmin zamanları.....	70
Şekil 3.6. S1/BP paradigmasında 2. ve 4. uyarıcı için güç (power) spektrumu.....	72
Şekil 3.7. S4/BP paradigmasında 2. ve 4. uyarıcı için güç (power) spektrumu.....	74
Şekil 3.8. M1/BP paradigmasında 2. ve 4. uyarıcı için güç (power) spektrumu.....	76

Şekil 3.9.	M4/BP paradigmasında 2. ve 4. uyarıcı için güç (power) spektrumu.....	78
Şekil 3.10.	S1/BP paradigması 2. ve 4. uyarıcılara ilişkin uyarıcı öncesi güç (power) spektrumu.....	80
Şekil 3.11.	S4/BP paradigması 2. ve 4. uyarıcılara ilişkin uyarıcı öncesi güç (power) spektrumu.....	81
Şekil 3.12.	M1/BP paradigması 2. ve 4. uyarıcılara ilişkin uyarıcı öncesi güç (power) spektrumu.....	82
Şekil 3.13.	M4/BP paradigması 2. ve 4. uyarıcılara ilişkin uyarıcı öncesi güç (power) spektrumu.....	83
Şekil 3.14.	S1/BP N100, P200, N200, P300, N400, N400A ve N400B bileşenlerine ilişkin genlik değerleri uzaysal haritaları.....	86
Şekil 3.15.	S4/BP N100, P200, N200, P300, N400, N400A ve N400B bileşenlerine ilişkin genlik değerleri uzaysal haritaları.....	87
Şekil 3.16.	M1/BP N100, P200, N200, P300, N400, N400A ve N400B bileşenlerine ilişkin genlik değerleri uzaysal haritaları.....	89
Şekil 3.17.	M4/BP N100, P200, N200, P300, N400, N400A ve N400B bileşenlerine ilişkin genlik değerleri uzaysal haritaları.....	90



**EKLER DİZİNİ**

<b>Ek No</b>		<b>Sayfa No</b>
Ek 1.	Bilgilendirilmiş Onam Formu.....	115
Ek 2.	Bilgi Toplama Formu.....	116
Ek 3.	Beklenti Paradigmaları Deney Yönergeleri.....	122
Ek 4.	Yahya Kemal Beyatlı şiiri: Rindlerin Akşamı.....	127
Ek 5.	ANOVA'da Temel ve Etkileşim Etkilerine İlişkin Post Hoc Analiz Grafikleri.....	128



## 1. GİRİŞ

Zihnin nasıl çalıştığını anlamaya çalışmak, çağlar boyunca insanın en önemli uğraş alanı olmuştur. İnsanlığın en ilkel dönemlerinde bile insanoğlu kendindeki akıl denilen açıklayamadığı bu olgunun farkındadır. Çoğu zaman ise açıklayamadığı bu özelliğini kendi dışındaki güçlere atfetmiştir (Karakaş ve Bekçi, 2003).

Eski Yunan ile birlikte zihni açıklama çabaları önceki dönemlere göre daha sağlam bir şekilde ele alınmaya başlamıştır. Plato ve Aristo'nun düşünceleri, daha sonrasında günümüz bilimsel düşüncesinin de temellerini atan 16. yüzyılın büyük filozofu Descartes'ı etkilemiştir. Onunla birlikte ruh ve zihnin iki ayrı ama etkileşim içerisinde olan mekanizmalar olabileceği zamanın düşünce arenasına girmiştir. İngiliz Görgülcü ve Çağrışımçıları ve Birinci ve İkinci Kuşak Alman bilim insanlarının katkılarıyla da zihinsel süreçlerin nasıl olabileceğine ilişkin çalışmalar sağlam temeller üzerine oturtulmuştur (Boring, 1950; Karakaş ve Bekçi, 2003). Wundt ile birlikte de zihni sadece pozitif bilim ilkeleriyle açıklamayı kendine amaç edinmiş bir bilim dalı, Deneysel Psikoloji kurulmuştur. Wundt'tan günümüze en azından psikolojinin konusunun ne olması gerektiğiyle ilgili bir çok şey değişmiştir. Ama zihnin ne olduğu, hangi ilkelere göre çalıştığı soruları hep merak konusu olmaya devam etmektedir. İnsanoğlunun bu merakı yeni bilim dallarının doğmasına (örneğin Luria'nın kurulmasında büyük katkı sağladığı nöropsikoloji gibi) ve mevcut bilim dallarının uzmanlarının, her zaman olduğundan daha çok, birarada çalışmasına yol açmıştır.

Bugün gelinen noktada ise tıpkı bundan önceki bir çok bilim insanında olduğu gibi, insan bilişinin, bilişsel süreçlerinin yapı taşları bulunmaya, anlaşılmaya çalışılmaktadır. Bugün zihnin bilgi kodlama, depolama ve geri çağırma gibi süreçlerinin, nöral ağların oluşturduğu bir yapı üzerinden yerine getirildiğine ilişkin güvenilir bir bilgi birikimi bulunmaktadır. Bu bilgi birikimi bize, zihin dediğimiz olgunun beynin bir işlevi olduğunu göstermektedir. Peki, çeşitli zihinsel süreçleri yansıtan bu işlevler beyindeki hangi yapılarla ilişkilidir. İşte günümüzde beynin ve insan bilişinin sınırlarını çözmeye çalışan bilim insanlarının birçoğu bu konular üzerinde odaklanmıştır. Peki, zihinsel işlevler beyin üzerinde belirli bir bölgede mi lokalize olmaktadır (Broca, Fritsch ve

Hitzig; aktaran Boring, 1950)? Yoksa, bu işlevler birçok beyin yapısının birlikte uyumlu bir şekilde çalışmasının bir ürünü müdürler? Beyin bölgeleri açısından bir eşdeğerlik mi vardır (Lashley, 1930)? İşlevlerle ilgili lokalizasyon-antilokalizasyon tartışmaları günümüzde de devam etmekle birlikte belirli bir görüş ortaya çıkmıştır. Buna göre bazı işlevler için belirli bölgelerin katkısı diğer bölgelere oranla daha fazladır; ancak, işlevleri beyinde sadece tek bir bölgeye indirgemek her zaman doğru değildir.

Peki ama yukarıda da bahsettiğimiz, zihinsel süreçlerin üzerinde cereyan ettiği nöral ağlar bilgiyi nasıl kodlamakta, temsillerini nasıl oluşturmaktalar? Çevremizden her saniye, hatta milisaniyede gelen bilgi bombardımanı ile nasıl baş etmekte? İnsan tekrar tekrar karşılaştığı benzer olaylar içinde her defasında yeniden bir bilgi işleme sürecine mi girmektedir? Yoksa bunun için uygun süreçler, yapılar mı bulunmaktadır?

İnsanlar tekrar tekrar karşılaştıkları olayları, her defasında yeniden karşılaşıyorlarmış gibi işlemezler. Durum böyle olsaydı insanın doğaya uyumu gerçekten çok zor olurdu. Çünkü bu çeşit bir yeniden işleme tabi tutma, canlı için yaşamsal değeri olan bilgiyi çabuk işleme ve karar verme sürecini sekteye uğrattı. Devamlı maruz kalınan uyarıcıların nöral karşılıklarının oluşturulması; bu temsillerin beyin tarafından daha çabuk işleme sokulmasını, gelen bilginin bu bilgilerle yapılan karşılaştırmalar sonucunda daha çabuk sınıflandırılmasını ve dolayısıyla anlaşılmasını hızlandırır (Karakaş, 1997). Oluşturulan kalıplar doğal olarak sonraki işlenecek bilgilerin ele alınmasında bir yanlılık yaratmakla beraber, canlı bu depolanmış bilgi sayesinde bir hazır oluşluk içerisinde olur. Beklenti (expectancy) denilen bu olgu, bilişsel yapıların ve süreçlerin anlaşılmasında önemli ipuçları sağlayabilir.

## **1.1. PSİKOLOJİDE BEKLENTİ KAVRAMI**

Beklentinin ne olduğu ve ne işe yaradığıyla ilgili olarak psikolojinin alt alanlarında farklı yaklaşımlar mevcuttur. Bu yaklaşımların çoğunun esas aldığı tanım, Tolman (1932) tarafından şu şekilde yapılmıştır. Beyin kendisine duyu organlarından gelen uyarımlar arasından organizma için önemli olanlarını, oluşturduğu nöral izler ya da

kalıplar yardımıyla saklar. Bu iz ya da kalıplar bizim dış dünya ile ilgili bilgilerimizi oluşturur. Deneyimler sonucunda oluşan bu bilgi kalıpları, canlının sonradan karşılaşacağı benzer durum, olay ve uyarıcılar lehine bir bilgi işleme avantajı yaratır. Bu bilgi işleme avantajına beklenti denmektedir. Böylelikle oluşturulan kalıp ya da iz yardımıyla benzer veya farklı bilgi yapıları, beyin tarafından kolaylıkla sınıflandırılabilir. Hızlı sınıflandırma beraberinde hızlı depolamayı ve hızlı tepkide bulunmayı da getirir. Dolayısıyla varolan bilgi, sonraki algılarımızı ve tepkilerimizi etkiler. İşte oluşturulan bilgi kalıbının, sonraki algıları ve bunlara verilecek tepkileri düzenleme kapasitesine “beklenti” denmiştir (Tolman, 1932). Beklenti sadece belirli bir konuyla veya alanla sınırlı bir bilgi işleme süreci değildir. Bu, diğer tüm bilgi işleme süreçlerini kapsayan ve sonuçta davranışı etkileyen bir süreçtir. Davranışı etkileyen bu bilgi kalıpları durağan bir yapıda değildir. Farklı bilgiler, yeni durumlar için yeni kalıplar oluşturmakta veya var olan kalıba farklı nitelikte bilgiler eklemekte; böylece de devamlı ve dinamik bir süreç meydana gelmektedir (Goldman, 1999). Zira durağanlık, beyin gibi dinamik süreçlerin sahne aldığı bir fenomeni açıklamaya yetmez (Karakas ve Bekçi, 2003).

Bir kez bu türden kalıplar oluşturduktan sonra organizmanın işi kolaylaşacaktır. Çünkü artık canlı dışarıdan gelen bilgileri bunlarla karşılaştırarak kolayca bir sınıflama yapacak, yani bilginin algılama aşaması kolaylaşacaktır (Grossberg, 1995). İşlenen bilgi depolanmış bilgiyle yakınlık gösteriyorsa, bunların çağrışımsal olarak bağlı olduğu motor ve duygulanımsal bilgi paketleri de aktif duruma geçecektir. Dolayısıyla tepkilerimiz de bu kalıpların etkisi altında kalacaktır.

### **1.1.1. Beklentinin İlişkili Olduğu Bağlamlar, Beklenti Çeşitleri**

Beklenti, psikolojide farklı bağlamlarda ele alınmaktadır. Aşağıda beklentiye ilişkin bu yönler ve ilişkili çalışmalar yer almaktadır.

### 1.1.1.1. Temel Davranışsal Süreçler Bağlamında Beklenti

Bu yaklaşım beklentiyi algılama süreci bağlamında ele alır. Gestalt psikologları, bilinç (farkındalık) dışında davranışı etkileyen faktörleri açıklayabilmek için “sessiz organizasyon” (silent organization) kavramını ortaya koymuşlardır (Lindzey, 1959). Kişilerin bilinçli karar ve performansları, gerideki bu söze dökülemeyen organizasyonların üzerine kurulmuştur. Bilincin bu organizasyonlarla ilişkisi şeklin ardaalanla ilişkisi gibidir. Bunlar davranışı ve hareketi yönlendiren bilişsel yapılar yani şemalardır (Lindzey, 1959; Bartlett, 1932).

Bu yapıları başka bir yönden ele alan kişi ise Bruner’dir (Lindzey, 1959). Beklentiyi oluşturan unsur, kişinin dünya hakkındaki hipotezleridir. Bruner hipotezi “çevrede olup biten olaylara karşı yüksek düzey bir seçicilikle tepki vermeye hazır oluş” olarak tanımlamıştır. Hipotezler birbirlerinden kopuk değildir; bunlar birbirine bağlanarak inanç ve beklentileri oluştururlar. Tolman (Lindzey, 1959) bu hipotezleri bir araya getirerek hipotez matrislerini yani bilişsel haritaları oluşturur. Bilişsel haritalar ise şemaların bir başka versiyonudur.

Bir diğer yaklaşım ise beklentiyi öğrenme bağlamında ele alır. Bu yaklaşımda beklenti pekiştireç olasılığı ya da tepki-sonuç korelasyonları olarak tanımlanır (Goldman 1999). Benzer bir açıdan Hull ve Spence araçsal koşullanmada beklentiyi şöyle açıklamıştır: Uyarıcının olması durumunda yapılan bir davranış, her defasında pekiştireç ile son buluyorsa, uyarıcı ve davranış arasındaki bağ güçlenecektir (Domjan ve Burkhard, 1985). Burada öğrenilen sadece uyarıcı ve davranış arasındaki bağ değildir. Bu ikisinin tekrarlı şekilde bir arada bulunması durumunda ödülün geleceğine ilişkin beklentidir. Bu beklentiyi oluşturmada önceki deneyimlerin etkisi büyüktür. Beklenti, davranış ve pekiştirecin zamanda birbirini izlemesinin (contiguity) ve pekiştireçten önce çoğunlukla davranışın yapılmış olmasının (contingency) bir sonucudur (Domjan ve Burkhard, 1985). Klasik koşullanmada ise beklentinin oluşması için gene aynı iki mekanizma gereklidir. Fakat burada olaylar koşullu uyarıcıyla koşulsuz uyarıcı arasında geçer. Eşleşmeler sonucu koşullu uyarıcı, koşulsuz uyarıcının önceden haber vericisi özelliğini kazanır, ve canlıda buna dayalı bir beklenti oluşur (Domjan ve Burkhard, 1985).

Beklentiyi açıklamada diğerk bir yaklaşım Rotter'in (Klein, 2002) Beklenti Değeri Teorisidir (Expectancy Value Theory). Bu teoriye göre herhangi bir şeyi tercih etmedeki kritik faktör, onun kişi için taşıdığı ödül değeridir. Bu değerlendirme görecelidir. Bir olayın ödül değeri, başka olaylarla karşılaştırılması sonucunda ortaya çıkar. Hayatında çok az ödüllendirici olay ile karşılaşmış biri için belirli bir olay çok ödüllendirici kabul edilebilir. Çok fazla ödüllendirici olay ile karşılaşmış biri için ise aynı olay ödüllendirici olmayabilir. Ayrıca, her insanın belli bir ödülü elde etme olasılığıyla ilgili öznel bir beklentisi vardır. Bu öznel beklenti gerçeği yansıtmıyor da olabilir. Kişinin davranışını belirleyen etken, olayın olma olasılığıyla ilgili öznel beklentisidir. Bir diğerk özelliğe göre ise, belirli bir olaya ilişkin ödül beklentimiz içinde bulunduğumuz çevreden etkilenir. İnsanlar belirli çevresel koşulların varolması durumunda ödülü alabileceklerini; ama belirli çevresel koşulların olması durumunda da ödülü alamayacaklarını umarlar (beklerler). Burada da geçmiş yaşantılar sonucunda oluşturulan genellenmiş deneyimler çok önemlidir. Yeni durumlar için de bu deneyimler kullanılır. Belirli bir olay ile ilgili davranış potansiyelimiz, o olayın bizim için taşıdığı ödül değeri ile o andaki çevresel koşullarda ödülü elde edebilme olasılığımızla yakından ilgilidir. Davranışı yordamak için ödülün elde edilme olasılığıyla onun değerini çarpmak gerekir. Bütün bunlar ise davranış potansiyelini yani yeni durumlarda insanın nasıl hareket edeceğini belirler.

Rotter'in (Klein, 2002) beklentiyi açıklamada kullandığı bir başka kavram ise kontrol odağıdır (locus of control). Buna göre biri içsel diğerk dışsal olmak üzere iki çeşit genelleştirilmiş beklenti vardır. İçsel beklentide amaca ulaşmada kişinin kendi davranışları yeterlidir; kontrol kişidedir. Yani kişi ödüle ulaşmak için belirli türden davranışları ortaya koyarsa başaracağı beklentisi içindedir. Örneğin öğreticinin adil not verdiğini düşünen bir öğrenci, iyi not almak için çalışmasının yeterli olacağı beklentisi içindedir. Bu beklenti nedeniyle de çok çalışıp iyi bir not alabilir. Dışsal beklentide amaca ulaşmada dış kaynakların etkisi büyüktür; kontrol dışarıdadır. Öğreticinin adil not vermediğini düşünen bir öğrenci ise çok çalışsa bile iyi not alamayacağı beklentisi içindedir. Bu yüzden, gerçek durumda çalışıp iyi not alabilecek olsa bile, gerekli çabayı göstermez ve kötü not alır. İçsel beklenti durumunda başarıyı ya da başarısızlığı

yeteneğe; dışsal beklenti durumunda ise başarı ya da başarısızlığı şansa atfetme ön plandadır.

#### 1.1.1.2. Sosyal Psikoloji Bağlamında Beklenti

Ancak kuşkusuz ki beklentiyle ilgili başlıca açıklamalar sosyal psikoloji bağlamında ele alınmıştır. Sosyal bilgi işleme, şema kavramıyla açıklanmaya çalışılmıştır. Şemalar bellekte depolu olan objeler, durumlar, olaylar ya da hareketler hakkındaki genel bilgi paketleridir (Bartlett, 1932; Cohen, Kiss ve Le Voi, 1993; Hirt ve diğ., 1999). Şemalar davranışı yönetir ve şekillendirir. Bunlar sosyal çevreden gelen karmaşık bilgileri düzenleyip bilgi işleme sürecini hızlandırır (Stangor ve McMillan, 1992). Bu şemalar ne kadar çok benzer durumda kullanılırsa o kadar düzenli ve soyut olur (Nishida, 1999). Bu duruma getirilmiş bir bilgi artık bilişsel bir yapıdır ve bilişsel süreçlerde etkin olarak kullanılırlar. Bu yapı hem kodlamada, hem depolamada, hem de geri çağırmada etkin olarak kullanılır. Örneğin kişi olayla ilgili bilgiyi hatırlamıyorsa bu açığı şemasına uygun şekilde doldurmaya çalışır (Alba ve Hasher, 1983).

Şemanın Bartlett'ten sonra daha değişik bir şekilde ele alındığına rastlanabilmektedir. Bunlardan birisi Minsky'nin çerçeveler kuramıdır (frame theory). Çerçeveler de bir çeşit şemadır ve aşına olan bir olayın “yapısı” hakkındaki bilgileri içerir. Burada olayla ilgili genel bilgidен ziyade, vurgu, olayın benzer olaylarla paylaştığı bir takım içsel yani yapısal özelliklerindedir (Alba ve Hasher, 1983). Örneğin bir metnin giriş, gelişme ve sonuç bölümleri vardır. Hikayenin “içeriği” ne olursa olsun bu plan bütün hikayelerde bulunur. Eğer bunların yeri değiştirilirse metnin anlaşılması zorlaşır. Bir diğer teori ise Schank ve Abelson'un (1977) senaryo teorisidir (script theory). Senaryolar deneyimlediğimiz olaylar hakkında oluşturduğumuz genel bilgilerdir. Çerçevelerden (frame) farklı olarak olayla ilgili özel bilgiyi yani içeriği de kapsar.

Şema güdümündeki süreçler dörde ayrılır. Bunlar seçme, soyutlama, yorumlama ve birleştirmedir. Bu süreçlerin sonucunda oluşan şemalar çok çeşitlidir: gerçeklere ve kavramlara ilişkin şemalar, kişi şemaları (başkalarının kişilik özellikleriyle ilgili), öz

şemaları (kendi kişiliğimizle ilgili), rol şemaları, bağlam şemaları, süreç şemaları, strateji şemaları ve duygulanım şemaları gibi (Nishida, 1999). Şemalar arasında hiyerarşik bir düzen vardır. Üst düzey şemalar daha alt düzey şemaları organize ederler. Alt şemalar bir ağ oluştururlar ve bu ağ davranışı kontrol eder (Nishida, 1999). Bütün bunlara göre, şemanın davranışı etkilemesi yukarıdan aşağıya (top down) bir bilgi işleme sürecidir (şema güdümünde). Ama uygun bir şema yok ise o zaman kişi uyarıcının her bir özelliğini ayrı ayrı incelemek durumunda olacaktır. Bu durumda ise aşağıdan yukarı (bottom up) bir bilgi işleme söz konusudur (Fiske ve Taylor, 1984). Şema güdümündeki bilgi işleme, doğal olarak daha az enerji harcar.

Şemalar ne kadar güçlü ise beklenti o kadar fazladır. Karmaşık olaylarla karşılaşınca kişiler şemalara daha bağımlı olurlar. İşlenecek bilginin fazla miktarda olması da şemaya olan bağımlılığı artırır. İşleme için süre yetersizse, işlenecek olay veya bu olayın özellikleri fazla sayıda ise, kişilerin özellikleriyle ilgili bilgiler yerine davranışlarıyla ilgili bilgiler fazla ise şemalar etkin rol alırlar (Stangor ve McMillan, 1992). Dolayısıyla, içinde bulunulan bağlam tarafından harekete geçirilen şemalar, daha sonra olacak ve beklentimizle uyumlu olayları daha hızlı algılamamızı ve bunlara daha hızlı tepkide bulunmamızı sağlar. Gelen bilgiler o anda aktif olan şemanın yarattığı beklentiden farklı bir yönde ise bu bilgi, şemanın yarattığı çelişki sayesinde, daha iyi hatırlanır hale gelir.

Ancak işlenecek bilgiye uygun şema her zaman bulunmayabilir. Grasesser'in sosyal psikolojik olaylar için geliştirmiş olduğu "şema işaretleyicisi artı etiket" modeli (schema pointer plus tag model), şemaya uygun olmayan olayların nasıl olup da daha iyi hatırlandığını açıklamaktadır. Buna göre, şemayla uyuşmayan bilgi uzun süreli bellekte başka bir alanda depolanır ve özel bir etiket ile işaretlenir (Stangor ve McMillan, 1992). Bu şekilde canlı, beklentiyle uyumlu bilgi için "hızlı işleme", uyumsuz bilgi için "etkili kodlama" avantajından yararlanır.

Beklenti oluşumunda önemli etkenlerden birisi de kategorilerdir. Kategorilerde benzer olaylar, objeler ve hareketlerin hepsinde bulunan ortak özellikler soyutlanarak bir prototip oluşturulur. Bunlar o kategorinin en iyi ve temel temsilcileridir. Karşılaşılan



uyarıcının sınıflandırılabilmesi için prototiple karşılaştırılması gerekir. Kategori ve şemalar farklıdır. Kategoride kendisini oluşturan nesnelere, ya da özelliklerin görünüşleri vardır. Şemada ise kategoriye oluşturan nesnelere özelliklerinin bilgisi vardır. Kategoriyeye uyan bir uyarıcı kategori temelli bir bilgi işleme sürecinden, uymayansa adım adım özelliklere dayalı bir değerlendirme sürecinden geçirilir. Kategori temelli bir bilgi işleme sürecinde yanlılık ve hazır oluş söz konusudur (Sorrentino, 1986).

Stangor ve Duan (1991) beklenti süreciyle ilgili açıklamalarında stereotipik bilgi işlemeyi kullanmıştır. Stereotipik işlemede aksi yönde bilgi olmasına rağmen bireyler sahip oldukları stereotipleri ve inançları korurlar. Sosyal gruplar hakkında yaşantılar ya da söylentiler yoluyla oluşturulmuş bilgi, o grubun yeni bir üyesiyle ilgili bilgiyi yorumlamada ve kararlar almada etkilidir. Kişide beklenti yaratırlar. Bazı durumlarda beklentiye uygun olmayan bilginin daha net bir şekilde hatırlanmasının nedeni, bunları kişinin var olan bilişsel yapıya uydurmaya çalışırken ortaya koyduğu bilişsel çabadır (inconsistency resolution) (Stangor ve Duan, 1991). Piaget ve başka bir çok bilişsel psikologa göre, şema ve uyarıcı arasındaki orta düzey bir uyumsuzluk, bilişsel bilgi işleme süreçlerinin ve bilişsel büyümenin temellerindedir. Çünkü bu fark bir belirsizlik yaratır ve bu da belirsizliği çözmek için gerekli olan güdülenmeyi sağlar (Sorrentino, 1986).

## **1.2. FİZYOLOJİK PSİKOLOJİDE BEKLENTİ KAVRAMI**

DeneySEL psikofizyolojide de beklenti konusu araştırmacıların ilgisini çekmiş ve beklentinin elektrofizyolojisi ile ilgili görsel ve işitsel uyarıcıların kullanıldığı bir çok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalarda beklenti çeşitli paradigmalara deney öncesinde ya da deney sırasında oluşturulmuştur. Beklenti sürecinin hangi elektrofizyolojik göstergelerle temsil edildiği, bu göstergelerin temel bileşenlerinin neler olduğu ve beyinde hangi bölgelerde ortaya çıktıkları incelenmiştir. Dokunsal uyarıcılarla ilgili beklentinin de ele alındığı bazı çalışmalara da rastlanmaktadır.

### 1.2.1. Saf Seslere Karşı Oluşan Beklentinin Elektrofizyolojik Karşılıkları

Elektrofizyoloji ile ilgili bilimsel yazında beklenti kavramının (expectation), öngörü (anticipation) kavramıyla değişimli bir şekilde kullanıldığı görülmektedir. Öngörü bir şeyin önceden olacağını sezmek ve tepkiyi buna göre şekillendirmek, ya da bu yönde bir niyet olarak da alınabilir. Önceden bir şeyin olacağını öngörüsünde bulunabilmek için bilinçli ve sağlam bir çalışma belleğinin olması gerekir (Posada ve diğ., 2001). Organizmanın öngörüde bulunmasının amacı, hem bilgi sisteme girerken hem de bilginin sistemden çıkışında hız sağlamak ve tepkiye hız kazandırmaktır. Bu iki ayrı süreç, öngörüye bağlı dikkat ve motor hazırlık evreleri olarak da sınıflandırılırlar ve negatif yavaş dalgalar ve olay-ilişkili desenkronizasyon ile temsil edilirler (event-related desynchronization, ERD). Motor hazırlık devresinin negatif yavaş dalgalara etkisi hazırlık potansiyelleri bağlamında incelenmiştir. Olay ilişkili senkronizasyon ve desenkronizasyonun ise daha çok istemli hareketin gerekli olduğu görevlerde ortaya çıktığı belirlenmiş, etkinin daha çok alfa ve beta frekanslarında olduğu gözlenmiştir (Bastiaansen ve diğ., 1999).

Bastiaansen ve arkadaşlarına (1999) göre öngörüsül davranış (anticipatory behavior), içinde bulunulan çevrede ya da bağlamda, zaman içinde meydana gelebilecek değişiklikler ve bu değişiklikler sonucu belirli bir yönde hareket etme ile sonuçlanacak varsayımsal bilgi üzerine temellenir.

Bu tanımı biraz daha açmak gerekirse, olayın vuku bulacağı hakkında yüzde yüz kesinlikte bir bilgi yoktur; fakat geçmiş yaşantılar sonucu elde edilen deneyimler ışığında olayın olma ihtimali, ne şekilde ve nasıl olacağına dair yüksek olasılıklı varsayımsal bir bilgi söz konusudur. Bu bilgi belirli bir yönde tepkide bulunmayı, harekete geçmeyi tetiklemektedir. Bu şekilde canlı hem algılama sürecinde hem de bu algılama sürecine uygun tepkiyi verme sürecinde daha hızlı hareket eder. Bunun nörofizyolojik anlamı, olayla ilgili işlemlemeyi yapacak ve belirli bir yönde tepkide bulunmayı yönlendirecek beyin yapılarının, olay olmadan önce hazır hale gelmesidir. Böylece bu yapıların tepki eşikleri, daha hızlı ve etkin işlemlemeyi gerçekleştirmek amacıyla düşmektedir.

Canlının bu şekildeki bilgi işleme stratejisi, onun çevresine uyumuna yönelik bir davranıştır (Bastiaansen ve diğ., 1999). Bulunduğu çevrede neredeyse bir bilgi bombardımanına uğrayan canlı, varolabilmek için, yaşamsal değeri olan uyarıcıları, ilgisiz uyarıcıların oluşturduğu yığından biran önce çekip almak zorundadır. Canlının yapması en gerekli bu seçme-eleme süreci, sadece hangi uyarıcıların işlemleneceği konusunda değil aynı zamanda da hangi uygun tepkinin verileceği konusundadır. Öngörüşel davranış bu iki süreç üzerinde de etkin rol oynar.

Bu tez çalışmasına temel oluşturan ve beklentinin elektrofizyolojisi ile ilgili belli başlı çalışmalardan birisi de Demiralp ve Başar'ın 1992 de insan katılımcılarla yaptığı çalışmadır. Çalışmada atlanan uyarıcı paradigması (omitted stimulus paradigm, Sutton ve diğ., 1965) kullanılmıştır. Burada beklenti aşına olunan olayın olacağından önceden öngörüşmesidir. Katılımcının görevi atlanan uyarıcının gelme anını tahmin etmektir. Bu paradigmaya ek olarak, hiçbir sesin atlanmadığı ve uyarıcılar arası zaman aralığının sabit olmadığı, ikinci bir karşılaştırma paradigması daha kullanılmıştır.

Demiralp ve Başar'ın (1992) bu çalışmadaki hipotezine göre, paralel işlemlemeye dayalı olarak beyinde ayrı ayrı yerlerde gerçekleşen duyuşal ve bilişsel süreçler zaman ekseninde üst üste binişerek olay ilişkili potansiyelleri (OİP) oluşturmaktadırlar. Yazarlar bu iki sürecin en iyi şekilde frekans düzleminde yapılacak analizlerle ayrıştırılabileceğini öne sürmektedirler. Yapılan analizler bu hipotezlerini destekler niteliktedir. Bu sonuçlara göre, 1. 2. ve 3. uyarıcılara ilişkin olay ilişkili potansiyellerin genlik ve latans değerlerinde bir farklılık görüşmezken; genlik frekans karakteristikleri analizlerinde işitsel uyarıcılar için frontal alanda 3-6 Hz aralığında büyük bir zirve gözlenmiştir. Parietal alanda ise 7 ve 10 Hz civarlarında aynı genlik değerinde iki ayrı zirve vardır. Tüm bunlara ek olarak, genlik frekans karakteristikleri analizlerinde elde edilen frekans sınırları kullanılarak yapılan sayısal filtrelemede, 3. uyarıcıya verilen tepkilerin oluşturduğu genel OİP ortalamalarındaki artışın en çok teta bandındaki artışlarla ilişkili olduğu ortaya çıkmıştır. Bu ilişki frontal ve parietal alanlarda özellikle anlamlıdır. Katılımcılar hedef uyarıcının (4. atlanan uyarıcı) verilme anını belirlemek için dikkatlerini, 3. uyarıcıya, 1. ve 2. uyarıcıya odakladıklarından daha fazla odaklamışlardır. Frontal lobtaki teta artışını bu lobun, seçici dikkat görevlerindeki

düzenleyici etkisine bağlıdır (Demiralp ve Başar, 1992). Bu aynı zamanda birlikte uyumlu bir şekilde çalışan frontolimbik yapıların varlığına da işaret etmektedir.

Ayrıca atlanan uyarıcıdan bir önceki 3. uyarıcıya ilişkin genel ortalamalar ile deneklerin aynı sese ikinci paradigma altında verdikleri işitsel tepkilerinden oluşturulan genel ortalamalar, birbirlerine yapı itibariyle çok benzemektedirler. N100 ve P200 bileşenleri dışında belirgin bir bileşen yoktur. İki paradigma açısından tek fark N100 ve P200 genlik değerlerinin, atlanan uyarıcı paradigmasında, ikinci paradigmaya oranla daha yüksek oluşudur. Bu farklılık, N100 ve P200 bileşenlerin dikkatle ilişkili olmasından kaynaklanmaktadır (Demiralp ve Başar, 1992). Yani atlanan uyarıcı paradigmasında dikkat, 3. uyarıcıya daha fazla yoğunlaşmaktadır.

Beklenti sadece insanlara özgü bir durum değildir. En basit klasik koşullanma ya da operant koşullanmada da beklenti söz konusudur. Daha alt düzey canlılarda beklenti oluşumu elektrofizyolojik ve anatomik olarak ne derece insandakine benzemektedir? Demiralp ve arkadaşlarının (1994) kedilerin hippocampus, işitsel korteks (auditory cortex), motor korteks ve retiküler formasyonlarına (reticular formation) şırıjrik yöntemle yerleştirilmiş elektrotlarla elde edilmiş veriler üzerinde yaptıkları analizler, yukarıda açıklanan sonuçlara benzerlik göstermektedir. Beşinci uyarıcının atlandığı bu çalışmada, hem işitsel kortekste hem de retiküler formasyonda 1., 2., 3. ve 4. uyarıcılara verilen tepkiler sonucu oluşan olay ilişkili potansiyellerin genliklerinde istatistiksel bir farklılık bulunmamıştır. Buna karşın hippocampusta bulunan elektrotlardan alınan kayıtlarda 4. uyarıcıya verilen OİP'nin genliği (tepeden-tepeye: peak-to-peak) önceki üç uyarıcının genliklerinden belirgin şekilde yüksek olmuştur. Aynı durum motor korteksten elde edilen OİP'ler için de söz konusudur.

Frekans düzleminde yapılan analizlerde ise işitsel korteksten kaydedilen 1., 2., 3. ve 4. uyarıcıya ilişkin tepkiler, genlik-frekans karakteristikleri açısından bir farklılaşma göstermemektedir. Bununla birlikte hemen hemen tüm uyarıcılar için merkez frekansı alfa (12 Hz) aralığında olan geniş bir zirve elde edilmiştir. Bu büyük zirvenin yanında küçük zirveler halinde teta (7 Hz), delta (3 Hz) ve beta (20 Hz) osilasyonları görülmektedir. Gamma (40 Hz) ise tüm bu bahsedilen zirvelerden ayrı bir zirve olarak

gözlenmektedir. Benzer sonuçlar retiküler formasyon, hippokampus ve motor korteks için de söz konusudur. Fakat hippokampal alanlardan elde edilen OİP'lerde gözlemlenen 4. uyarıcıdaki genlik artışı, genlik frekans özelliklerindeki zirvelerden sadece teta ile ilişkili olmuştur. Bu doğrultuda, 4. uyarıcıya ilişkin teta (3-8 Hz) bandındaki genlik artışları ile 4. uyarıcıya ilişkin OİP genlik artışları bir biriyle anlamlı bir korelasyon ilişkisi içinde olduğu belirlenmiştir.

İnsanlardan ve hayvanlardan elde edilen bileşenlerin doğrudan karşılaştırılmasının doğru olmayacağını yazarlar da kabul etmekle birlikte, kedilerin beyinlerinden elde edilen OİP'lerin P300'e benzemesi yazarlarda kedilerin ritmik uyarılmaya maruz kalmaları ve her defasında 5. uyarıcının atlanması sonucunda, odaklanmış dikkat geliştirdikleri ve bunun sonucunda da bir beklentiye girdikleri izlenimini doğurmuştur. İnsanlardan elde edilen sonuçlar ile kedilerden elde edilen sonuçlar arasında benzerlikler söz konusudur. Kedilerin hippokampuslarından ve motor kortekslerinden elde edilen OİP'lerin genlik artışları tıpkı insanlarda olduğu gibidir. Yani 4. uyarıcının genliği diğerlerinden fazladır. Bu çeşit bir örüntünün motor kortekste de görülmesi, insandaki frontal ve parietal dağılıma benzerlik göstermektedir. Her iki canlı grubunda da teta bandında anlamlı bir artış olmaktadır. Demiralp ve arkadaşlarına (1994) göre bu artış aslında işlev itibarıyla odaklanmış dikkat ve beklenti geliştirmede etkili bir sistemin (hippokampal-frontal-parietal) çalışması sonucunda meydana gelmektedir.

Buraya kadar olan çalışmalarda, atlanan uyarıcıdan bir önceki uyarıcıya karşı oluşan OİP ve olay ilişkili osilasyonlar (OİO) incelenmiştir. Bu tez çalışmasında ise ayrıca atlanan uyarıcıya karşı verilen elektrofizyolojik tepkiler ele alınmıştır. Bu nedenle iki çalışma grubunun 1989 ve 1991'de yaptıkları iki çalışmaya değinmekte fayda vardır.

Bunlardan ilki Başar ve arkadaşlarının (1989) yaptığı çalışmadır. Bu çalışmada, atlanan uyarıcının verilme anının hemen öncesindeki 1 saniyelik zaman dilimi incelenmiştir. Bu zaman diliminde, atlanan uyarıcının gelme anına yakın zaman dilimi içerisinde faz açısından düzenli bir örüntü (phase-ordered pattern) elde edilmiştir. Oluşturulan zamansal dönemler (epochs ya da sweeps), yüksek-geçirgen filtresi 1 Hz ve alçak-geçirgen filtresi 25 Hz olarak sayısal olarak filtrelenmiştir. Tepe noktasından (verteks)

alınan kayıtlar, ilk 10 ve son 10 zamansal dönem üst üste bindirilerek, faz düzenliliği (phase ordering) açısından karşılaştırılmıştır. Katılımcıların geribildirimleriyle doğru orantılı olarak, faz çakışması son 10 zamansal dönemde, ilk 10 dönem için olduğundan daha belirgin olmuştur. Benzer bulgulara 9 Hz, 4 Hz ve 40 Hz frekanslarında da rastlanmıştır. Yani 7-12 Hz 3.5-8 Hz ve 30-50 Hz'lik sayısal filtreler uygulandığında, uyarıcı öncesi EEG ritmik bir yapı halini almakta, atlanan uyarıcı sonrasında ise bu düzenlilik (phase-ordering) yok olmaktadır.

Böylelikle tekrarlı ritmik uyarıcıların kullanıldığı bilişsel görevlerde (atlanan uyarıcının zihinsel olarak gelme anının işaretlenmesi) beklenen uyarıcıya ilişkin EEG örüntüleri elde edilmiştir. Onlar bu örüntüler için yarı-kestirimli (quasi-deterministic) EEG kavramını kullanmışlardır. Bu yapıların oluşumunda kısa süreli öğrenme süreçleri ve dolayısıyla kısa süreli bellek aktif rol oynamaktadır. Başar ve arkadaşları (1989) bunları dinamik bellek olarak da adlandırmaktadırlar. Bu bellek çeşidi bilgi işlemede seçicidir. Dikkat olarak da adlandırılan süreç ise sınırsız kapasiteli duyuşsal bellekten, seçici bir şekilde kısa süreli belleğe bilgi aktarılmasıyla çok yakından ilgilidir. Atlanan uyarıcı paradigmasındaki bu süreç kendisini en iyi 10 Hz frekansında ve atlanan uyarıcıdan önceki 300 ile 1000 milisaniye zaman diliminde göstermektedir.

Özetle, düzenli bir şekilde tekrarlayan uyarıcı dizisi içinde atlanan uyarıcıya karşı yine düzenli bir şekilde oluşan seçici ve odaklanmış dikkat, merkezi sinir sisteminin çalışması için gerekli olan girdileri (inputs) içsel olarak sağlayabilir. Böylece atlanan uyarıcı anında hiçbir dış uyarıcı olmamasına karşın 10, 40 ve 4 Hz frekanslarında gözlemlenen düzensiz durumdan düzenli ve koherent bir yapıya geçiş açıklanabilir hale gelir (Başar, 1999).

Atlanan uyarıcılara verilen elektrofizyolojik tepkileri inceleyen bir başka çalışma ise Başar-Eroğlu ve arkadaşlarının (1991a) çalışmasıdır. Bu çalışmada kedilerin çeşitli beyin bölgelerinden (hippokampus, retiküler formasyon ve işitsel korteks) kronik elektrotlar aracılığı ile kayıt alınmıştır. Atlanan uyarıcıya ilişkin denek-içi ortalamaların oluşturulmasında seçici ortalama yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde göz hareketleri artefakları ve uykuya işaret eden EEG'nin gözlemlendiği kısımlar atılmıştır. Bu şekilde

seçilen zaman dilimlerinin (epoch ya da sweep) ortalamaları alınmıştır. Bu zaman dilimleri, atlanan uyarıcının olması gerektiği zaman anı “0” kabul edilerek bunun 1 saniye öncesi ve 1 saniye sonrası olacak şekilde oluşturulmuştur. Hem denek ortalamaları hem de genel ortalamalar belirgin bir P300 bileşeni ortaya çıkarmıştır (öncesinde büyük bir N200 ve sonrasında P300). Yapılan tüm deneylerde (27 tane) P300 hippokampusta her zaman elde edilmiştir. Fakat retiküler formasyon ve işitsel kortekste böyle bir tutarlılık gözlenmemiştir. Bu sonuç yazarlarda P300’ün kaynağının hippokampus olabileceğini düşündürmüştür. Nitekim, bunu test etmek için yapılan bir çalışma (Başar-Eroğlu ve diğ., 1991b), P300’ün tam olarak odak bölgesinin, hippokampus içindeki CA3 katmanı olduğu göstermiştir. Bu bölgede bulunan hücreler sanki birer karşılaştırma birimi gibi davranmaktadır. Yeni bir uyarıcıyla karşılaştıklarında uyarılmakta fakat uyarım devam ettikçe alışma tepkisi göstermektedirler. Vinogradova ve Dudaeva’ya göre bu alışılan ya da bir şekilde beklenen uyarıcının özelliklerindeki değişiklik hücreleri tekrar aktif hale getirmektedir (aktaran Başar-Eroğlu ve diğ., 1991b).

Genlik frekans karakteristikleri analizleri ise P300’ün genliğine en çok katkı yapan frekans bantlarının sırasıyla teta (3-8 Hz), alfa (8-15 Hz) ve gamma (40 Hz) olduğunu göstermiştir (Başar-Eroğlu ve diğ., 1991b). Hippokampustaki teta senkronizasyonu, OİP’lerin genliklerinde artışa neden olmuştur. Bu sonuç Karakaş ve arkadaşlarının (2000a) insanda P300’ün genliğine katkı yapan bileşenlerin belirlenmesiyle ilgili çalışmaları ile de kısmen uyumludur. Bu çalışmada P300 genliğine en çok katkının delta ve teta bandında olduğu görülmektedir.

### **1.2.2. Anlamsal Bütünlüğü Olan Uyarımlara Karşı Oluşan Beklentinin Elektrofizyolojik Karşılıkları**

Bir grup çalışmada da beklentinin elektrofizyolojisi okuma metinleri için incelenmiştir. Kutas ve Hillyard’ın (1984) dilsel (linguistik) işlemenin incelendiği çalışmalarında deneklere cümleler verilmiştir. Bu cümlelerin son kelimeleri eksiktir. Bu eksik kısım bazı durumlarda cümleyle anlamsal olarak uyuşmayan sözcüklerle, bazılarında ise de

anlamsal olarak uygun kelimelerle tamamlanmıştır. Her iki durumda da cümlenin gramatik yapısı korunmuştur. Olay ilişkili potansiyellerde N400 olarak adlandırılan bir bileşenle karşılaşılmıştır. N400 dilsel işleme söz konusu olduğunda ortaya çıkan bir bileşendir. İşin beklenti açısından ilginç olan yanı, anlamsal olarak uygun olmayan kelime durumunda N400'ün genliğinin uygun olan duruma göre gözlenenden daha yüksek olmasıdır. Semantik bağlam tarafından oluşturulan beklenti ne kadar güçlü ise, bu beklentiye uygun olmayan bir kelime geldiğinde ortaya çıkan N400'ün genliği o kadar yüksektir.

Kelime işleme ve beklentiyle ilgili ilginç çalışmalardan birisi de Dien ve arkadaşlarınıninkidir (2003). Bu çalışmalarda bir şeyin kelime olup olmadığını anlamının P150 bileşeniyle temsil edildiği görülmüştür. Diğer çalışmalarda olduğu gibi bu çalışmada da, N400'ün semantik işleme ile ilgi olduğu; bağlama uygun olmayan bir kelime sona getirildiğinde N400'ün süresinin de (duration) arttığı görülmüştür. Ayrıca, bağlama uygun kelimelerin sol lateral temporal lobda erken dönem negatif bileşenlere (N300) yol açtığı gözlemlenmiş, bu bileşenin gramatik hatadan etkilenmediği görülmüştür.

### **1.2.3. Melodik Yapı Yardımıyla Oluşturulan Beklentinin Elektrofizyolojik Karşılıkları**

Beklenti yukarıda olduğu gibi cümlelerle oluşturulabileceği gibi müzik parçalarıyla da oluşturulmaktadır. Fakat müzik parçalarının kullanıldığı çalışmalarda, N400 ortaya çıkmamaktadır (Verleger, 1990; Paller, McCarthy ve Woods, 1992; Besson ve Faita, 1995). Bu bulgu dil ve müzik işleme sürecine ilişkin faaliyetlerin birbirinden farklı olduğunu göstermektedir. Müzikle ilgili beklenti sürecini gecikmiş pozitif bileşenler yansıtmaktadır. Melodik yapıya yani bağlama uygun olmayan, parçanın sonunda yapılan ton değişimleri P300 bileşenini ortaya çıkarmaktadır (Verleger, 1990; Paller, McCarthy ve Woods, 1992). Değişimleme müzik parçasının ortalarında yapıldığında böyle bir bileşen gözlemlenememiştir.



Besson ve Faita'da (1995) müzikle uğraşan ve uğraşmayan kişileri karşılaştırmıştır. Bu çalışmada parçaların bazıları tanıdık bazıları ise tanıdık değildir. Parçaların sonunda yapılan uygun olmayan değişiklikler, ya tonik uygun olmayan ya da diatonik bir nota getirilerek yapılmıştır. Eğer kişiler kararlarını belirli bir şemaya göre veriyorlarsa, tanıdık parçalar için sonda yapılan diatonik (uygun olmayan) değişimler, hem müzikle uğraşanlar hem de uğraşmayanlar tarafından kolayca fark edilmelidir. Çalışma sonucunda, diatonik son nota getirilmesiyle ortaya çıkan gecikmiş pozitif bileşenin (P300) genliğinin, tonik bozulmalarda ortaya çıkan P300 genliğinden daha yüksek olduğu görülmüştür. Ayrıca P300 bileşeni, diatonik uygun olmayan son nota getirildiği durumda, tonik uygun olmayan son nota getirildiği duruma göre daha erken zamanda ortaya çıkmaktadır. Bu bulgular bize P300'ün müzikte beklentinin göstergesi olabileceği yönünde önemli deliller sunmaktadır.

#### **1.2.4. Beklentiyle İlgili Diğer Paradigmaların Belirlediği Elektrofizyolojik Değişimler**

Elektrofizyoloji literatüründe beklenti, atlanan uyarıcı paradigmasına ek olarak farklı paradigmalarla da çalışılmıştır. Bunlardan ilki Bastiaansen ve arkadaşlarının (1999) öngörüşel davranışı (anticipatory behavior) inceledikleri çalışmalarındaki paradigmadır.

Bu paradigmada, katılımcıya belirli bir süreyi tahmin etmeleri ve bu süre sonunda da bir düğmeye basmaları istenmektedir. Deney sırasında katılımcıya bir başlama işareti verilmektedir (warning stimulus). Katılımcı bu ikazdan sonra geçecek zamanı değerlendirerek, belirli bir süre geçtikten sonra, örneğin 4 saniye, bir düğmeye basması gerekmektedir. Bu motor tepki sonrasında (2 saniye sonra) katılımcıya yaptığı tepkinin doğruluğuna ilişkin geribildirim (knowledge of results, KR) verilmektedir. Bu geribildirim işitsel ya da görsel olabilmektedir.

Öngörüşel dikkat, geribildirim öncesince oluşacak yavaş potansiyellerle kendini göstermiştir. Bu bileşene uyarıcı öncesi negativite de (stimulus preceding negativity, SPN) denmektedir. Fakat yapılan başka çalışmalarda uyarıcı öncesi negativitenin,

sadece beklenti durumunda değil aynı zamanda duygusal uyarıma (emotional arousal) yol açan veya duygusal-motivasyonel değeri olan uyarıcılara karşı da elde edildiği bulunmuştur (Damen ve Brunia, 1994).

İşitsel uyarıcıya ilişkin öngörüşel dikkat, kendini birincil duyuşal alanlardaki (primary sensory areas) 10 Hz'lik ritmik faaliyet olarak ortaya koymalıdır (Bastiaansen ve diğ., 1999). Fakat araştırmacılar yaptıkları OİP analizlerinde, geribildirim öncesi dönemde işitsel uyarıcılar için, beklentiyle ilgili olduğu düşünölen yavaş dalga aktivitesini ve 10 Hz'lik ritmik aktiviteyi gözlemlenemiştir. Bu sonucu yazarlar işitsel uyarıcıya bağılı olarak değışimlenmesi gereken 10 Hz'lik tau ritminin normal OİP analizleriyle ve saçlı deri üzerinden alınan EEG ile gözlemlenemediğine bağlamıştır. Tau ritminin kaynağı supratemporal işitsel kortektir. Bu ritim alfa aralığındadır (10 Hz); ancak ritm göz açılıp kapatıldığında değışimlenen alfa frekansından ve motor davranış ya da motor planlama sırasında oluşun mu ritminden (10 Hz ve 20 Hz'lik iki bileşenli bir yapı) farklıdır. İşitsel uyarıcılar verildiğinde tau genliğinde azalma olmaktadır.

Bastiaansen ve arkadaşlarının (1999) bu güçlüğü aşmak için yaptıkları, MEG çalışmasında ise sadece iki katılımcıda işitsel uyarıcıya bağılı ve odak noktası işitsel korteks üzerinde olan yavaş dalgalar gözlemlenmiştir. Geribildirim öncesi döneme ilişkin olay ilişkili desenkronizasyon çalışmalarında ise 10 Hz frekansında bu iki katılımcıda sağ ve sol işitsel korteks üzerinde lokal aktivasyonlar bulunmuştur.

Beklentiyle ilgili paradigmalardan bir diğeri ise daha eski olan Walter ve arkadaşlarının (aktaran Picton, 1998) “bağılı negatif değışim” (Contingent Negative Variation: CNV) bileşenini ortaya koyan paradigmalarıdır. Bu bileşeni gözlemlmek için oluşturulan paradigmada da bir uyarıcı sinyal (warning stimulus) vardır. Bu uyarıcıdan 500 ila 1500 ms sonrasında ise bir hedef uyarıcı (target stimulus) verilmektedir. Katılımcılardan hedef uyarıcının verildiği anda motor bir tepkide bulunmaları istendiğinde, bu motor tepki öncesinde frontosentral alanlarda büyük bir negatif bileşen gözlenmektedir (Luck, 2005).

Walter ve arkadaşlarına göre, CNV duyuşsal bir işlemelemin bir sonucu olmayıp, hareket ya da bir karar anı için hazırlık sürecini yansıtmaktadır (aktaran Picton, 1998). Walter ve arkadaşları CNV'yi "beklenti dalgası" (expectation wave) olarak adlandırdılar. CNV'nin genliği, oluşan beklentinin şiddeti, ise birkaç faktöre bağlıdır. Bunlardan ilki, her uyarıcı sinyalin olması koşulunda hedef uyarıcının da birlikte bulunma olasılığıdır. Bu olasılık düştükçe CNV'nin genliği belirli bir noktaya kadar kendini korur; fakat o nokta geçildikten sonra hızla düşer. İkinci faktör ise hedef uyarıcı anında motor tepkinin verilip verilmediğidir. Motor tepki olması durumunda CNV genliği, olmaması durumuna göre daha yüksektir. Üçüncü ve son faktör ise, görev üzerinde katılımcının ne kadar yoğunlaştığı, hedef uyarıcıyı çevredeki görevle ilişkisiz diğer uyarıcılardan ne kadar kolaylıkla seçip ayırdığıdır. Dikkatin yoğunlaşması ile birlikte CNV genliği artmaktadır.

### **1.3. BEKLENTİYLE İLGİLİ ANATOMİK YAPILAR**

#### **1.3.1. Talamus**

Bastiaansen ve arkadaşları (1999b) beklenti ile ilgili süreçlerle ilgili olduğunu düşündükleri anatomik yapıları bir araya getirerek bir nörofizyolojik model oluşturmuşlardır. Bu modelde talamus merkezi bir rol oynamaktadır.

Bilindiği gibi talamus bütün duyu organlarından gelen yolakların kortekse ulaşmadan önceki değerlendirme istasyonlarını (relay nuclei) içeren bir yapıdır. Farklı modalitedeki bilgiler bu istasyonlardan, kendileriyle ilgili biricil (primary) kortikal alanlara yönlendirilirler (Bastiaansen ve diğer., 1999b). Talamus üzerinde bulunan bir başka grup hücre topluluğu ise bağdaştırıcı istasyonlardır (association nuclei). Bu tip istasyonlar ise korteks üzerindeki birincil, ikincil ve üçüncül alanlardan veri alırlar ve bu aldıkları veriyi işlemedikten sonra yine bu kortikal alanlara yollarlar.

Talamusun önemli bir özelliği de üzerinin ince bir zar ile kaplı olmasıdır (Bastiaansen ve diğ., 1999). Bu ince zar içerisindeki hücelere reticular nucleus (RE) denmektedir. Bu hüceler alttaki alanlarla ketleyici (inhibitory) bağlantılar kurmaktadır. RE'ye üstten prefrontal korteksten, alttan ise beyin sapından yolaklar gelmektedir. Prefrontal korteksten gelen yolaklar RE hüceleri ile seçici bir şekilde bağlantı yapmakta iken alttan gelen yolaklar bu hücelere yaygın bir şekilde (diffuse) bağlantılar oluşturmaktadır. Dolayısıyla Bastiaansen ve arkadaşları üst bağlantıların seçici dikkat, alt bağlantıların ise genel uyarılmışlık (arousal) ile ilgili olduğunu düşünmektedirler. Eğer prefrontal korteks belirli bir sektördeki RE hücelerini aktif hale getirirse, RE'nin altındaki bu bölgeler inaktif duruma gelirler ve buradaki bilgiler kortekse geçemez.

Skinner ve Yingling'e göre (aktaran Bastiaansen ve diğ., 1999b) RE'nin altındaki talamik hüceler iki ayrı modda sinyal gönderirler. Bunlardan ilki 'tonik' mod, diğeri ise 'burst' moddur. Eğer RE hüceleri aktif ise alttaki hüceler sinyallerini kortekse ulaştırırlar. Bu durumda alttaki hüceler burst moddadır. Tonik modda ise RE hüceleri inaktif durumdadır. Dolayısıyla alttaki hüceler sinyallerini kortekse ulaştırırlar. Bu yapı bir anahtar görevini üstlenmektedir. Burst modda anahtar kapalıdır. Bu durum kendisini korteks üzerinde senkronizasyon ile gösterir. Tonik modda ise anahtar açıktır ve desenkronizasyon söz konusudur. Tonik modda, talamustan korteksteği ilgili bölgelere gelen sinyaller o bölgedeki hücelerin dentritik yapılarında hızlandırıcı sinaps sonrası potansiyellerin (excitatory postsynaptic potentials) artmasına yol açar. Bu koşulda hücrenin tetiklenme eşiği düşer. Hücre daha kolay tetiklenir. Yani bu gerek motor gerekse bilişsel anlamda uyarıcının gelme anına hazır oluşun fizyolojik bir göstergesidir, ve kendisini korteks üzerinde uyarıcı öncesi dönemde artan yavaş potansiyelle ifade etmektedir (Bastiaansen ve diğ., 1999b).

### **1.3.2. Serebellum**

Bu çalışmada kullanılan paradigmalarda oluşturulmaya çalışılan beklenti belirli uyarıcının gelme anının tahminiyle ilgilidir. Yani zamansal bir beklenti söz konusudur.

Bu durumda uyarıcılar arasındaki zaman farklarını tespit edecek anatomik yapılar önem kazanmaktadır. Serebellum ise bu konuda ön plana çıkmaktadır.

Serebellumun eskiden beri motor öğrenme, başka bir deyişle hareketleri düzenleyen bir yapı olduğu düşünülürdü (Thach, 1996). Fakat yapılan araştırmalar serebellumun bilişsel işlevlerle de yakından ilgili olduğunu göstermektedir. Örneğin yapılan bir çalışmada (Gottwald ve diğ., 2003) yeni görev öğrenilirken serebellar aktivitenin arttığı gözlenmiştir; öğrenme tamamlandıkça serebellar aktivite de azalmıştır. Timmann ve arkadaşlarına göre (2002) serebellum klasik koşulanma ve çağrışımsal öğrenmede de etkilidir. Courchesne ve Allen'e göre ise (1997) serebellum genel hazırlık durumu ile ilgilidir. Bu yapı, belirli bir grup uyarıcıyı işleyecek ve bu uyarıcılara tepkide bulunacak yapıları hazırlamaktadır. Bu yönüyle serebellum beklentiyle yakından ilgilidir.

Serebellumun birçok kortikal alan ve limbik yapı ile bağlantısı olduğu bilinmektedir. Örneğin prefrontal, temporal, posterior parietal korteksler ve talamus ile serebellum arasında yoğun bağlantılar bulunmaktadır (Gottwald ve diğ., 2003). Böyle bir bağlantı örüntüsü, serebellumun dikkatle de ilişkili olabileceğinin ipuçlarını vermektedir. Nitekim Von Zomeren ve Brouwer (1994) dikkatle ilgili işlevleri iki boyutta toplamıştır. Bunlardan ilki şiddet, diğeri ise seçiciliktir. Şiddet boyutu uyanıklık (alertness) ve sürdürülmüş dikkat (sustained attention) ile ilgilidir. Seçicilik boyutunda ise odaklanmış dikkat ve bölünmüş dikkat bulunmaktadır. Şiddet boyutu posterior parietal alanlar (sağ), seçicilik boyutu ise frontal yapılarla ilgilidir. Çalışma belleğinin de frontal bölgede olduğu unutulmamalıdır. Posterior parietal ve frontal alanlar, ventral pontine nuclei aracılığıyla serebelluma bağlanmaktadır (Gottwald ve diğ., 2003).

Trillenberg ve arkadaşlarına göre (2004) ise serebellum zamanlama (timing) ile ilgilidir. Bu yapı olaylar arasındaki zamansal ilişkilerin belirlenmesinde önemli bir görev üstlenmektedir. Dolayısıyla serebellum uyarıcılar arasındaki zamana bağlı ilişkileri tespit ederek bu ilişkilerle ilgili bir zamansal model oluşturur. Bir melodideki ritmin içsel olarak oluşturulması buna örnek olarak verilebilir.

Yukarıda belirtilen zamansal modellerin oluşturulmasında serebellum içsel saat olarak işlevde bulunur (Handy ve diğ., 2003). Bu saatin hem kortikal hem de korteks altındaki yapılarla bağlantıları vardır. Prefrontal korteks bu yapılardan birisidir. İçsel saatin oluşturduğu kodlar prefrontal kortekse gönderilir. Bu kodlar burada önceki kodlarla karşılaştırılır ya da sonraki kodlarla karşılaştırılma işlemlerinde kullanılmak üzere saklanır.

Gibbon ve arkadaşlarının (1984) Scalar Timing Teorisi de serebellumda bir içsel saatin varlığını öngörür. Bu saat belirli bir anahtarın kapanmasına kadar oluşturduğu sinyalleri bir toplayıcıya gönderir. Bu toplayıcı bir çeşit geçici bellek görevini görür. Bu toplayıcıdaki bilgi, karşılaştırmaların yapılmasında kullanılır. Dolayısıyla, Gibbon ve arkadaşlarına göre de (1984) serebellum zamansal ilişkilerin oluşturulmasında temel rollerden birisini oynar. Ivry de (1996) zamansal ilişkilerin oluşturulmasında içsel bir saati öngörür ve yerini serebellum olarak belirler. Bu içsel saatin oluşturduğu kodlar Niki ve Watanabe'ye (1979) göre yine frontal lobta tutulur, ve bu lob bunları gerekli karşılaştırmaları yapmada kullanır.

#### **1.4. ARAŞTIRMANIN HİPOTEZLERİ**

Yukarıdaki açıklamalardan anlaşılacağı üzere beklenti kavramı, daha çok sosyal psikoloji bağlamında olmak üzere davranışsal psikolojide ele alınmış ve bu konuda kuramlar öne sürülmüştür. Mevcut çalışmanın amacı, diğer psikoloji alanlarındaki beklenti ile ilgili kuramsal açıklamaları, deneysel psikolojinin yöntemlerini uygulayarak elektrofizyolojik temelde incelemektir. Bu çalışmada saf ses yanında anlamsal bütünlüğü olan uyarıcılar kullanılmıştır. Daha sonra, söz konusu uyarıcı çeşitlerine bağlı olarak ortaya çıkan potansiyel ve osilasyonel tepkiler incelenmiştir. Bu incelemeye temel oluşturan hipotezler şunlardır:

- 1- Dikkatin bir göstergesi olan N100 ve P200 bileşenlerinin genlikleri atlanan uyarıcıya yaklaştıkça artmalıdır. Dolayısıyla 4. uyarıcı N100 ve P200 bileşenleri

genlik değerleri, 2. uyarıcı N100 ve P200 bileşenleri genlik değerlerinden daha yüksek olmalıdır.

- 2- N100 frontal, P200 posterior bir yayılım topografisi göstermelidir.
- 3- P300 bileşeni genlik değerleri, odaklanmış dikkatin bir göstergesi olarak, atlanan uyarıcıya yaklaştıkça artmalıdır.
- 4- P300 posterior bir yayılım topografisi göstermelidir.
- 5- N400 bileşeni semantik uyarıcılara tepki olarak ortaya çıkmalı ve sol yarımkürede lokalize olmalıdır.
- 6- Eğer teta ve alfa dikkat ile ilgili iseler, hem saf ses hem de metin paradigmalarında atlanan uyarıcıya doğru güçleri artmalıdır. Teta frontosentral bir yayılım göstermeli, alfa ise posterior bir yayılım göstermelidir.
- 7- Atlanan uyarıcının gelme anında teta ve alfa frekans bandlarında faz düzenliliği (phase ordering) gözlenmelidir.

## 2. YÖNTEM

### 2.1. KATILIMCILAR

Araştırmaya 18-32 yaş aralığında, 12 yıl ve üstü eğitim görmüş veya görmekte olan ve sağ elini kullanan toplam 33 katılımcı katılmıştır. Katılımcıların 18'i kadın, 15'i erkektir. Kadınların yaş ortalaması 21.72 ( $\pm$  3.02), yaş aralığı 19-32'dir. Erkeklerin yaş ortalaması 22.40 ( $\pm$  2.82), yaş aralığı 18-29'dur. Katılımcıların büyük çoğunluğu gönüllü olarak, geriye kalanları ise 5 puanlık ders notu yükseltmesi (n=4) karşılığında çalışmaya katılmayı kabul etmişlerdir. Potansiyel katılımcılardan, yaşamlarının herhangi bir döneminde nörolojik ve psikolojik rahatsızlığı olduğunu bildirenler ile bilişsel süreçleri etkileme potansiyeli olan ilaçları kullananlar veya bir süre kullandıktan sonra bırakmış olduğunu bildirenler örnekleme dahil edilmemişlerdir. Bahsedilen özelliklere uygun olan potansiyel katılımcılara çalışmanın özellikleri hakkında bilgi verilmiş ve Bilgilendirilmiş Onam Formu okutulmuş, formu okuyup imzalayanlar örnekleme alınmıştır. İlgili form Ek 1'de sunulmaktadır.

El tercihinin belirlenebilmesi için katılımcılara iki adet soru sorulmuş ve bu soruların ikisinde "sağ" cevabını veren katılımcılar örnekleme dahil edilmiştir. Bu sorulardan ilki yazı yazarken kullanılan el ile ilgilidir. İkincisinde ise katılımcılara uzaktaki bir hedefe bir cisim fırlatmaları gerektiğinde hangi ellerini kullanacakları sorusu sorulmuştur.

Deneyle ilgili hepsi, katılımcıların bilişsel performanslarının en üst düzeyde olduğu düşünülen sabah saatlerinde yapılmıştır (9:00 ile 12:00 saatleri arası). Deney öncesinde, katılımcılardan bazı temel konular (ad, soyad, baskın el vb.), günlük faaliyet ve alışkanlıklar (spor yapma durumu, uyuma alışkanlığı, sigara, çay ve kahve tüketimi, alkol kullanım durumu) ile ilgili bilgiler, Psikofizyoloji Araştırma Birimi çalışmaları için geliştirilmiş olan standart Bilgi Toplama Formu ile toplanmıştır. Sözü edilen form Ek 2'de verilmiştir.



## 2.2. ARAÇ VE GEREÇLER

Mevcut çalışmada aşağıda ayrıntıları açıklanan uyarım, kayıt, depolama ve analiz işlemleri, 32 kanallı (30 EEG kanalı, 2 göz hareketleri için kanal) EEG-EP sistemi olan NeuroScan 4.2 (Neurosoft, Inc. Sterling, USA) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu sistem donanım/yazılım olarak üç ana birimden oluşmaktadır. Bunlar 32 kanallı ve elektrofizyolojik sinyallerin bozulmadan kaydedilmesine yarayan bir preamplifikatör olan SynAmps, elde edilen kayıtların depolanmasına ve sonrasında analiz edilmesine yarayan Scan 4.2 ve uyarıcıların yollanmasını milisaniyeler düzeyinde kontrol edebilen Stim cihazıdır.

SynAmps alçak geçiren sınırı 30 Hz olmak üzere 12 düzeyde, yüksek-geçiren sınırı ise DC .05 TC olmak üzere 9 düzeyde yazılım yoluyla kullanıcı tarafından ayarlanabilen, gürültü düzeyi en fazla 2 mv<sub>p-p</sub> olan, örnekleme aralığı 32 kanal için 20000 RDP/sn olan, çentik filtresi (notch filter) 50 ya da 60 Hz'e ayarlanabilen ve çözünürlüğü 16 bit olan bir cihazdır.

Scan 4.2 temelde kayıt alan, verileri depolayan ve analiz eden çok-amaçlı bir ticari yazılımdır. Bu yazılım beyinde, dışarıdan verilen uyarıcılar (external-dışsal) sonucu oluşan veya bir takım içsel uyarıcılara (endogenous-içsel, bilişsel) verilen tepkilerin sonucu olarak ortaya çıkan elektrofizyolojik aktivitenin kaydedilmesi ve analiz edilmesinde kullanılır. Cihaz aynı zamanda beynin herhangi dışsal ya da içsel bir uyarıcı etkisinde olmaksızın, dinlenme durumundaki olağan elektrofizyolojik aktivitesinin (EEG) kaydının yapılmasına ve analiz edilmesine de olanak sağlamaktadır. Sürekli (continuous) ya da dilimlenmiş (epoched) formatta kayıt yapabilmektedir. Ayrıca olay-ilişkili potansiyellerin ve salınımların (oscillation-osilasyonların) oluşturulmasına, bunların ortalamalarının alınmasına, ve bu ortalamalar üzerinden çeşitli analizler yapılmasına olanak sağlamaktadır. Sistem, zaman-genlik ekseninde alınmış veriye "Fourier Çevrimi" uygulayarak, frekans düzleminde olay-ilişkili frekans analizlerinin yapılmasına da izin vermektedir. Böylece tüm analizlerin sonuçları gerek istatistiksel gerekse de görsel (2 boyutlu haritalama) olarak elde edilebilmektedir. Ayrıca, sistem sayısal filtrelemeye de olanak sağlamaktadır. Bu yazılımın

kullanılmasında Scan 4.2 yazılım arayüz kartı, AMD (Athlon) XP 2400+ MHZ işlemci, 512 Mbyte RAM, 40 Gbyte HDD, 17” monitor, 64 Mbyte ekran kartı ve işletim sistemi Windows 2000 Profesyonel olan bir bilgisayar kullanılmıştır. Uyarıcı paradigmaları bu bilgisayardaki SoundBlaster ses kartı (SoundBlaster Live! 5.1, Creative Labs Inc., USA) kullanılarak oluşturulmuş ve bu donanım ile birlikte gelen ses editörü (Creative WaveStudio 4.50.11) yardımıyla gerekli düzeltme işlemleri yapılmıştır.

Stim temelde görsel ve işitsel uyarım hazırlayan ve sunan bir sistemdir. Sistemde standart görsel ve işitsel görevler ve nöropsikolojik testlerden bazıları bulunmakta, ayrıca istenen türde görsel ve işitsel uyarımlar hazırlanabilmektedir. Sistem ayrıca, bu uyarım/görev/testlere karşı deneğin verdiği davranışsal cevapları (tepki sayısı, süresi ve latansı) kaydetmektedir. Bu yazılımın kullanılmasında Pentium 3/450 MHZ işlemci, 32 Mbyte RAM, 3.2 Gbyte HDD, 15” monitor, işletim sistemi Windows 98 olan bir bilgisayar kullanılmıştır. Scan 4.2’de oluşturulan işitsel uyarıcılar bu sistem (Stim Audio System P/N 1105, NeuroScan Inc., Texas, USA) aracılığıyla faraday kafesindeki katılımcıya verilmiştir.

### **2.2.1. Laboratuvar Düzeni ve Donanım**

Deneysel paradigmaların planlanması, hazırlanması, verilerin toplanması ve analizi “Hacettepe Üniversitesi Deneysel Psikoloji Uzmanlık Alanı Bilişsel Psikofizyoloji Araştırma Biriminde” yürütülmüştür. Bu birimin temel amacı beyin-biliş ilişkisini bütünleştirici ve multidisipliner bir şekilde ele alarak açıklamaya çalışmaktır. Yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen bilgiler, beyin-biliş ilişkisini açıklamaya yönelik yeni model (Karakaş, 1997) ve tekniklerin (Özdemir ve diğ., 2005) oluşturulmasında kullanılmıştır. Birimde uygulanan yöntemler arasında, Türk kültürü için standardizasyonu yapılmış olan yedi nöropsikolojik testten oluşan BİLNOT Bataryası da bulunmaktadır.

Bilişsel Psikofizyoloji Araştırma Birimi, ayrıca, yüzey elektriksel aktivitesi kayıtlarının alınmasını sağlayacak bir laboratuvar sistemini de içermektedir. Bu laboratuvar sisteminin

fiziksel mekanına ilişkin elektriksel ve yapısal düzenlemeler, çok düşük voltajlı yüzey elektriksel aktivitesine ilişkin güvenilir ölçümler alınabilmesini hedeflemiştir. Bu düzenlemeler uzman bir firmaya, ihtiyaçlar doğrultusunda hazırlanmış olan proje temel alınarak gerçekleştirilmiştir.

### 2.2.2. Elektrofizyolojik Tepkilerin Kaydına İlişkin İşlemler

EEG kayıtları ses ve elektrik alanlarından yalıtılmış bir odada yapılmıştır. Saçlı deri üzerindeki EEG aktivitesi, elektrotları uluslararası 10-20 sistemine göre yerleştirilmiş 30 elektrotlu bir kep (Quik-Cap 32, NeuroScan Compumedics) kullanılarak kaydedilmiştir. Elektrot alanları FP<sub>1</sub>, FP<sub>2</sub>, F<sub>7</sub>, F<sub>3</sub>, F<sub>Z</sub>, F<sub>4</sub>, F<sub>8</sub>, FT<sub>7</sub>, FC<sub>3</sub>, FC<sub>Z</sub>, FC<sub>4</sub>, FT<sub>8</sub>, T<sub>7</sub>, C<sub>3</sub>, C<sub>Z</sub>, C<sub>4</sub>, T<sub>8</sub>, TP<sub>7</sub>, CP<sub>3</sub>, CP<sub>Z</sub>, CP<sub>4</sub>, TP<sub>8</sub>, P<sub>7</sub>, P<sub>3</sub>, P<sub>Z</sub>, P<sub>4</sub>, P<sub>8</sub>, O<sub>1</sub>, O<sub>Z</sub> ve O<sub>2</sub> olmuştur.

Elektrotlar gümüş-gümüş/klorür (Ag-Ag/Cl) yapıda ve sinterlidir. Sinterli elektrotların özelliği bu elektrotların günlük kullanımdan kaynaklanan klor kayıpları nedeniyle kloritlenme ihtiyacının bulunmamasıdır. Kepte elektrotlar deriye doğrudan temas etmemekte; iletim, yükseltilmiş elektrotlar üzerinden, elektrot ve deri arasına enjekte edilen jel kıvamında salin bir köprü (Electro-Gel™, Electro-Cap International Inc., Ohio, USA) aracılığıyla sağlanmaktadır. Bu yolla, elektrotların cilde temasından doğan artefaktlardan mümkün olduğunca kaçınılmaktadır. Referans olarak birleştirilmiş kulak arkası elektrotları (linked-mastoid) kullanılmış ve topraklama alın elektrotundan sağlanmıştır. Kayıt ve analiz işlemleri sırasında bu iki referans elektrotunun ortalaması diğer elektrotlar için referans değeri olmuştur.

Göz hareketi artefaktlarının belirlenebilmesi amacıyla, her iki göze bipolar elektrotlar yerleştirilmiştir. Dikey yöndeki göz hareketlerinin (vertical electro-oculogram: VEOG) kaydı için sol göz kullanılmıştır. Bu iş için ayrılmış VEOG kanalının bipolar elektrotlarından VEOG-u (vertical electro-oculogram-upper) sol gözün supraorbital kısmına; VEOG-L (vertical electro-oculogram-left) ise sol gözün suborbital kısmına yerleştirilmiştir. Yatay yöndeki göz hareketlerinin (horizontal electro-oculogram: HEOG) tespiti için de HEOG kanalı kullanılmıştır. Bu kanalın bipolar elektrotlarından

HEOG-L (horizontal electro-oculogram-left) sol gözün kantus dışına ve diğer elektrot HEOG-R (horizontal electro-oculogram-right) ise sağ gözün kantus dışına yerleştirilmiştir. Böylece temelde göz küresindeki retinocorneal potansiyel farktan kaynaklanan ve göz küresinin dikey ve yatay düzlemdeki hareketleri sonucunda ortaya çıkan artefaktlar ile göz kapaklarının kapanıp-açılması ya da kırılması nedeniyle kornea üzerindeki iletimin (conductance) değişmesi sonucu ortaya çıkan artefaktlar tespit edilebilmiştir. Göz hareketlerine bağlı artefaktların en aza indirilebilmesi için katılımcılardan deney süresince mümkün olduğunca gözlerini kırpmamaları ve sabit bir bölgeye bakmaları istenmiştir. Buna rağmen oluşan artefaktlar, aşağıdaki bölümde açıklanan yöntemler uygulanarak kayıtlardan temizlenmiştir.

Empedans bütün elektrot alanlarında 10 Kohm veya daha az olmuştur. Elde edilen düşük voltajlı nöroelektrik tepkilerin bu sinyallerin iletimi sırasında bozulmasını önlemek için sinyaller ilk önce Faraday kafesi içerisinde, “headbox” aracılığıyla 150 kat büyütülmüştür (headbox amplification). Sonrasında bu sinyaller SynAmps EEG preamplifikatörü üzerinde 1000 kat güçlendirilmiş (gain=1000) ve gerekli filtreleme işlemlerine (online, 0.1-100 Hz) tâbi tutulmuştur. Sistemin analog-dijital çevrim oranı (A/D rate) 500 Hz olmuştur.

Elektrofizyoloji çalışmalarında, sinyalin yükseltildikten sonraki değerinin (çıkıtı), sinyalin yükseltirmeden önceki değerine (girdi) oranı olan kazanım (gain) kayıt açısından çok önemlidir. Bu değer genlik-zaman ekseninde kaydedilen sinyalin y-eksenindeki çözünürlüğü ile ilgilidir. Bu çözünürlük mevcut çalışmada 1000 kazanım değeri için  $0.084 \mu\text{V/bit}$  olmuştur. Bu kayıt parametrelerince, genlik değeri  $\mp 5.5 \text{ mV}$ 'u (range) aşan sinyaller kanalların satüre olmasına ve kayıt alınamamasına yol açar. Aynı derecede önemli olan ve sinyalin x-ekseni üzerindeki çözünürlüğünü belirleyen bir diğer parametre ise analog'dan dijitale çevrim oranıdır (analog to digital conversion rate: A/D rate). Bu çalışmada söz konusu değer 500 Hz olmuştur. Buna göre, 1000 milisaniyelik sabit bir zaman dilimi için örneklem aralığı 2 milisaniyedir ( $1000/500=2$ ). Yani her 2 milisaniyede 1 nokta örneklenmiştir.

Kayıtlar alınırken sistemdeki 50 Hz'lik çentik filtre özelliği, gamma bandındaki (26-48 Hz) aktiviteyi etkileyebileceği düşünülerek ve de bu çalışmada değişimi gözlenmek istenen olgulardan birisinin de gamma aktivitesi olmasından ötürü kapalı tutulmuştur. EEG kaydı sürekli (continuous) data formatında toplanmış ve sonrasında analiz edilmek üzere Scan 4.2 bilgisayarına kaydedilip depolanmıştır.

### 2.2.3. Elektrofizyolojik Artifaktların Temizlenmesine İlişkin İşlemler

Sürekli modda (continuous mode) alınan elektrofizyolojik kayıtlar, göz ve kas artifaktlarının belirlenmesi ve düzeltilmesi amacıyla çevrim-dışı (off-line) olarak incelenmiştir. Göz küresinin dikey ve yatay yöndeki hareketleri sonucu oluşan artifaktlar ile göz kapağının kornea üzerindeki hareketi sonucu oluşan artifaktları (göz kırpması) belirlemek amacıyla VEOG ve HEOG kanalları kullanılmıştır. Bu amaçla, söz konusu kanallarda meydana gelen 100  $\mu\text{V}$ 'a yakın veya üzeri sapmalar işaretlenmiştir. Tipik bir göz kırpmasının oluşturduğu sapma, yaklaşık 200-250 ms uzunluğunda ve 100-200  $\mu\text{V}$  genliğinde olduğu için sapmaların başlangıç kısımlarından 200 ms ileriye gidilerek 200 ms'lik zamansal dilimler (epochs) oluşturulmuştur. Daha sonrasında, oluşturulan bu zamansal dilimlerin ortalaması alınarak her bir elektrot kanalı için, göz kırpmasına ilişkin "ortalama sapma zamansal dönemleri" (epochs) elde edilmiştir. İyi bir temsili ortalama oluşturabilmek amacıyla da oluşturulan zamansal dönem sayısının en az 30 ve üzerinde olmasına dikkat edilmiştir. Sonraki aşamada bu ortalamalara "uzaysal tekil değer çözümlenmesi" (spatial singular value decomposition) algoritması uygulanarak göz kırpmasına ilişkin uzaysal topografi bileşenleri ayrıştırılmıştır. Uzaysal tekil değer çözümlenmesi bir çeşit temel bileşenler analizidir. Fakat burada döndürme (rotasyon) yapılmamaktadır. Böylelikle sapma örüntüsündeki zamana bağlı varyansı en iyi açıklayabilecek uzaysal bileşenler tespit edilmektedir. Bu bileşenler daha sonra uzaysal filtreleme algoritması yardımıyla, göz kırpmasına ilişkin artifaktların veriden temizlenmesinde kullanılmıştır. Belirlenen örüntü artefakt şablonu olarak kullanılmıştır.

Gözün dikey ve yatay yöndeki hareketlerinin temizlenmesi için de yukarıda göz kırpması için bahsedilen yöntemle benzer bir yöntem uygulanmıştır. Sapma zamansal dönemlerinin uzunluğu tipik bir göz hareketinin süresi olan 650-1000 ms'ye göre oluşturulmuştur.

Kas hareketlerinin temizlenmesi için ise veride kas hareketlerine ilişkin kısımlar işaretlenmiş, bu kısımlar analizlerde kullanılmamıştır.

Göz kırpmasına ilişkin artefaktlar temizlenirken, deneysel işlemler sonucu oluşan ve ölçülmek istenen sinyallerin veriden temizlenmesini önlemek için, her denekte ve paradigmada ayrı ayrı olmak üzere, 1-2 dakikalık temiz kayıt kısımları kullanılarak şablonlar oluşturulmuştur. Bu şablonlara göz kırpmasına ilişkin şablonlarla birlikte uzaysal filtreleme (spatial filtering) algoritması uygulanmıştır. Bu yöntem NeuroScan.4.2'de "VEOG Correction Method 2" olarak tanımlanmaktadır.

#### **2.2.4. Olay İlişkili Potansiyeller**

Olay ilişkili potansiyeller (OİP) beynin zamansal alandaki cevabı olup OİP dalga formundaki zirveler, zaman eksenini üzerindeki genlik değişimleri biçimindedir (Karakaş ve diğ., 2005). Buna göre, bir EEG kaydının OİP olarak sınıflandırılabilmesi için ilgili dalga formu ve zirvelerin bir dış uyarıcıya (bu tez çalışmasındaki 1. ila 4. uyarıcılar) veya bir iç uyarıcıya (bu tez çalışmasındaki atlanan 5. uyarıcı) karşı elde edilmesi, ona kilitli olması gerekir.

Bu çalışmada kullanılan OİP'ler, yukarıda bahsedildiği şekilde, temizleme işlemlerinden geçirilmiş kayıtlardan oluşmuştur. Göz ve kas hareketlerinden temizlenen OİP'ler, ait oldukları paradigma altında toplanmıştır (S1/BP, S4/BP, M1/BP ve M4/BP). Her bir paradigma için 1534 ms uyarıcı öncesi ve 1536 ms uyarıcı sonrası içeren zamansal dönemler (epochs) belirlenmiştir. Bu zamansal dönemlerde, uyarıcı öncesi dönem esas alınarak temel düzey düzeltmesi (baseline correction) yapılmıştır. Daha sonrasında bu zamansal dönemlere otomatik artefakt eleme (artifact rejection)

algoritması uygulanmıştır. Bu algoritma uyarınca -1534 ile 1536 ms'lik zaman aralığında, Fz, Cz, Pz ve VEOG kanallarının herhangi birisinde  $\pm 80 \mu\text{V}$  veya üzerinde genlik değerlerini içeren OİP dönemleri elenmiştir.

Bu tez çalışmasında öncelikle her uyarıcıya karşı tek süpürüm (single sweep) OİP'ler elde edilmiş ve daha sonra da deneysel koşul birleşimleri (paradigma, uyarıcı sırası, elektrot lokasyonu) için denek ortalamaları ve genel ortalamalar hesaplanmıştır

### 2.2.5. Genlik Frekans Karakteristikleri Ve Sayısal Filtreleme

OİP'ler zaman eksenindeki genlik değişimlerini içerir. Genlik frekans karakteristiklerinde (GFK; amplitude frequency characteristics: AFC) ise veri frekans düzlemine aktarılmıştır. GFK, genliğin frekansa göre nasıl değiştiğini gösterir. Y eksenindeki genlik değerlerinin yerine, bu değerlerin karelerinin alınmasıyla oluşan "güç" (power) değerleri de kullanılabilir. Bu durumda güç spektrumu (power spectrum) oluşturulur. GFK, temelde zaman düzlemindeki kompleks bir eğrinin onu oluşturan saf sinüs bileşenlerine ayrıştırılması esasına dayanır (Başar, 1980; Karakaş ve diğ., 2005).

GFK'lerin hesaplanmasında, OİP'lerdeki toplam nokta sayısı ikinin katı olacak şekilde alınır. Genlik-frekans düzleminde ortalama oluşturma işlemleri (Frequency Domain Averaging), 1. 2. 3. 4. ve 5. (atlan) uyarıcılar için tekrarlanmıştır. Bu işlemlerde window tipi "cosine" olarak alınmış, konik uzunluğu (taper length) % 10 olarak seçilmiştir.

OİP'ler, GFK'lerden elde edilen filtre sınırları kullanılarak sayısal olarak filtrelenmiştir (SF; digital filtering). Böylece, frekans aralıklarındaki olay ilişkili osilasyonlar (OİO) elde edilmiştir. Literatürde, beklentinin teta ve alfa salınımlarındaki senkronizasyon ile temsil edildiği gösterildiğinden (Başar ve arkadaşları, 1989) bu tez çalışmasında da söz konusu frekans bantları incelenmiştir.

Saf ses uyarıcılarının kullanıldığı paradigmalara ilişkin GFK grafiklerinde, teta bandı sınırları 3.90-7.80 Hz; alfa bandı sınırları ise 7.80-13.66 Hz olarak belirlenmiştir. Semantik uyarıcıların kullanıldığı paradigmalara ilişkin GFK'larda ise teta bandı sınırı 4.55-7.80 Hz; alfa bandı sınırları ise 7.80-14.31 Hz olarak belirlenmiştir.

Bu şekilde OİP'lere uygulanacak sayısal filtre sınırları belirlendikten sonra bu sayısal filtrelere uygulanacak eğim değerlerinin neler olacağına karar verilmesi aşamasına geçilmiştir. Scan 4.2 analiz programı, sayısal filtrelemede, band geçiren filtreleme (bandpass filtering) ve sıfır faz kayması (zero phase shift) seçenekleri için 4 farklı filtre eğimine izin vermektedir. Bunlar sırasıyla 12 dB/oktav, 24 dB/oktav, 48 dB/oktav ve 96 dB/oktav'dır. Sayısal filtrelemede düşük eğimler kullanıldığında (örneğin 12 dB/oktav), belirlenen filtre sınırlarının dışındaki frekanslardan da filtrelenen zamansal cevaba bulaşmalar (contamination) olacaktır (S. Karakaş ve O. Arıkan, Mayıs 6, 2006, kişisel iletişim). Filtre sınırının eğimi artırıldığında, bu yakın frekansların bulaşması en az seviyeye inecektir. Fakat bu durumda da zamansal cevabın yapısında bozulmalar (deformation) olacaktır. Dolayısıyla filtre eğiminin belirlenmesinde, bulaşma ve yapısal bozulma arasında bir 'kar-zarar' (benefit-cost tradeoff) hesabının yapılması gerekmektedir (S. Karakaş ve O. Arıkan, Mayıs 6, 2006, kişisel iletişim). Bu tez çalışmasında uygulanacak filtre eğiminin seçilmesiyle ilgili şu noktalara dikkat edilmiştir. Öncelikle, GFK analiziyle belirlenen farklı frekans bandlarına ilişkin filtre sınırları, 4 farklı filtre eğimi kullanılarak sayısal olarak filtrelenmiştir (bandpass ve zero phase shift). Daha sonra oluşan 4'er OİO çizdirilmiş ve incelenmiştir. OİO'na bulaşan frekansların yok olduğu ilk eğim değeri o frekans bandı için eğim değeri olarak belirlenmiştir. Bu değerlendirmede, teta ve alfa frekans bandları için en uygun eğim değerinin 48 dB/oktav olduğu görülmüştür.

Atlanan uyarıcının gelme anının tahmin edildiği 5. uyarıcılar için ortalamalar üzerinden analizler yapmak uygun bir yaklaşım değildir. Zira katılımcı her defasında uyarıcının gelme anını birbirinden farklı zamanlarda tahmin edebilmekte; bu durum bileşenlere ilişkin latanslarda kaymaya neden olmakta (latency jitter); söz konusu kayma nedeniyle de bileşenlerin genliği düşmekte ve hatta bileşen niteliği kaybolmaktadır. Nitekim literatürde atlanan uyarıcıya ilişkin tepkilerin analizinde ise "faz düzenliliği" (phase



ordering) yöntemi kullanılmaktadır (Başar ve arkadaşları, 1989). Bu yöntem uyarınca, incelenecek olan frekans bandı ilgili GFK grafiğinden belirlenmekte, OİP'ler bu frekans sınırlarında sayısal olarak filtrelenmekte, elde edilen osilasyonlar üst üste çizdirilmekte, bu süperpoze eğriler faz düzenliliği açısından incelenmektedir. Uyarıcının gelme anının tahmin edildiği zaman süresi içinde OİO'ların çakışması yani senkronizasyon göstermesi beklenmektedir. Mevcut çalışmada da atlanan uyarıcıya karşı tepkiler faz düzenliliği yöntemi ile incelenmiştir.

### **2.3. HARİTALAMA**

Haritalama (mapping) tüm elektrot alanlarındaki elektrofizyolojik faaliyetlerin iki boyutlu resimler halinde sunulmasını sağlamaktadır. Haritalama işlemi hem zaman düzleminde hem de frekans düzleminde yapılabilir. Zaman düzlemindeki haritalamada, belirli latans aralıklarında ortaya çıkan bileşenin (örneğin P300) genliğinin ( $\mu\text{V}$ ) elektrot alanlarına göre nasıl değiştiği gözlemlenmektedir. Frekans düzlemindeki haritalamada ise belirlenen frekans bandındaki genlik ya da güç (power:  $\mu\text{V}^2$ ) değerlerinin, elektrot alanlarına göre nasıl değiştiği gözlemlenmektedir. Haritalama işlemlerinde global interpolasyon yöntemi kullanılmıştır. Buna göre, herhangi bir noktadaki değeri hesaplamak için tüm elektrotlardaki değerler göz önüne alınmaktadır. Bu yöntem daha düzgün geçişlerin elde edilmesini sağlamaktadır.

### **2.4. UYARICI ÖZELLİKLERİ VE DENEYSEL PARADİGMALARIN UYGULANMASINA İLİŞKİN İŞLEMLER**

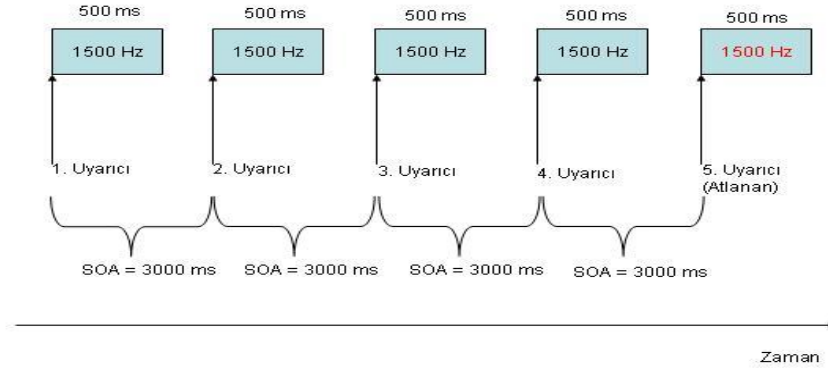
Çalışmada kullanılan uyarıcı ve paradigmlar aşağıda sunulmaktadır. Bunların hazırlanmasında Scan4.2 bilgisayarı üzerindeki, özellikleri yukarıda belirtilen ses kartı ve editörü kullanılmıştır. Hazırlanan paradigmlar stim bilgisayarı kullanılarak Faraday

kafesindeki katılımcılara kulaklık (Philips Stereo Headphone SBC HP195) üzerinden verilmiştir.

Saf ses kullanıldığı paradigmalarda uyarıcılar 0.5 saniye uzunluğunda (duration) ve 65 dB ses basınç düzeyindedir (SBD; sound pressure level: SPL). Saf ses uyarıcılarının yükselme/alçalma ( $r/f$  time) zamanı 10 milisaniyedir. Tüm ritmik gruplarda bir uyarıcının sonundan hemen sonraki uyarıcının başlangıcına kadar olan zaman aralığı (inter-stimulus-interval: ISI) 2.5 saniye olmuştur. Bir uyarıcının başlangıcından hemen sonraki uyarıcının başlangıcına kadar olan süre (stimulus-onset-asynchrony: SOA) ise 3 saniye olmuştur. Tüm paradigmlar, temelde, verilen uyarıcıya karşı katılımcıda beklenti yaratmaya yönelik olmuştur. Paradigmların her biri yaklaşık 11 dakika sürmüştür. Katılımcılara, tüm paradigmalardaki işitsel uyarıcıların (saf sesler ve kelimelerin) eşit zaman aralıkları (SOA) ile ve ritmik olarak sunulacağı bildirilmiştir.

#### **2.4.1. Saf Ses İçin Beklenti Paradigması (S1/BP)**

S1/BP, saf sese karşı denekte beklenti oluşturmaya yönelik deneysel bir paradigmadır (Demiralp ve diğ., 1994). Bu paradigmda 1500 Hz, 2000 Hz, 2500 Hz veya 3000 Hz frekanslarından birisi saf ses işitsel uyarıcısı olarak kullanılmıştır. Kullanılan frekans, ardışık deneklerde seçkisiz-bloklama (block-randomization) yöntemi uyarınca belirlenmiştir. Uyarıcı düzeni Şekil 2.1’de verilmiştir.



Şekil 2.1. S1/BP paradigması uyarıcı düzeni.

S1/BP paradigması 40 kez tekrarlanan 5 birimlik (uyarıcı) ritmik gruplardan,  $[40 \cdot (4+1)=200]$  oluşmaktadır. Deney başlamadan önce katılımcıyı ritme alıştırmak için içerisinde 10 uyarıcının (2 ritmik grup) bulunduğu bir seri dinletirilmiştir. Katılımcıya her 4 uyarıcıdan sonra gelmesi gereken 5. uyarıcının verilmeyeceği, bu uyarıcının bulunması gerektiği yerde bir boşluk (sessizlik) olacağı bildirilmiştir (bkz. yönerge Ek 3). Bu paradigmadaki görevinin ritmik dizide 4. uyarıcıdan sonra gelen boşlukta, 5. uyarıcıyı, tam olarak gelmesi gerektiği zaman anında aklından geçirmesi olduğu katılımcıya bildirilmiştir. Otuz üç katılımcıda her bir saf ses uyarıcısı toplam olarak 6 kez kullanılmıştır ( $4 \cdot 6=24$ ).

#### 2.4.2. Saf Ses İçin Beklenti Paradigması (S4/BP)

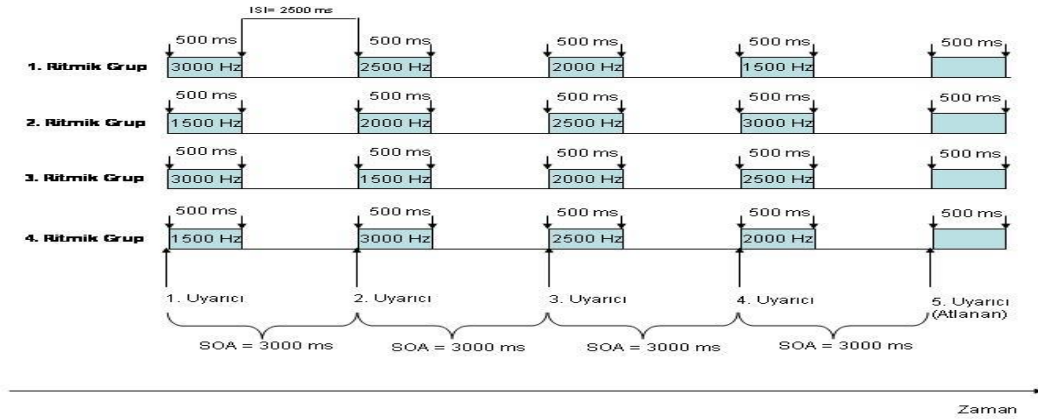
S4/BP paradigmasında 1500 Hz, 2000 Hz, 2500 Hz ve 3000 Hz frekanslarındaki saf ses niteliğindeki işitsel uyarıcıların tümü kullanılarak 4 farklı ritmik grup (4 farklı örüntü) oluşturulmuştur.

Bir mısradaki bulunan kelimelerin her biri sadece kendi başlarına birer uyarıcı olmanın ötesinde, anlamsal olarak da mısra içerisindeki diğer kelimelerle bir bütünlük, birliktelik içerisinde yer almaktadır. Mısra içerisindeki tüm kelimeler bir araya gelerek, kendi bireysel özelliklerinin ötesinde bir örüntü oluşturur. Bu bütünsel örüntü semantik temelli olduğu kadar kelimelerin birbiri arkasına söylenmesinden kaynaklanan ses yükselmesi ve alçalmalarını, yani bürünü de (prosody) içerir. Aynı türden saf ses uyarıcılarının kullanıldığı S1/BP paradigmasında ise bu türden bir örüntü yoktur. Buradaki örüntü ya da bütünlük birbiriyle aynı frekans ve desibel düzeyindeki seslerin ritmik bir şekilde bir araya getirilmesi sonucu oluşmuştur. Beynin bu tip uyarıcı katarlarını işlerken, bunları ayrı ayrı birer uyarıcı olarak değil de, bir bütünün parçaları gibi algıladığı bilinmektedir (Naatanen ve Alho, 1995). Farklı saf ses uyarıcıları aşağıda bahsedilen örüntülerle bir araya getirilerek, bunların tek başlarına birer uyarıcı olmalarının ötesinde, bir örüntü içinde birbirlerine bağlanması amaçlanmıştır. Örneğin S4/BP’de gittikçe başlayan bir seride her bir uyarıcı bir önceki uyarıcıya, kendi başına ayrı bir uyarıcı olmanın ötesinde, bir baslık ilişkisi içinde bağlanmıştır. S4/B4’de toplam 4 ritmik grup kullanılmıştır. S4-BP’de, semantik anlamı bulunmayan saf seslerden şiir mısralarının kullanıldığı paradigmalara ile karşılaştırma birimi oluşturulmaktadır.

Diğer paradigmalarda da olduğu gibi her ritmik gruptaki 4. uyarıcıdan sonra, o ritmik grubun örüntüsüne göre gelmesi gereken 5. uyarıcı atlanmaktadır. Katılımcının, her ritmik grubun kendi iç örüntüsüne dikkat etmesi, 4. uyarıcıdan sonra gelen boşlukta, 5. uyarıcı tam olarak gelmesi gerektiği zaman anında aklından geçirmesi gerekmektedir.

S4/BP’de 1., 2., 3. ve 4. ritmik grubun her biri için zihinden geçirilmesi gereken daha bas veya tiz sese ve ritme alıştırmak için, katılımcılara bir alıştırma yaptırılmıştır. Böylece katılımcıların daha bas veya daha tiz sestene ne kastedildiği, nasıl bir sesi zihinlerinden geçirmeleri gerektiği konusu daha belirgin hale getirilmiştir. Alıştırmalarda 1., 2., 3. ve 4. ritmik gruplarda, örüntüye göre gelmesi gerekli 5. saf seslerin yerlerine deneylerdekinden farklı bir uyarıcı kullanılmıştır. Bu doğrultuda, daha bas ses için 1000 Hz, daha tiz ses için 3500 Hz eklenmiş ve eksiksiz 5 birimlik 4 ritmik grup oluşturulmuştur. S4-BP’yi oluşturan 4 ritmik grup aşağıda açıklanmaktadır.

Ritmik grup 1: 3000 Hz, 2500 Hz, 2000 Hz ve 1500 Hz'lik tonların arka arkaya getirilmesiyle oluşturulmuştur (bkz. Şekil 2.2). Bu ritmik grupta, örüntü gitgide baslaşan bir niteliktedir. Bu dizinin 4. uyarıcıdan sonra gelmesi gereken 5. uyarıcı daha bas bir ses olmalıdır. Burada katılımcının daha bas bir sesin gelmesi yönünde bir beklentiye girmesi gerekmektedir.



Şekil 2.2. S4/BP paradigması uyarıcı düzeni.

Ritmik grup 2: 1500 Hz, 2000 Hz, 2500 Hz ve 3000 Hz'lik tonların arka arkaya getirilmesiyle oluşturulmuştur (Şekil 2.2). Bu ritmik grupta, örüntü gitgide tizleşen bir niteliktedir. Bu dizinin 4. uyarıcıdan sonra gelmesi gereken 5. uyarıcı daha tiz bir ses olmalıdır. Burada katılımcının daha tiz bir sesin gelmesi yönünde bir beklentiye girmesi gerekmektedir.

Ritmik grup 3: 3000 Hz, 1500 Hz, 2000 Hz ve 2500 Hz'lik tonların arka arkaya getirilmesiyle oluşturulmuştur (Şekil 2.2). Bu ritmik grupta, örüntü önce tiz başlamakta, bas bir sestten sonra uyarım giderek tizleşmektedir. Bu dizinin 4. uyarıcıdan sonra gelmesi gereken 5. uyarıcı daha tiz bir ses olmalıdır. Burada katılımcının daha tiz bir sesin gelmesi yönünde bir beklentiye girmesi gerekmektedir.

Ritmik grup 4: 1500 Hz, 3000 Hz, 2500 Hz ve 2000 Hz'lik tonların arka arkaya getirilmesiyle oluşturulmuştur (Şekil 2.2). Bu dizi bas başlamakta, tiz bir sestten sonra uyarım giderek baslaşmaktadır. Bu dizinin 4. uyarıcıdan sonra gelmesi gereken 5.

uyarıcı daha bas bir ses olmalıdır. Burada katılımcının daha bas bir sesin gelmesi yönünde bir beklentiye girmesi gerekmektedir.

Her oturum, 10 kez tekrarlanan 5 birimlik (5. uyarıcısı olmayan) 4 ritmik gruptan,  $[10*(4*(4+1))=200]$  oluşmuştur.

### 2.4.3. Metin İçin Beklenti Paradigması (M1/BP)

M1/BP’de, metin için beklenti oluşturulmasına çalışılmıştır. Bundan önceki iki paradigmada olduğu gibi, M1/BP’de de, 5 birimlik gruplar kullanılmıştır. S1/BP’deki ritmik yapıya, M1/BP’de şiir karşılık gelmektedir. Seçilen şiirin günümüz Türkçesi ile yazılmış olmasına, her mısranın en az 5 kelime içermesine, tercihen örneklem grubunun aşına olduğu bir parça olmasına dikkat edilmiştir. Bu amaçla Yahya Kemal Beyatlı’nın “Rindlerin Akşamı” şiirinden aşağıdaki dördlük seçilmiştir. Şiirin tamamı Ek 4’te verilmektedir.

Avunmak istemeyiz, öyle bir teselliyle.

Geniş kanatları, boşlukta simsiyah açılan,

Arkasında güneş doğmayan büyük kapıdan,

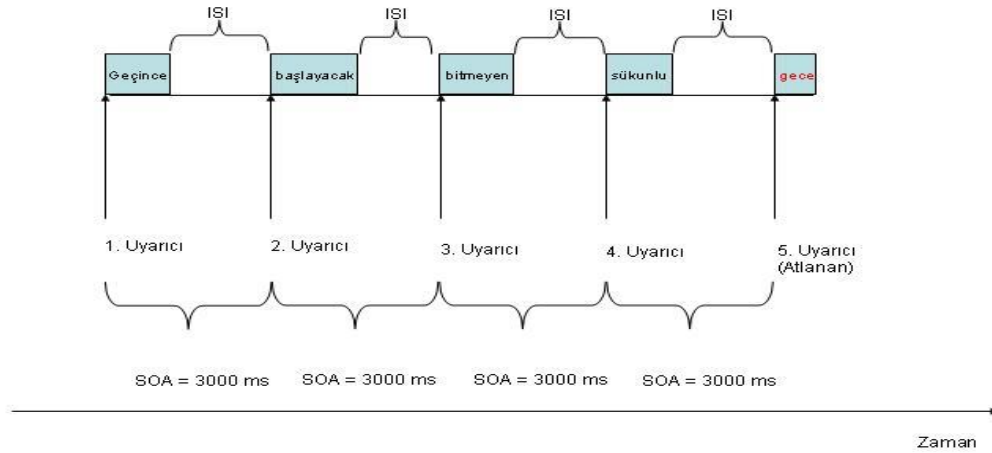
Geçince başlayacak, bitmeyen sükunlu gece.

Katılımcılardan deneye gelmeden önce şiiri ezberlemeleri istenmiş, deneye başlamadan şiirin ezberlenip ezberlenmediği test edilmiş ve metni tam olarak ezberlemiş olanlar örnekleme dahil edilmiştir.

M1-BP paradigmasında bu şiirin 5 kelimedenden oluşan tek mısrası kullanılmış, her oturum aynı mısranın 40 kez tekrarlanmasını içermiştir. Böylece M1/BP, bir ses uyarıcı grubunun tekrarlandığı S1/BP’nin bir benzeri olmuştur. S1/BP’nin işlem yolunda olduğu gibi, her mısradaki dört kelime işitsel olarak sunulmuş, 5. kelime ise atlanmıştır. Katılımcılara verilen yönergede, seçkisiz olarak seçilen bir mısranın kullanılacağı belirtilmiştir. Hangi mısranın verileceği, ardaşık her katılımcıda seçkisiz-bloklama

yönteminde belirlenmiştir. Yönerge kısmında ayrıca bir alıştırma katılımcıya dinlettirilmiştir. Bu paradigma uyarınca katılımcının görevi, 4. kelimedenden sonra gelen boşlukta, 5. kelimeyi, tam olarak gelmesi gerektiği zaman anında aklından geçirmesidir.

M1/BP’de, önceki iki paradigmada olduğu gibi, uyarıcıların 65 dB ses basınç düzeyinde olmasına gayret edilmiş; fakat şiirdeki bürüne (prosody) bağlı olarak bu değer 52-62 ses basınç düzeyi aralığında değişmiştir. Şiirin anlamlı bir şekilde okunabilmesi için sesin perdesindeki (pitch) bu alçalma ve yükselmeler gereklidir. Karşılaşılan bir diğer zorluk ise ilk iki paradigmada uyarıcıların süreleri (duration) sabit iken (0.5 saniye) şiirle ilgili bu ve bundan sonraki paradigmalarda sürenin kelimenin uzunluğuna göre değişmesidir. Örneğin en uzun kelime olan “teselliyle” sözcüğü 932 milisaniye sürmekte iken en kısa kelime olan “bir” sözcüğü 410 milisaniye sürmektedir. Bundan dolayı her bir mısra içerisinde uyarıcılar arası zaman ISI zorunlu olarak değişmiş fakat SOA aynı kalmıştır (SOA=3 saniye) (bkz. Şekil 2.3).



Şekil 2.3. M1/BP paradigması uyarıcı düzeni.

Seçilen mısra toplam 40 defa olmak üzere kulaklık üzerinden verilmiştir. Dolayısıyla bu oturum, 40 kez tekrarlanan 5 birimlik (5. uyarıcısı olmayan) tek bir mısradan,  $[40 \cdot (4 \cdot (4+1))=200]$  oluşmuştur. Otuz üç katılımcıda her mısra toplam olarak 6 kez kullanılmıştır ( $4 \cdot 6=24$ ).

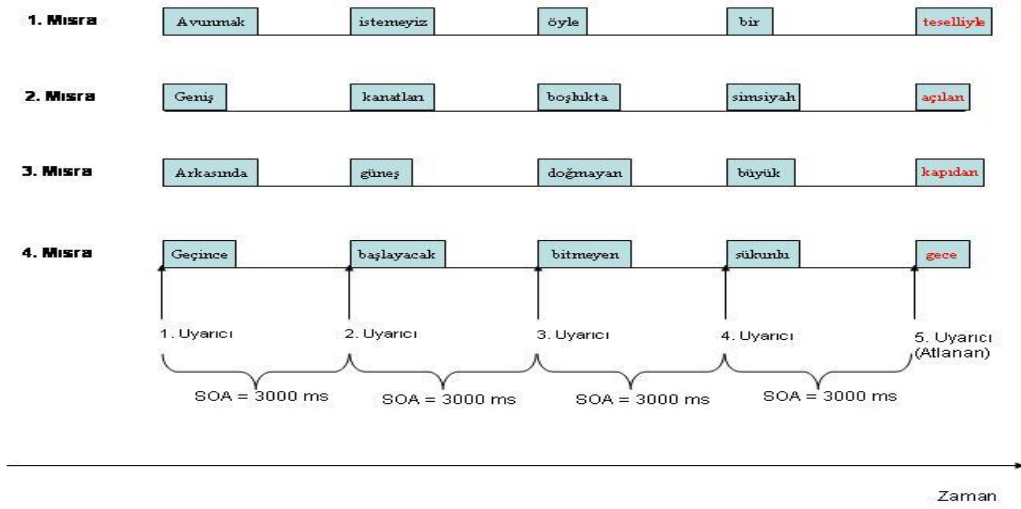
#### **2.4.4. Metin İçin Beklenti Paradigması (M4/BP)**

M4/BP’de de, metin için beklenti oluşturulmasına çalışılmıştır. M4/BP’de, metin etkisini araştıran diğer çalışmalar (Kutas ve Hillyard, 1984) doğrultusunda; tek mısra değil, şiirin 4 mısrası kullanılmıştır. Katılımcılar bir önceki paradigmada belirtildiği gibi M4/BP’de de şiiri ezberlemişlerdir. Bu paradigma öncesi de katılımcılara tüm şiirin eksiksiz bir şekilde verildiği bir alıştırma kısmı olmuştur.

Deney kısmında ise her mısradaki ilk dört kelime işitsel olarak sunulmuş, 5. kelime ise atlanmıştır. Bu paradigma uyarınca deneğin görevi, her mısradaki 4. kelimedenden sonra gelen boşlukta, 5. kelimeyi, tam olarak gelmesi gereken zaman anında aklından geçirmesi olmuştur.

Deney planlama aşamasında S1/BP, S4/BP, M1/BP ve M4/BP paradigmalarının her ardışık denekteki sırasının tam dengeleme yöntemi doğrultusunda belirlenmesi düşünülmüştür. Ancak yapılan pilot çalışmalarda M4/BP, M1/BP, S1/BP ve S4/BP sıralamasının beklenti oluşumunu hızlandırma ve kolaylaştırma bakımından daha etkili olduğu belirlenmiştir. Böylece tüm katılımcılarda paradigmalar belirtilen sıra içinde uygulanmıştır.





Şekil 2.4. M4/BP paradigması uyarıcı düzeni

S4/BP'de olduğu gibi her oturum 200 tekrardan oluşmuştur; buna göre deneyde 5 birimlik (5. uyarıcısı olmayan) her bir mısra 10 kez,  $[10*(4*(4+1))=200]$  tekrarlanmıştır. M4/BP, 4 farklı ritmik grubun tek bir grup olarak tekrarlandığı S4/BP'nin yakın bir benzeri olmuştur (bkz. Şekil 2.4).

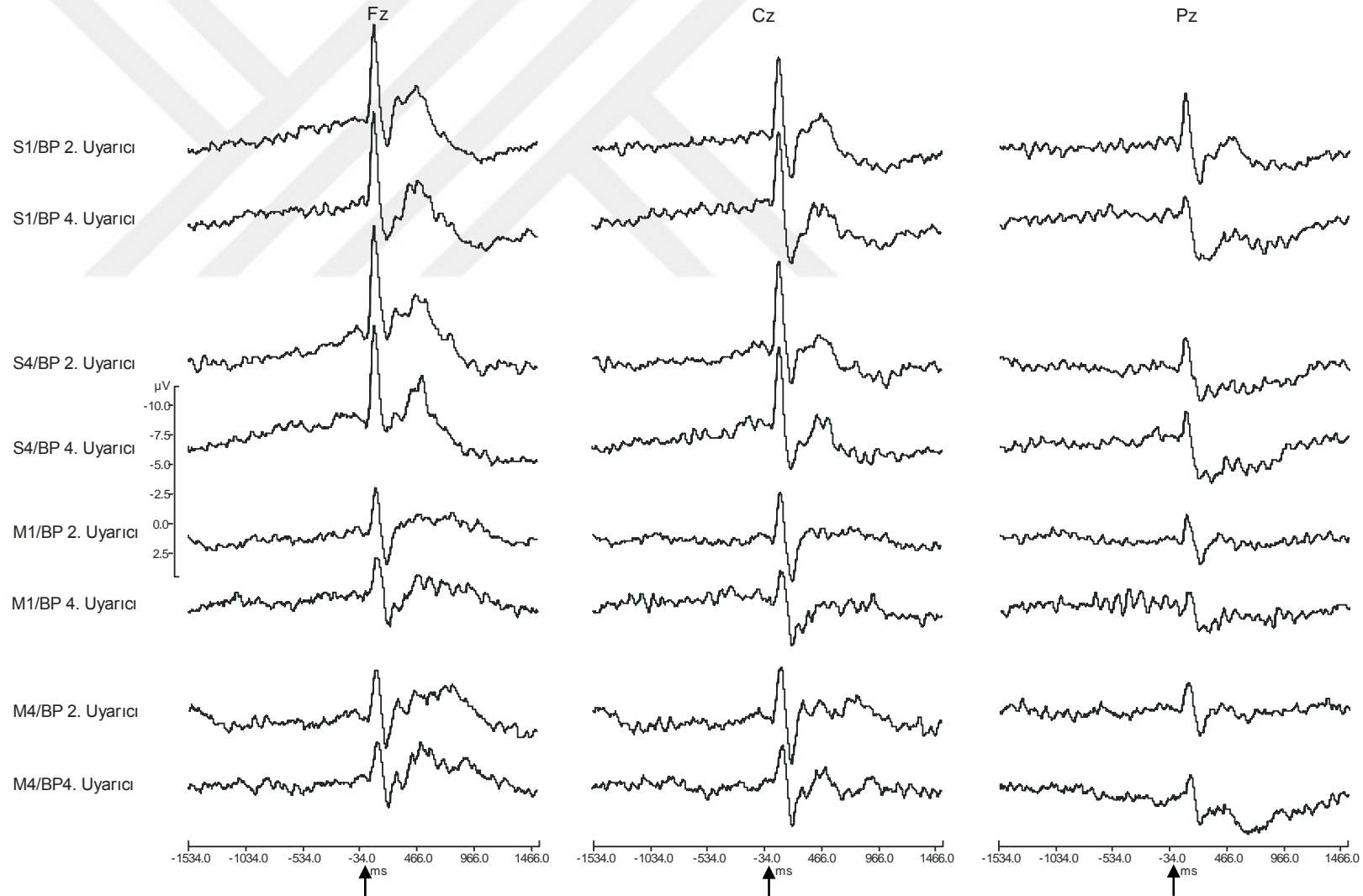
### 3. BULGULAR

Bu çalışmada, saf ses ve metin uyarıcılarına karşı verilen elektrofizyolojik tepkiler analiz edilmiştir. Çalışmada toplam dört paradigma bulunmaktadır. Bunlar sırasıyla S1/BP ve S4/BP, M1/BP ve M4/BP'dir. S1/BP'de tek tür saf ses, M1/BP'de ise bir mısra bulunmaktadır. S4/BP'de dört tür saf ses, M4/BP'de ise dört mısra bulunmaktadır. Görüldüğü gibi bu son iki paradigmada uyarıcılar bir örüntü oluşturmaktadır. Tüm paradigmalarda 4.'den sonra gelen 5. uyarıcı atlanmaktadır. Katılımcının görevi, atlanan bu 5. uyarıcının gelme anını tahmin etmektir.

Analizlerin ilk aşamasında saf ses işlemeye ve kelime işlemeye dayalı beklentilerde ortaya çıkan OİP parametrelerinin, dış uyarıcıların verilme sırası (1-4) ve elektrot lokasyonuna göre nasıl değiştiği incelenmiştir. İkinci aşama ise, atlanan 5. uyarıcıya ilişkin analizleri içermektedir. Bu analizler, saf ses ve metin işlemeye dayalı beklenti durumunda ortaya çıkan OİO'lardan teta ve alfadaki faz düzenliğinin incelenmesini içermiştir.

#### 3.1. OLAY İLİŞKİLİ POTANSİYELLERE İLİŞKİN ANALİZLER

Katılımcılar için elde edilen ortalama OİP'lerle genel OİP'ler incelendiğinde, OİP dalga formunun beş zirveyi içerdiği görülmüştür. İlgili literatür doğrultusunda (Karakas ve Başar, 2004; Kutas ve Petten, 1988) bu zirveler N100, N200, P300, N400A ve N400B olarak adlandırılmıştır. Bu adlandırmada harfler, dalganın polaritesini (N: negatif, P: pozitif) göstermektedir. Sayısal değerler ise, ilgili zirvenin yaklaşık latans değerini göstermektedir.



Şekil 3.1. S1/BP, S4/BP, M1/BP ve M4/BP paradigmları altında 2. ve 4. uyarıcılar için Fz, Cz ve Pz elektrot lokasyonlarından elde edilen genel ortalama EEG-OİP eğrileri. Uyarıcı anı okla gösterilmiştir.

### 3.1.1. Betimsel İstatistikler

Bu tez çalışması kapsamında, dört paradigma koşulunda, deneklerin her biri için ortalama OİP'ler hesaplanmıştır. Şekil 3.1'de, sırasıyla S1/BP 2. Uyarıcı, S1/BP 4. Uyarıcı, S4/BP 2. Uyarıcı, S4/BP 4. Uyarıcı, M1/BP 2. Uyarıcı, M1/BP 4. Uyarıcı, M4/BP 2. Uyarıcı, M4/BP 4. Uyarıcı için ortalama OİP'lerin Fz, Cz ve Pz elektrot lokasyonundaki topografik dağılımı verilmektedir.

Şekil 3.1 incelendiğinde, OİP'lerdeki erken zirvelerin uyarıcı türünden etkilendiği görülmektedir. Saf seslere karşı elde edilen erken bileşenlerin genliği, metin için elde edilen bileşenlerin genliklerinden yüksek olmuştur. Ayrıca erken bileşenlerin frontal elektrotlarda belirgin biçimde elde edildiği, parietal elektrotlara doğru zirvelerin genliğinin giderek azaldığı görülmektedir. Şekil 3.1 incelendiğinde, genel olarak 2. uyarıcı için elde edilen erken bileşenlerin genliklerinin, 4. uyarıcı için elde edilen bileşenlerin genliklerinden daha büyük olduğu görülmektedir.

Saf seslere karşı elde edilen geç zirvelerin genliği, metin için elde edilenlere göre daha yüksek olmuştur. Ancak saf ses paradigmalarında belirgin tek geç zirve gözlenirken, metin paradigmalarında geç zirve sayısının ikiye çıkma eğiliminde olduğu gözlenmiştir. Geç bileşenlerin de Fz ve Cz elektrot lokasyonlarında belirgin biçimde elde edildiği, parietal elektrotlara doğru zirvelerin genliğinin giderek azaldığı görülmektedir. İkinci uyarıcılara ilişkin OİP'lerin genliği, 4. uyarıcılara ilişkin olanlara çeşitli bakımlardan benzer olmuştur.

OİP dalga formunda elde edilen zirvelerin, mevcut araştırmanın koşullarında ne gibi latans değerleri aldığı ise Tablo 3.1'de sunulmaktadır. Tablo incelendiğinde, mevcut araştırmanın koşulları altında elde edilen latans değerlerinin, ilgili bileşenin adını oluşturan değer civarında olduğu görülmektedir. Bu doğrultuda, N100 zirvesinin latans değerleri 96-130 ms, P200'e ilişkin değerler 196-208 ms, N200'e ilişkin değerler 278-312 ms, P300'e ilişkin değerler 304-338 ms, N400A'ya ilişkin değerler 468-594 ms ve N400B'ye ilişkin değerler de 550-1284 arasında olmuştur. Tablo 3.1 incelendiğinde,

metin uyarıcılarına karşı elde edilen zirvelerin latanslarının, saf seslere karşı elde edilen değerlerden nispeten daha uzun olduğu görülmektedir.

Tablo 3.1. OİP genel ortalamalarındaki bileşenlerin zirve latansları. Değerler milisaniye (ms) cinsinden verilmektedir.

Paradigma	Uyarıcı	N100	P200	N200	P300	N400A	N400B
<b>M1/BP</b>	1	114	204	286	312	468	712
	2	110	212	290	316	476	700
	3	110	200	278	308	412	666
	4	114	208	270	382	572	730
<b>M4/BP</b>	1	114	196	290	316	590	922
	2	118	204	308	382	594	824
	3	110	196	282	334	542	882
	4	130	212	300	342	536	726
<b>S1/BP</b>	1	100	204	282	304	554	736
	2	96	208	290	338	516	668
	3	96	200	312	334	502	724
	4	96	204	286	326	486	716
<b>S4/BP</b>	1	96	208	286	308	528	714
	2	96	204	286	312	554	746
	3	96	208	278	326	520	768
	4	100	200	282	316	528	730

Mevcut çalışmada OİP zirveleri üstünde yapılan istatistik analizler ve haritalar, tek süpürüm (sweep) OİP'lerdeki zirvelerin genlik değerleri üzerinden yapılmıştır. Çalışmada bu değerler bir algoritma uyarınca otomatik olarak belirlenmiştir. Bu algoritma zirvenin genlik değeri olarak, ilgili zirvenin içinde yer aldığı zaman aralığındaki en yüksek değeri seçmiştir. Tablo 3.2'de, söz konusu algoritmada zirveler için kullanılan zaman aralıkları (zirvenin başlangıç ve bitiş latansları) verilmektedir.

Tablo 3.2. OİP genel ortalamalarındaki bileşenlerin başlangıç ve bitiş latans aralıkları. Değerler milisaniye (ms) cinsinden verilmektedir.

Paradigma	Uyarıcı	N100	P200	N200	P300	N400A	N400B
M1/BP	1	22-170	114-270	206-290	290-390	316-550	608-838
	2	26-170	110-270	214-298	300-390	320-550	550-838
	3	22-170	114-270	202-298	298-390	320-500	550-834
	4	26-170	122-270	210-298	298-390	398-550	608-832
M4/BP	1	26-170	116-250	204-300	300-456	380-600	624-1284
	2	44-170	120-270	206-320	320-460	384-610	584-1100
	3	48-170	114-270	200-300	300-430	380-600	552-1116
	4	52-170	136-270	214-306	308-424	400-580	640-824
S1/BP	1	16-170	114-260	204-298	300-440	450-600	650-838
	2	14-170	100-260	222-298	300-400	400-550	600-778
	3	36-170	100-260	202-320	322-424	400-550	600-946
	4	14-170	100-260	232-300	302-394	400-550	600-938
S4/BP	1	32-170	100-260	210-300	300-378	400-550	600-870
	2	22-170	100-260	212-300	302-380	380-580	630-902
	3	36-170	222-300	222-300	300-380	380-570	620-938
	4	26-170	204-300	204-300	300-360	380-570	614-886

Zirveler için belirlenen bu sınırlar deneklere ait OİP'lere uygulandığında Tablo 3.3'de gözlemlenen latans değerleri belirlenmiştir. Genlik değerlerine ilişkin istatistiksel analizlerde bu lastanslara ait genlik değerleri kullanılmıştır.

Tablo 3.3. OİP denek ortalamalarındaki bileşenlerin en düşük ve en yüksek latans değerleri. Değerler milisaniye (ms) cinsinden verilmektedir.

Paradigma	Uyarıcı	N100	P200	N200	P300	N400A	N400B
M1/BP	1	90-130	166-268	272-288	292-384	390-536	608-838
	2	48-158	138-258	262-296	300-388	392-498	550-838
	3	78-132	152-232	242-296	300-380	400-498	550-834
	4	80-160	166-266	214-296	300-388	402-548	608-832
M4/BP	1	74-138	174-228	272-296	296-380	398-592	624-1284
	2	74-162	166-252	272-308	312-398	402-608	584-1100
	3	76-134	166-266	272-296	300-396	402-592	552-1116
	4	98-160	192-260	258-296	300-382	404-558	640-824
S1/BP	1	70-128	182-264	272-288	292-352	392-586	650-838
	2	68-130	144-256	270-296	300-396	402-548	600-778
	3	80-122	152-266	272-312	316-398	404-548	600-946
	4	76-114	158-266	272-294	300-394	402-548	600-938
S4/BP	1	66-150	182-258	272-296	300-394	408-548	600-870
	2	78-128	152-244	272-296	304-396	402-570	630-902
	3	78-116	148-234	262-296	300-396	412-560	620-938
	4	80-124	144-264	272-296	300-396	402-556	614-886

Bu çalışmada paradigma (4 düzey), uyarıcının sunum sırası (4 düzey) ve elektrot alanı değişkenlerinin (30 düzey) etkisi incelenmektedir. Bu düzeylerin birleşim sayısı ise 480 olmaktadır. Kullanılan denek sayısı (n=33) bu sayıda birleşimin güvenilir biçimde analiz edilmesine imkan tanımamaktadır. Bu nedenle çalışmada 30 elektrot alanını temsilen üç ortahat elektrodu (Fz, Cz, Pz); dört sunum sırası arasından da 2. ve 4. olanlar seçilmiştir. Paradigma değişkeninin dört düzeyi (S1/BP, S4/BP, M1/BP ve M4/BP) eksiksiz olarak kullanılmıştır. Bu durumda analizler 4 (paradigma) x 2 (uyarıcı sırası) x 3 (elektrot alanı) faktörlü desen uyarınca yürütülmüştür.

Tablo 3.4'te dört paradigma altında Fz, Cz ve Pz elektrot lokasyonlarından 2. ve 4. uyarıcılar için elde edilen bileşenlerin genlik değerlerine ilişkin aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri sunulmaktadır. En yüksek genlik değeri (-12.16  $\mu$ V) S4/BP

altında 2. uyarıcı için Fz lokasyonundan elde edilen N100 bileşenine ait olmuştur. En düşük genlik değeri (-0.06  $\mu\text{V}$ ) ise M4-BP altında 4. uyarıcı için Pz lokasyonundan elde edilen N200 bileşenine ait olmuştur.

Tablo 3.4. Fz, Cz ve Pz elektrot lokasyonlarından 2. ve 4. uyarıcılar için elde edilen bileşenlerin genlik değerlerine ilişkin aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri. Değerler mikrovolt ( $\mu\text{V}$ ) cinsinden verilmektedir.

		Metin				Saf Ses			
		M1/BP		M4/BP		S1/BP		S4/BP	
		2.Uyarıcı	4. Uyarıcı	2. Uyarıcı	4. Uyarıcı	2. Uyarıcı	4. Uyarıcı	2. Uyarıcı	4. Uyarıcı
<b>FZ</b>	<b>N100</b>	-7.07 ( $\pm 3.20$ )	-6.26 ( $\pm 3.24$ )	-7.39 ( $\pm 3.02$ )	-6.15 ( $\pm 2.53$ )	-11.05 ( $\pm 3.88$ )	-11.00 ( $\pm 3.74$ )	-12.16 ( $\pm 3.56$ )	-12.08 ( $\pm 3.69$ )
	<b>N200</b>	-2.83 ( $\pm 3.12$ )	-2.91 ( $\pm 3.11$ )	-2.88 ( $\pm 2.66$ )	-1.89 ( $\pm 3.03$ )	-4.48 ( $\pm 3.41$ )	-1.84 ( $\pm 4.33$ )	-4.97 ( $\pm 2.95$ )	-3.21 ( $\pm 3.74$ )
	<b>P300</b>	1.97 ( $\pm 3.03$ )	2.75 ( $\pm 3.75$ )	1.49 ( $\pm 2.80$ )	3.22 ( $\pm 2.69$ )	-0.25 ( $\pm 2.87$ )	2.23 ( $\pm 3.48$ )	-0.12 ( $\pm 3.44$ )	1.50 ( $\pm 3.39$ )
	<b>N400A</b>	-4.87 ( $\pm 3.51$ )	-5.35 ( $\pm 3.01$ )	-6.06 ( $\pm 2.87$ )	-5.16 ( $\pm 2.48$ )	-6.53 ( $\pm 3.10$ )	-5.97 ( $\pm 3.15$ )	-7.52 ( $\pm 3.63$ )	-6.70 ( $\pm 2.99$ )
	<b>N400B</b>	-5.92 ( $\pm 3.09$ )	-4.73 ( $\pm 3.13$ )	-6.15 ( $\pm 2.95$ )	-3.67 ( $\pm 2.54$ )	-3.37 ( $\pm 2.58$ )	-3.29 ( $\pm 3.11$ )	-4.90 ( $\pm 3.57$ )	-4.41 ( $\pm 3.18$ )
<b>Cz</b>	<b>N100</b>	-6.51 ( $\pm 3.53$ )	-5.40 ( $\pm 2.70$ )	-7.25 ( $\pm 2.75$ )	-6.06 ( $\pm 2.42$ )	-9.08 ( $\pm 3.09$ )	-9.09 ( $\pm 3.62$ )	-9.57 ( $\pm 3.20$ )	-10.23 ( $\pm 3.20$ )
	<b>N200</b>	-1.72 ( $\pm 3.03$ )	-1.48 ( $\pm 2.65$ )	-2.68 ( $\pm 3.10$ )	-0.82 ( $\pm 2.85$ )	-2.63 ( $\pm 3.10$ )	0.15 ( $\pm 4.39$ )	-1.71 ( $\pm 3.14$ )	-0.99 ( $\pm 4.00$ )
	<b>P300</b>	2.61 ( $\pm 3.30$ )	3.44 ( $\pm 3.44$ )	1.65 ( $\pm 2.30$ )	4.16 ( $\pm 2.66$ )	1.42 ( $\pm 2.19$ )	3.93 ( $\pm 3.42$ )	2.33 ( $\pm 3.69$ )	3.22 ( $\pm 3.60$ )
	<b>N400A</b>	-3.93 ( $\pm 3.54$ )	-3.78 ( $\pm 2.92$ )	-5.01 ( $\pm 2.64$ )	-3.32 ( $\pm 2.70$ )	-4.85 ( $\pm 2.63$ )	-3.75 ( $\pm 3.52$ )	-4.50 ( $\pm 3.37$ )	-4.39 ( $\pm 3.47$ )
	<b>N400B</b>	-4.71 ( $\pm 2.89$ )	-3.44 ( $\pm 3.25$ )	-5.12 ( $\pm 2.35$ )	-1.92 ( $\pm 2.57$ )	-2.38 ( $\pm 2.75$ )	-1.72 ( $\pm 3.66$ )	-2.44 ( $\pm 3.23$ )	-2.75 ( $\pm 3.13$ )
<b>PZ</b>	<b>N100</b>	-4.42 ( $\pm 2.79$ )	-3.63 ( $\pm 1.61$ )	-5.18 ( $\pm 1.74$ )	-4.34 ( $\pm 2.06$ )	-4.85 ( $\pm 2.36$ )	-4.68 ( $\pm 2.26$ )	-4.63 ( $\pm 2.14$ )	-5.32 ( $\pm 2.36$ )
	<b>N200</b>	-1.30 ( $\pm 2.94$ )	-1.15 ( $\pm 1.86$ )	-1.71 ( $\pm 2.71$ )	-0.06 ( $\pm 2.57$ )	-0.54 ( $\pm 2.79$ )	2.06 ( $\pm 3.70$ )	0.74 ( $\pm 2.97$ )	1.21 ( $\pm 3.86$ )
	<b>P300</b>	3.14 ( $\pm 2.59$ )	4.07 ( $\pm 2.70$ )	2.68 ( $\pm 2.30$ )	4.38 ( $\pm 2.08$ )	4.49 ( $\pm 1.91$ )	6.09 ( $\pm 2.91$ )	5.52 ( $\pm 3.44$ )	5.76 ( $\pm 3.35$ )
	<b>N400A</b>	-2.83 ( $\pm 2.90$ )	-2.52 ( $\pm 2.06$ )	-3.54 ( $\pm 1.71$ )	-1.57 ( $\pm 2.18$ )	-2.56 ( $\pm 1.98$ )	-1.65 ( $\pm 2.98$ )	-1.50 ( $\pm 2.25$ )	-1.76 ( $\pm 2.74$ )
	<b>N400B</b>	-3.24 ( $\pm 2.25$ )	-2.60 ( $\pm 2.54$ )	-3.87 ( $\pm 2.31$ )	-0.38 ( $\pm 2.04$ )	-1.91 ( $\pm 2.26$ )	-2.00 ( $\pm 3.30$ )	-1.76 ( $\pm 2.58$ )	-2.01 ( $\pm 2.35$ )

### 3.1.2. Anlamlılık Testleri

Dört paradigma türü (S1/BP, S4/BP, M1/BP ve M4/BP), üç ortahat elektrodu (Fz, Cz, Pz) ve iki sunum sırası (2 ve 4) için elde edilen koşul birleşimleri altında elde edilen



genlikler öncelikle aşırı değer analizine tabi tutulmuştur. Bu amaçla z dağılımları oluşturulmuş, bu dağılımlarda kritik z değeri olarak çift yönlü hipotez testinde  $\alpha/2 = .001$ 'e karşılık gelen 3.00 seçilmiş, 3.00 ve daha büyük z değerine sahip olan veriler belirlenmiştir. M1/BP genlik değerleri için 3 aşırı değer, latans değerleri için 1 aşırı değer; M4/BP genlik değerleri için 7 aşırı değer, latans değerleri için 8 aşırı değer; S1/BP genlik değerleri için 12 aşırı değer, latans değerleri için 13 aşırı değer; S4/BP latans değerleri için 7 aşırı değer belirlenmiştir. S4/BP genlik değerlerinde aşırı değerlere rastlanmamıştır. Her bir OİP bileşeni için 24 değişken ( $4 \times 2 \times 3$ ) ve 33 denek olmak üzere 792 veri bulunmaktadır ( $24 \times 33 = 792$ ). Bu incelemeler, aşırı değerlerin toplam veri sayısına oranının % 5'in altında kaldığını ortaya koymuştur. Örneğin en fazla aşırı değer bulunan S1-BP latans değerleri için bu oran % 1.64'dür ( $13 / 792 \times 100 = 1.64$ ).

Daha sonra bu aşırı değerlerin seçkisiz (random) dağılıp dağılmadığı, yani bir örüntü takip edip etmediği test edilmiştir. Little'ın MCAR Testi, tüm paradigmalarda aşırı değerlerin bir örüntü takip etmediğini, seçkisiz dağıldığını ortaya koymuştur. Bu aşırı değerlerin % 5'ten az olması ve seçkisiz bir örüntü izlemesi, eksik verileri tamamlamada yeniden tahmin etme beklenti-maksimizasyon (EM) algoritmasının kullanılabilceğini ortaya koymuştur. Çalışmada aşırı değerler söz konusu algoritma kullanılarak elenmiştir.

Her bir bileşen için oluşturulmuş olan ve aşırı değerlerden temizlenmiş verilerin normallik sayılısını karşılama durumu test edilmiştir. Öncelikle n değeri 30'dan büyüktür. Tüm bileşenler için yatıklık (skewness) ve basıklık (kurtosis) değerleri incelenmiştir. Hiçbir değişkenin yatıklık değerinin kritik değer olan 1.5'den büyük olmadığı görülmüştür (en büyük yatıklık değeri: 1.243). En yüksek basıklık değeri ise 2.337 olarak bulunmuştur. Bu bulgular basıklık ve yatıklık açısından veride bir problem olmadığını göstermiştir. Ancak normalliği test eden Shapiro-Wilk sonuçları bazı değişkenlerin dağılımlarının normal olmadığını ortaya koymuştur. Bu değişkenlerin toplam sayısı 12 olarak bulunmuştur. Yüz kırk dört değişken arasında 12'nin ihmal edilebilir olduğu düşünülmüş ve dağılımı düzeltmek için herhangi bir dönüştürme (transformation) uygulanmamıştır.

Zirve genlik değerlerinin anlamlılık testleri, 4 x 2 x 3 faktörlü tekrar ölçümlü desene uygun varyans analizi (analysis of variance: ANOVA) ile yapılmıştır. Desendeki bağımsız değişkenler paradigma türü (M1/BP, M4/BP, S1/BP ve S4/BP), uyarıcı sırası (2. ve 4. uyarıcılar) ve elektrot lokasyonu (Fz, Cz ve Pz) olmuştur. ANOVA her OİP zirvesi için ayrı ayrı yürütülmüştür.

Elde edilen sonuçların değerlendirilmesinde varyansların homojenliği (sphericity) varsayımının sağlanıp sağlanmadığı, “Mauchly’s test of sphericity” sonuçları incelenerek belirlenmiştir. Varsayımı karşılamayan temel etkiler ve etkileşim etkileri için Greenhouse-Geisser düzeltmesi uygulanmış, söz konusu durumlarda bu düzeltmeye ilişkin serbestlik dereceleri ve anlamlılık değerleri rapor edilmiştir. Tablo 3.4’te her bir OİP zirvesi için ayrı olarak yürütölen 4 x 2 x 3 faktörlü tekrar ölçümlü desene uygun ANOVA sonuçları özetlenmektedir.

Anlamli bulunan temel etkilerin kaynağını belirlemek için yapılan post hoc analizlerde çoklu karşılaştırma etkisinden doğabilecek Tip I hatayı azaltmak için Bonferroni düzeltmesi kullanılmıştır. Anlamli bulunan etkileşim etkilerinin doğasını göstermede grafiksel sunumdan yararlanılmıştır.

Tablo 3.5. Paradigma (M1/BP, M4/BP, S1/BP ve S4/BP), uyarıcı sırası (2. ve 4. uyarıcılar) ve elektrot lokasyonu (Fz, Cz, Pz) değişkenleri için 4 X 2 X 3 tekrar ölçümlü varyans analizi (ANOVA) özet tablosu. Bağımlı değişken olarak OİP zirve genlikleri kullanılmıştır.

Değişim Kaynağı	Kareler Toplamı	sd	Ortalama Kare	F-değeri	p
<b>N100</b>					
Paradigma (A)	1671.92	3	557.31	33.71	<b>0.001</b>
Hata		96			
Uyarıcı Sırası (B)	33.31	1	33.31	3.81	0.060
Error		32			
Elektrot Lokasyonu (C)	2870.00	1.45	1980.07	143.36	<b>0.001</b>
Hata		46.38			
A x B	75.28	3	25.09	3.12	<b>0.030</b>
Hata		96			
A x C	665.23	4.01	165.98	49.69	<b>0.001</b>
Hata		128.25			
B x C	2.34	1.44	1.63	0.73	0.446
Hata		45.94			
A x B x C	6.94	3.84	1.81	0.68	0.600
Hata		122.77			
<b>N200</b>					
Paradigma (A)	50.25	3	16.75	0.894	0.447
Hata		96			
Uyarıcı Sırası (B)	342.05	1	342.05	16.14	<b>0.001</b>
Error		32			
Elektrot Lokasyonu (C)	1217.31	1.38	883.07	59.13	<b>0.001</b>
Hata		44.11			
A x B	170.94	3	56.98	4.54	<b>0.005</b>
Hata		96			
A x C	312.49	3.56	87.80	18.84	<b>0.001</b>
Hata		113.89			
B x C	1.15	1.55	0.74	0.26	0.718
Hata		49.54			
A x B x C	22.54	3.43	6.57	1.85	0.135
Hata		109.76			
<b>P300</b>					
Paradigma (A)	1.15	3	0.384	0.018	0.997
Hata		96			
Uyarıcı Sırası (B)	436.34	1	436.339	31.89	<b>0.001</b>
Error		32			
Elektrot Lokasyonu (C)	1131.27	1.51	749.722	92.36	<b>0.001</b>
Hata		48.29			
A x B	1048.48	3	10.922	2.24	0.089
Hata		96			
A x C	400.21	3.34	119.998	24.72	<b>0.001</b>
Hata		106.73			
B x C	13.20	1.529	8.632	2.72	0.890
Hata		48.94			
A x B x C	18.28	4.44	4.11	1.67	0.152
Hata		142.22			
<b>N400A</b>					
Paradigma (A)	27.51	2.34	11.78	0.58	0.590
Hata		74.77			
Uyarıcı Sırası (B)	83.55	1	83.55	5.41	<b>0.027</b>
Error		32			
Elektrot Lokasyonu (C)	1882.62	1.49	1261.92	119.39	<b>0.001</b>
Hata		47.74			
A x B	69.92	3	23.31	2.24	0.890
Hata		96			
A x C	177.48	4.08	43.47	12.39	<b>0.001</b>
Hata		130.66			
B x C	3.96	1.35	2.93	0.77	0.423
Hata		43.14			
A x B x C	24.62	6	4.10	2.57	<b>0.020</b>
Hata		192			
<b>N400B</b>					
Paradigma (A)	294.23	2.27	129.62	5.27	<b>0.002</b>
Hata		72.64			
Uyarıcı Sırası (B)	227.18	1	227.18	16.75	<b>0.001</b>
Error		32			
Elektrot Lokasyonu (C)	738.93	1.50	491.33	48.48	<b>0.001</b>
Hata		48.13			
A x B	290.73	3	96.91	7.72	<b>0.001</b>
Hata		96			
A x C	60.31	4.09	14.74	4.04	<b>0.004</b>
Hata		130.91			
B x C	2.20	1.61	1.36	0.42	0.616
Hata		51.68			
A x B x C	22.08	4.34	5.09	2.37	<b>0.041</b>
Hata		298.59			

### 3.1.2.1. N100 Zirvesine İlişkin ANOVA ve Post Hoc Bulgular

Tablo 3.5 incelendiğinde N100 bileşeni genliği üzerinde paradigma ve elektrot lokasyonu temel etkisi; ayrıca paradigma ile uyarıcı sırası ve paradigma ile elektrot lokasyonu ortak etkilerinin anlamlı olduğu görülmektedir. Saf sesler için elde edilen N100 bileşeninin genlik değerleri, metin için elde edilen genlik değerlerinden daha yüksek olmuştur. Paradigma temel etkisi için yapılan post hoc analizler, farkların kaynağının, saf ses ve metin arasındaki farklar olduğunu ortaya koymuştur. Grup ortalamaları arasında elde edilen anlamlı farklar şöyle olmuştur: M1-BP ile S1-BP arasında (ortalama fark = 2.74,  $p < 0.001$ ); M1-BP ile S4-BP arasında (ortalama fark = 3.45,  $p < 0.001$ ); M4-BP ile S1-BP arasında (ortalama fark = 2.23,  $p < 0.001$ ); M4-BP ile S4-BP arasında (ortalama fark = 2.94,  $p < 0.001$ ). Metin paradigmalarının kendi aralarındaki karşılaştırmalarda ve saf ses paradigmalarının kendi aralarındaki karşılaştırmalarda anlamlı fark bulunamamıştır (sırasıyla,  $p = 1.0$  ve  $p = 4.2$ ). Paradigma değişkeni düzeylerinin N100 genliği üzerindeki etkisi Ek 5-A'daki grafikte gösterilmektedir. Şekil incelendiğinde saf ses içeren uyarıcılara karşı elde edilen N100 genliğinin metine göre; örüntü içeren uyarıcılara karşı genliğin de tek uyarıcı türü içerenlere göre daha yüksek olduğu görülmektedir.

Elektrot lokasyonu temel etkisi için yapılan post hoc analizler grup ortalamaları arasındaki farkların kaynağının şöyle olduğunu göstermiştir: Fz ile Cz arasında (ortalama fark = 3.27,  $p < 0.001$ ); Fz ile Pz arasında (ortalama fark = 4.51,  $p < 0.001$ ); Cz ile Pz arasında (ortalama fark = 1.25,  $p < 0.001$ ). Elektrot lokasyonu değişkeni düzeylerinin N100 genliği üzerindeki etkisi Ek 5-B'deki grafikte gösterilmektedir. Bu şekilde de görüleceği üzere en yüksek genlikli N100 bileşeni Fz elektrotundan, en düşük genlikli N100 ise Pz elektrotundan elde edilmiştir. Buna göre N100 bileşeni frontosentral bir yayılım göstermektedir.

Ek 5-C'de paradigma ile uyarıcı sırası değişkenlerinin etkileşimine ilişkin grafik gösterilmektedir. Buna göre, N100 genliği üzerinde metin paradigmalarında 4. uyarıcı için elde edilen genlik değerleri 2. uyarıcı için elde edilenlerden daha düşük olmuştur.

Saf sesin kullanıldığı paradigmalarda 2. ve 4. uyarıcı için olan genlik değerleri açısından fark yoktur.

Ek 5-D'de N100 genliği üzerinde paradigma ve elektrot lokasyonu etkileşimini gösteren grafik verilmiştir. Grafik incelendiğinde, tüm paradigmalarda altında, Fz elektrot lokasyonundan elde edilen genlik değerlerinin sırasıyla Cz ve Pz elektrot lokasyonlarından elde edilenlerden daha yüksek olduğu görülmektedir. Metin paradigmaları için Fz ve Cz elektrot lokasyonları arasında, genlik değerleri açısından bir fark görülmemektedir. Fakat, Fz ve Cz elektrot lokasyonları ile Pz elektrot lokasyonu arasında bir fark gözlemlenmektedir. Saf ses paradigmalarında ise, Fz, Cz ve Pz elektrot lokasyonları arasındaki genlik farkları daha fazladır.

### **3.1.2.2. P200 Zirvesine İlişkin ANOVA ve Post Hoc Bulgular**

P200 bileşeni genliği ile ilgili ANOVA analizleri elektrot lokasyonu temel etkisinin ( $F(1.41, 45.15) = 24.66, p < 0.001$ ), paradigma ile uyarıcı sırası ( $F(2.59, 83.02) = 6.51, p < 0.01$ ), paradigma ile elektrot lokasyonu ( $F(3.28, 104.85) = 16.21, p < 0.001$ ) ve paradigma-elektrot lokasyonu-uyarıcı sırası ( $F(4.01, 128.20) = 3.44, p < 0.05$ ) ortak etkilerinin anlamlı olduğunu göstermektedir.

Elektrot lokasyonu temel etkisi için yapılan post hoc analizler grup ortalamaları arasındaki farkların kaynağının şöyle olduğunu göstermiştir: Fz ile Cz arasında (ortalama fark = -1.80,  $p < 0.001$ ); ve Fz ile Pz arasında (ortalama fark = -1.49,  $p < 0.005$ ). P200 sentroparietal bir yayılıma sahiptir.

### **3.1.2.3. N200 Zirvesine İlişkin ANOVA ve Post Hoc Bulgular**

Tablo 3.5 incelendiğinde N200 bileşeni genliği üzerinde uyarıcı sırası ve elektrot lokasyonu temel etkisi; ayrıca paradigma ile uyarıcı sırası ve paradigma ile elektrot

lokasyonu ortak etkilerinin anlamlı olduğu gör÷lmektedir. İkinci uyarıcılar için elde edilen N200 bileşeninin genlik değeri, dördüncü uyarıcılar için elde edilen genlik değeriyle daha yüksek olmuştur. Uyarıcı sırası temel etkisi için yapılan post hoc analiz de, grup ortalamaları arasında (ortalama fark = -1.31,  $p < 0.001$ ) anlamlı farklar olduğunu göstermiştir. Uyarıcı sırası değişken düzeylerinin N200 genliği üzerindeki etkisi Ek 5-E'deki grafikte gösterilmektedir.

Elektrot lokasyonu temel etkisi için yapılan post hoc analizler grup ortalamaları arasındaki farkların kaynağının şöyle olduğunu göstermiştir: Fz ile Cz arasında (ortalama fark = -1.64,  $p < 0.001$ ); Fz ile Pz arasında (ortalama fark = -3.03,  $p < 0.001$ ); Cz ile Pz arasında (ortalama fark = -1.39,  $p < 0.001$ ). Elektrot lokasyonu değişkeni düzeylerinin N200 genliği üzerindeki etkisi Ek 5-F'deki grafikte gösterilmektedir. Bu şekilde de görüleceği üzere en yüksek genlikli N200 bileşeni Fz elektrotundan, en düşük genlikli N200 ise Pz elektrotundan elde edilmiştir. Buna göre N200 bileşeni frontosentral bir yayılım göstermektedir.

Paradigma ve uyarıcı sırası etkileşim etkisini gösterir şekil (Ek 5-G) incelendiğinde, 2. uyarıcı için elde edilen N200 genlik değerlerinin, 4. uyarıcı için elde edilenlerden daha yüksek olduğu gör÷lmektedir. Tek mısranın kullanıldığı M1/BP'den (kolay) M4/BP'ye (zor) gidildiğinde 2. uyarıcı için N200 genlik değerlerinde bir artış olmaktadır. 4. uyarıcı için bu ilişki tam tersi şekildedir: kolaydan zora doğru gidildiğinde, N200 genlik değerlerinde genelde bir düşüş olmaktadır. Saf sesler için tüm bu ilişkiler tam tersi şekildedir. Yani S1/BP'den (kolay) S4/BP'ye (zor) gidildiğinde 2. uyarıcı için N200 genlik değerlerinde bir azalma olmaktadır. Dördüncü uyarıcı için kolaydan zora doğru gidildiğinde, N200 genlik değerlerinde bir artış olmaktadır.

Ek 5-H'deki şekilde paradigma ile elektrot lokasyonu etkileşim etkisinin aralarındaki ilişki örüntüsü gösterilmektedir. Tüm paradigmlar altında, Fz elektrot lokasyonundan elde edilen N200 genlik değerlerinin sırasıyla Cz ve Pz elektrot lokasyonlarından elde edilen genlik değeriyle daha yüksek olduğu gör÷lmektedir. Metin paradigmları için Fz, Cz ve Pz elektrot lokasyonlarındaki genlik değeri arasındaki farklar daha küçük iken, bu elektrotlar arasındaki farklar S4/BP'ye doğru giderek büyümektedir.

### 3.1.2.4. P300 Zirvesine İlişkin ANOVA ve Post Hoc Bulgular

Tablo 3.5 incelendiğinde P300 bileşeni genliği üzerinde uyarıcı sırası ve elektrot lokasyonu temel etkisi; paradigma ile elektrot lokasyonu ortak etkisinin anlamlı olduğu görülmektedir. Dördüncü uyarıcılar için elde edilen P300 bileşeninin genlik değerleri, ikinci uyarıcılar için elde edilen genlik değerlerinden daha yüksek olmuştur. Uyarıcı sırası temel etkisi için yapılan post hoc analiz de, grup ortalamaları arasında (ortalama fark = -1.48,  $p < 0.001$ ) anlamlı fark olduğunu göstermiştir. Uyarıcı sırası değişken düzeylerinin P300 genliği üzerindeki etkisi Ek 5-I'daki grafikte gösterilmektedir.

Elektrot lokasyonu temel etkisi için yapılan post hoc analizler grup ortalamaları arasındaki farkların kaynağının şöyle olduğunu göstermiştir: Fz ile Cz arasında (ortalama fark = -1.25,  $p < 0.001$ ); Fz ile Pz arasında (ortalama fark = -2.92,  $p < 0.001$ ); Cz ile Pz arasında (ortalama fark = -1.67,  $p < 0.001$ ). Elektrot lokasyonu değişkeni düzeylerinin P300 genliği üzerindeki etkisi Ek 5-J'deki grafikte gösterilmektedir. Bu şekilde de görüleceği üzere en yüksek genlikli P300 bileşeni Pz elektrotundan, en düşük genlikli P300 ise Fz elektrotundan elde edilmiştir. Buna göre P300 bileşeni sentroparietal bir yayılım göstermektedir.

Ek 5-K'daki şekilde paradigma ile elektrot lokasyonu etkileşim etkisinin aralarındaki ilişki örüntüsü gösterilmektedir. Tüm paradigmlar altında, Fz elektrot lokasyonundan elde edilen P300 genlik değerlerinin sırasıyla Cz ve Pz elektrot lokasyonlarından elde edilen genlik değerlerinden daha düşük olduğu görülmektedir. Metin paradigmaları için Fz, Cz ve Pz elektrot lokasyonlarındaki genlik değerleri arasındaki farklar daha küçük iken, bu elektrotlar arasındaki farklar S1/BP ve S4/BP'de daha büyüktür.

### 3.1.2.5. N400A Zirvesine İlişkin ANOVA ve Post Hoc Bulgular

Tablo 3.5 incelendiğinde N400A bileşeni genliği üzerinde uyarıcı sırası ve elektrot lokasyonu temel etkisi; ayrıca paradigma ile elektrot lokasyonu ortak etkisinin ve

paradigma, uyarıcı sırası ve elektrot lokasyonu üçlü etkileşim etkisinin anlamlı olduğu görülmektedir. İkinci uyarıcılar için elde edilen N400A bileşenin genlik değerleri, dördüncü uyarıcılar için elde edilen genlik değerlerinden daha yüksek olmuştur. Uyarıcı sırası temel etkisi için yapılan post hoc analiz de, grup ortalamaları arasında (ortalama fark = -0.65,  $p = 0.027$ ) anlamlı farklar olduğunu göstermiştir. Uyarıcı sırası değişken düzeylerinin N400A genliği üzerindeki etkisi Ek 5-L'deki grafikte gösterilmektedir.

Elektrot lokasyonu temel etkisi için yapılan post hoc analizler grup ortalamaları arasındaki farkların kaynağının şöyle olduğunu göstermiştir: Fz ile Cz arasında (ortalama fark = -1.83,  $p < 0.001$ ); Fz ile Pz arasında (ortalama fark = -3.78,  $p < 0.001$ ); Cz ile Pz arasında (ortalama fark = -1.95,  $p < 0.001$ ). Elektrot lokasyonu değişkeni düzeylerinin N400A genliği üzerindeki etkisi Ek 5-M'deki grafikte gösterilmektedir. Bu şekilde de görüleceği üzere en yüksek genlikli N400A bileşeni Fz elektrotundan, en düşük genlikli N400A ise Pz elektrotundan elde edilmiştir. Buna göre N400A bileşeni frontosentral bir yayılım göstermektedir.

Ek 5-N'deki grafikte paradigma ve elektrot lokasyonu etkileşim etkisine ilişkin örüntü gösterilmiştir. Tüm paradigmlar altında, Fz elektrot lokasyonundan elde edilen N400A genlik değerlerinin sırasıyla Cz ve Pz elektrot lokasyonlarından elde edilen genlik değerlerinden daha yüksek olduğu görülmektedir. Metin paradigmaları için Fz, Cz ve Pz elektrot lokasyonlarındaki genlik değerleri arasındaki farklar daha küçük iken, bu elektrotlar arasındaki farklar S1/BP ve S4/BP'de daha büyüktür.

Paradigma, uyarıcı sırası ve elektrot lokasyonu üçlü etkileşim etkisine ilişkin örüntüleri gösteren şekiller sırasıyla Ek 5-O, Ek 5-P ve Ek 5-R'de verilmiştir. Ek 5-O'da Fz elektrot lokasyonu için bu etkileşim örüntüsü şu şekildedir: M1/BP'de ikinci uyarıcıya karşı elde edilen N400A genlik değeri, dördüncü uyarıcıya karşı elde edilenden daha düşüktür. M4/BP, S1/BP ve S4/BP'de ise tam tersi bir ilişki söz konusudur. 2. uyarıcıya verilen tepkilerin genlik değeri 4. uyarıcıya verilenlerden daha yüksektir.

Cz ve Pz elektrot lokasyonlarında, N400A bileşeni paradigma, uyarıcı sırası ve elektrot lokasyonu etkileşim örüntüleri birbirlerine çok benzemektedir. Bu örüntüye göre,



M1/BP'den M4/BP'ye gidildikçe 2. uyarıcıya ait N400A genlik değeri artarken, 4. uyarıcıya ait N400A genlik değeri azalmaktadır. Tam tersine S1/BP'den S4/BP'ye giderken 2. uyarıcıya ilişkin N400A genlik değerleri azalırken 4. uyarıcıya ilişkin genlik değerleri artmaktadır.

### 3.1.2.6. N400B Zirvesine İlişkin ANOVA ve Post Hoc Bulgular

Tablo 3.5 incelendiğinde N400B bileşeni genliği üzerinde paradigma, uyarıcı sırası ve elektrot lokasyonu temel etkisi; ayrıca paradigma ile uyarıcı sırası, paradigma ile elektrot lokasyonu ortak etkileri ve paradigma, uyarıcı sırası ve elektrot lokasyonu üçlü etkileşim etkisinin anlamlı olduğu görülmektedir. Saf sesler için elde edilen N400B bileşenin genlik değerleri, metin için elde edilen genlik değerlerinden daha yüksek olmuştur. Paradigma temel etkisi için yapılan post hoc analizler, farkların kaynağının, saf ses ve metin arasındaki farklar olduğunu ortaya koymuştur. Post hoc analizlerde M1-BP ile S1-BP arasında (ortalama fark = -1.66,  $p = 0.014$ ) elde edilen grup ortalamaları arasındaki farkın anlamlı olduğu görülmüştür. Metin paradigmalarının kendi aralarındaki karşılaştırmalarda ve saf ses paradigmalarının kendi aralarındaki karşılaştırmalarda anlamlı fark bulunamamıştır (sırasıyla,  $p = 1.0$  ve  $p = .178$ ). Ayrıca örüntü içeren paradigmalar (M4/BP ile S4/BP) arasında da anlamlı bir fark bulunamamıştır (sırasıyla,  $p = 1.0$ ). Paradigma değişkeni düzeylerinin N400B genliği üzerindeki etkisi Ek 5-S'deki grafikte gösterilmektedir.

İkinci uyarıcılar için elde edilen N400B bileşenin genlik değerleri, dördüncü uyarıcılar için elde edilen genlik değerlerinden daha yüksek olmuştur. Uyarıcı sırası temel etkisi için yapılan post hoc analiz de, 2. uyarıcı ile 4. uyarıcı grup ortalamaları arasında (ortalama fark = -1.07,  $p < 0.001$ ) anlamlı farklar olduğunu göstermiştir. Uyarıcı sırası değişken düzeylerinin N400B genliği üzerindeki etkisi Ek 5-T'deki grafikte gösterilmektedir.

Elektrot lokasyonu temel etkisi için yapılan post hoc analizler grup ortalamaları arasındaki farkların kaynağının şöyle olduğunu göstermiştir: Fz ile Cz arasında

(ortalama fark = -1.50,  $p < 0.001$ ); Fz ile Pz arasında (ortalama fark = -2.34,  $p < 0.001$ ); Cz ile Pz arasında (ortalama fark = -0.84,  $p = 0.001$ ). Elektrot lokasyonu değişkeni düzeylerinin N400B genliği üzerindeki etkisi Ek 5-U'daki grafikte gösterilmektedir. Bu şekilden de görüleceği üzere en yüksek genlikli N400B bileşeni Fz elektrotundan, en düşük genlikli N400B ise Pz elektrotundan elde edilmiştir. Buna göre N400B bileşeni frontosentral bir yayılım göstermektedir.

Ek 5-V'deki grafikte paradigma ve uyarıcı sırası etkileşim etkisi gösterilmektedir. Buna göre ikinci uyarıcıya karşı elde edilen N400B genliğinin dördüncü uyarıcılar için olandan daha büyük olduğu gözlenmektedir. İkinci uyarıcı için metin paradigmalarına bakıldığında, M1/BP'den (kolay) M4/BP'ye (zor) gidildikçe N400B genliği artmakta iken, 4. uyarıcıda tam tersi bir ilişki söz konusudur. Yani kolaydan zora giderken genlik azalmaktadır. Saf seslerde böyle bir ilişki görülmemektedir. Metin paradigmalarında 2. uyarıcıyla 4. uyarıcıya verilen tepkilerin genlikleri arasında fark varken, saf ses paradigmalarında böyle bir durum söz konusu değildir.

Ek 5-Y'deki grafikte paradigma ve elektrot lokasyonu etkileşim etkisine ilişkin örüntü gösterilmektedir. Tüm paradigmalar altında, Fz elektrot lokasyonundan elde edilen N400B genlik değerlerinin sırasıyla Cz ve Pz elektrot lokasyonlarından elde edilen genlik değerlerinden daha yüksek olduğu görülmektedir. Metin paradigmaları için Fz, Cz ve Pz elektrot lokasyonlarındaki genlik değerleri arasındaki farklar birbirine benzemektedir. S1/BP'de Cz ve Pz elektrot lokasyonları arasındaki genlik değerleri birbirine yakın ve Fz genlik değerinden düşüktür. Aynı eğilim genelde S4/BP için de elde edilmiştir.

Ek 5-ZA, Ek 5-ZB ve Ek 5-ZC'deki grafiklerde sırasıyla Fz, Cz ve Pz elektrot lokasyonları için paradigma, uyarıcı sırası ve elektrot lokasyonu üçlü etkileşime ilişkin örüntü gösterilmektedir. S4/BP'de 2. ve 4. uyarıcılara verilen N400B tepkisinin genlik değerleri arasında fark gözlenmezken, S1/BP'de yalnızca Cz elektrotundan elde edilen tepkinin genliğinde fark gözlenmektedir. Metin paradigmalarında ise, 2. uyarıcı ile 4. uyarıcıya verilen tepkiye ilişkin genlik değerleri arasında elektrot lokasyonları açısından bir fark yoktur.

### 3.1.3. Diskriminant Analiz Sonuçları

Anlamlılık analizleri sonrasında N100, N200, P300, ve N400A OİP bileşenleri genlik değerlerinin paradigmayı (M1/BP, M4/BP, S1/BP ve S4/BP) yordama gücünü belirlemek amacıyla veriye diskriminant analizi yapılmıştır. N400A ve N400B bileşenlerinin yüksek derecede korelasyon gösterdiği görülmüştür. Bu durumun “varyans-kovaryans matrislerinin tüm değişkenler için eşit olması” varsayımını bozmaması için N400B analize dahil edilmemiş, sadece N400A kullanılmıştır. Analizlerde grup değişkeni (yordanan değişken) olarak paradigma kullanılmıştır. Bu grup değişkenin 4 düzeyi bulunmaktadır (M1/BP, M4/BP, S1/BP ve S4/BP). Grup aidiyetini yordamada yukarıda belirtilen OİP bileşenleri yordayıcı değişkenler (predictor) olarak kullanılmıştır.

Toplam 3 grup diskriminant analiz yapılmıştır. Bunlardan ilkinde 2. uyarıcı ve 4. uyarıcıya ait genlik değerleri Fz, Cz ve Pz elektrot lokasyonlarında birleştirilmiştir. Örneğin N100 bileşeni ve M1/BP paradigması için 2. uyarıcı Fz elektrot lokasyonu genlik değerleri ile 4. uyarıcı Fz elektrot lokasyonu genlik değerleri toplanarak ortalaması alınmıştır. Bu durumda o katılımcının M4/BP paradigmasında, Fz elektrot lokasyonunda ve N100 bileşeni için birleştirilmiş genlik değeri oluşturulmuştur. Benzer işlemler diğer paradigma, bileşen ve elektrot lokasyonları için tekrarlanmıştır. İkinci grup diskriminant analizlerinde ise sadece 2. uyarıcıya karşı Fz, Cz ve Pz elektrot lokasyonlarından kaydedilen genlik değerleri, modele ayrı ayrı sokulmuştur. Üçüncü grup diskriminant analizlerinde ise sadece 4. uyarıcıya karşı Fz, Cz ve Pz elektrot lokasyonlarından kaydedilen genlik değerleri modele ayrı ayrı sokulmuştur. Böylelikle paradigmayı yordamada en etkili bileşenin ve elektrot lokasyonunun hangisi olacağını belirlenmesine çalışılmıştır. Ayrıca, 2. ve 3. grup analizler ile, 2. ve 4. uyarıcılardan hangisinin paradigmayı daha iyi yordama gücüne sahip olduğu belirlenmeye çalışılmıştır.

### 3.1.3.1. Birinci Grup Diskriminant Analiz Sonuçları

Birinci grup diskriminant analizlerde, 2. ve 4. uyarıcı için Fz, Cz ve Pz elektrot lokasyonlarında birleştirilmiş genlik değerleri kullanılmıştır.

Fz elektrot lokasyonunda birleştirilmiş değerlerle yapılan analizlerde, grup değişkenin (paradigmalar), hangi bağımsız değişkenler açısından birbirlerinden farklı olduğu Tablo 3.6'da verilmektedir.

Tablo 3.6. Birleştirilmiş veride Fz elektrot lokasyonu grup ortalamaları eşitlik testi.

	<b>Wilks' Lambda</b>	<b>F</b>	<b>sd1</b>	<b>sd2</b>	<b>p</b>
<b>Fz:N100</b>	0.587	30.006	3	128	0.000
<b>Fz:N200</b>	0.952	2.162	3	128	0.096
<b>Fz:P300</b>	0.923	3.572	3	128	0.016
<b>Fz:N400A</b>	0.925	3.472	3	128	0.018

Tablo 3.6'dan da anlaşılacağı üzere Fz elektrot lokasyonunda N100, P300 ve N400A bileşenleri için M1/BP, M4/BP, S1/BP ve S4/BP paradigmatları arasında anlamlı bir fark vardır. Analiz sonucunda anlamlı tek bir diskriminant fonksiyon bulunmuştur ( $\Lambda=0.55$ ,  $X^2 =75.66$ ,  $sd=12$ ,  $p<0.001$ ). Diskriminant fonksiyon ve yordayıcı değişkenler arasındaki korelasyonlara göre N100 ve P300 bileşenlerinin genlikleri, paradigmatları birbirinden ayırmada etkilidir. Oluşturulan diskriminant fonksiyon, gözlemlenen verinin % 53.8'ini gruplara (paradigma) doğru bir şekilde sınıflandırmıştır.

Cz elektrot lokasyonunda birleştirilmiş değerlerle yapılan analizlerde, grup değişkenin (paradigmatlar), hangi bağımsız değişkenler açısından birbirlerinden farklı olduğu Tablo 3.7'de verilmektedir.

Tablo 3.7. Birleştirilmiş veride Cz elektrot lokasyonu grup ortalamaları eşitlik testi.

	<b>Wilks' Lambda</b>	<b>F</b>	<b>sd1</b>	<b>sd2</b>	<b>p</b>
<b>Cz:N100</b>	0.734	15.441	3	128	0.000
<b>Cz:N200</b>	0.995	0.227	3	128	0.878
<b>Cz:P300</b>	0.998	0.106	3	128	0.956
<b>Cz:N400A</b>	0.992	0.324	3	128	0.808

Tablo 3.7'den de anlaşılacağı üzere Cz elektrot lokasyonunda N100 bileşeni için M1/BP, M4/BP, S1/BP ve S4/BP paradigmaları arasında anlamlı bir fark vardır. Analiz sonucunda anlamlı tek bir diskriminant fonksiyon bulunmuştur ( $\Lambda=0.67$ ,  $X^2 =50.56$ ,  $sd=12$ ,  $p<0.001$ ). Diskriminant fonksiyon ve yordayıcı değişkenler arasındaki korelasyonlara göre N100 bileşeninin genlik değerleri, paradigmaları birbirinden ayırmada etkilidir. Oluşturulan diskriminant fonksiyon, gözlemlenen verinin % 46.2'sini gruplara (paradigma) doğru bir şekilde sınıflandırmıştır.

Pz elektrot lokasyonunda birleştirilmiş değerlerle yapılan analizlerde, grup değişkeninin (paradigmalar), hangi bağımsız değişkenler açısından birbirlerinden farklı olduğu Tablo 3.8'de verilmektedir.

Tablo 3.8. Birleştirilmiş veride Pz elektrot lokasyonu grup ortalamaları eşitlik testi.

	<b>Wilks' Lambda</b>	<b>F</b>	<b>sd1</b>	<b>sd2</b>	<b>p</b>
<b>Pz:N200</b>	0.860	6.943	3	128	0.000
<b>Pz:P300</b>	0.849	7.591	3	128	0.000
<b>Pz:N100</b>	0.963	1.631	3	128	0.185
<b>Pz:N400A</b>	0.957	1.934	3	128	0.127

Tablo 3.8'den de anlaşılacağı üzere Pz elektrot lokasyonunda 2. ve 4. uyarıcı için birleştirilmiş veride, N200 ve P300 bileşenleri için M1/BP, M4/BP, S1/BP ve S4/BP paradigmaları arasında anlamlı bir fark vardır. Analiz sonucunda anlamlı tek bir diskriminant fonksiyon bulunmuştur ( $\Lambda=0.71$ ,  $X^2 =43.19$ ,  $sd=12$ ,  $p<0.001$ ). Diskriminant fonksiyon ve yordayıcı değişkenler arasındaki korelasyonlara göre P300 ve N200 bileşenlerinin genlik değerleri, paradigmaları birbirinden ayırmada etkilidir. Oluşturulan diskriminant fonksiyon, gözlemlenen verinin % 42.4'ünü gruplara (paradigma) doğru bir şekilde sınıflandırmıştır.

### 3.1.3.2. İkinci Grup Diskriminant Analiz Sonuçları

İkinci grup diskriminant analizlerde, sadece 2. uyarıcıya karşı Fz, Cz ve Pz elektrot lokasyonlarından kaydedilen bileşenlerin genlik değerleri kullanılmıştır.

Fz elektrot lokasyonunda 2. uyarıcı için elde edilen değerlerle yapılan analizlerde, grup değişkeninin (paradigmalar), hangi yordayıcı değişkenler açısından birbirlerinden farklı olduğu Tablo 3.9'da verilmektedir.

Tablo 3.9. İkinci uyarıcı için Fz elektrot lokasyonu grup ortalamaları eşitlik testi.

	<b>Wilks' Lambda</b>	<b>F</b>	<b>sd1</b>	<b>sd2</b>	<b>p</b>
<b>2.U-FZ:N100</b>	0.698	18.477	3	128	0.000
<b>2.U-FZ:N200</b>	0.909	4.290	3	128	0.006
<b>2.U-FZ:P300</b>	0.904	4.509	3	128	0.005
<b>2.U-FZ:N400A</b>	0.920	3.691	3	128	0.014

Tablo 3.9'dan da anlaşılacağı üzere Fz elektrot lokasyonunda 2. uyarıcıya ait N100, N200, P300 ve N400A bileşenleri için M1/BP, M4/BP, S1/BP ve S4/BP paradigmatları arasında anlamlı bir fark vardır. Analiz sonucunda anlamlı tek bir diskriminant fonksiyon bulunmuştur ( $\Lambda=0.66$ ,  $X^2=52.35$ ,  $sd=12$ ,  $p<0.001$ ). Diskriminant fonksiyon ve yordayıcı değişkenler arasındaki korelasyonlara göre N100 ve N200 bileşenlerinin genlik değerleri, paradigmatları birbirinden ayırmada etkilidir. Oluşturulan diskriminant fonksiyon, gözlemlenen verinin % 47.7'sini gruplara (paradigma) doğru bir şekilde sınıflandırmıştır.

Cz elektrot lokasyonunda 2. uyarıcı için elde edilen değerlerle yapılan analizlerde, grup değişkeninin (paradigmatlar), hangi bağımsız değişkenler açısından birbirlerinden farklı olduğu Tablo 3.10'da verilmektedir.

Tablo 3.10. İkinci uyarıcı için Cz elektrot lokasyonu grup ortalamaları eşitlik testi.

	<b>Wilks' Lambda</b>	<b>F</b>	<b>sd1</b>	<b>sd2</b>	<b>p</b>
<b>2.U-CZ:N100</b>	0.859	7.013	3	128	0.000
<b>2.U-CZ:N200</b>	0.977	1.016	3	128	0.388
<b>2.U-CZ:P300</b>	0.973	1.195	3	128	0.314
<b>2.U-CZ:N400A</b>	0.981	0.810	3	128	0.491

Tablo 3.10'dan da anlaşılacağı üzere Cz elektrot lokasyonunda 2. uyarıcıya ait N100 bileşeni için M1/BP, M4/BP, S1/BP ve S4/BP paradigmatları arasında anlamlı bir fark vardır. Analiz sonucunda anlamlı tek bir diskriminant fonksiyon bulunmuştur ( $\Lambda=0.80$ ,  $X^2=28.57$ ,  $sd=12$ ,  $p<0.01$ ). Diskriminant fonksiyon ve yordayıcı değişkenler arasındaki

korelasyonlara göre N100 bileşenin genlik değerleri, paradigmaları birbirinden ayırmada etkilidir. Oluşturulan diskriminant fonksiyon gözlemlenen verinin % 41.7'sini gruplara (paradigma) doğru bir şekilde sınıflandırmıştır.

Pz elektrot lokasyonunda 2. uyarıcı için elde edilen değerlerle yapılan analizlerde, grup değişkeninin (paradigmalar), hangi bağımsız değişkenler açısından birbirlerinden farklı olduğu Tablo 3.11'de verilmektedir.

Tablo 3.11. İkinci uyarıcı için Pz elektrot lokasyonu grup ortalamaları eşitlik testi.

	<b>Wilks' Lambda</b>	<b>F</b>	<b>sd1</b>	<b>sd2</b>	<b>p</b>
<b>2.U-PZ:N100</b>	0.985	0.655	3	128	0.581
<b>2.U-PZ:N200</b>	0.900	4.716	3	128	0.004
<b>2.U-PZ:P300</b>	0.842	8.010	3	128	0.000
<b>2.U-PZ:N400A</b>	0.902	4.646	3	128	0.004

Tablo 3.11'den de anlaşılacağı üzere Pz elektrot lokasyonunda 2. uyarıcıya ait N100 dışındaki tüm bileşenler için M1/BP, M4/BP, S1/BP ve S4/BP paradigmaları arasında anlamlı bir fark vardır. Analiz sonucunda tek bir diskriminant fonksiyon bulunmuştur ( $\Lambda=0.78$ ,  $X^2=32.02$ ,  $sd=12$ ,  $p<0.01$ ). Diskriminant fonksiyon ve yordayıcı değişkenler arasındaki korelasyonlara göre P300 ve N200 bileşenlerinin genlik değerleri, paradigmaları birbirinden ayırmada etkilidir. Oluşturulan diskriminant fonksiyon gözlemlenen verinin % 43.9'unu gruplara (paradigma) doğru bir şekilde sınıflandırmıştır.

### 3.1.3.3. Üçüncü Grup Diskriminant Analiz Sonuçları

Üçüncü grup diskriminant analizlerde, sadece 4. uyarıcıya karşı Fz, Cz ve Pz elektrot lokasyonlarından kaydedilen bileşenlerin genlik değerleri kullanılmıştır.

Fz elektrot lokasyonunda 4. uyarıcı için elde edilen değerlerle yapılan analizlerde, grup değişkeninin (paradigmalar), hangi bağımsız değişkenler açısından birbirlerinden farklı olduğu Tablo 3.12'de verilmektedir.

Tablo 3.12. Dördüncü uyarıcı için Fz elektrot lokasyonu grup ortalamaları eşitlik testi.

	<b>Wilks' Lambda</b>	<b>F</b>	<b>sd1</b>	<b>sd2</b>	<b>p</b>
<b>4.U-FZ:N100</b>	0.598	28.685	3	128	0.000
<b>4.U-FZ:N200</b>	0.971	1.259	3	128	0.291
<b>4.U-FZ:P300</b>	0.964	1.596	3	128	0.194
<b>4.U-FZ:N400A</b>	0.958	1.860	3	128	0.140

Tablo 3.12'den de anlaşılacağı üzere Fz elektrot lokasyonunda 4. uyarıcıya ait N100 bileşeni için M1/BP, M4/BP, S1/BP ve S4/BP paradigmaları arasında anlamlı bir fark vardır. Analiz sonucunda anlamlı tek bir diskriminant fonksiyon bulunmuştur ( $\Lambda=0.55$ ,  $X^2 =75.88$ ,  $sd=12$ ,  $p<0.001$ ). Diskriminant fonksiyon ve yordayıcı değişkenler arasındaki korelasyonlara göre N100 bileşeninin genlik değerleri, paradigmaları birbirinden ayırmada etkilidir. Oluşturulan diskriminant fonksiyon, gözlemlenen verinin % 53'ünü gruplara (paradigma) doğru bir şekilde sınıflandırmıştır.

Cz elektrot lokasyonunda 4. uyarıcı için elde edilen değerlerle yapılan analizlerde, grup değişkeninin (paradigmalar), hangi bağımsız değişkenler açısından birbirlerinden farklı olduğu Tablo 3.13'te verilmektedir.

Tablo 3.13. Dördüncü uyarıcı için Cz elektrot lokasyonu grup ortalamaları eşitlik testi.

	<b>Wilks' Lambda</b>	<b>F</b>	<b>sd1</b>	<b>sd2</b>	<b>p</b>
<b>4.U-CZ:N100</b>	0.684	19.673	3	128	0.000
<b>4.U-CZ:N200</b>	0.972	1.224	3	128	0.304
<b>4.U-CZ:P300</b>	0.987	0.565	3	128	0.639
<b>4.U-CZ:N400A</b>	0.985	0.632	3	128	0.595

Tablo 3.13'ten de anlaşılacağı üzere Cz elektrot lokasyonunda 4. uyarıcıya ait N100 bileşeni için M1/BP, M4/BP, S1/BP ve S4/BP paradigmaları arasında anlamlı bir fark vardır. Analiz sonucunda tek bir diskriminant fonksiyon bulunmuştur ( $\Lambda=0.62$ ,  $X^2 =60.80$ ,  $sd=12$ ,  $p<0.001$ ). Diskriminant fonksiyon ve yordayıcı değişkenler arasındaki korelasyonlara göre N100 bileşeninin genlik değerleri, paradigmaları birbirinden ayırmada etkilidir. Oluşturulan diskriminant fonksiyon, gözlemlenen verinin % 53.8'ini gruplara (paradigma) doğru bir şekilde sınıflandırmıştır.



Pz elektrot lokasyonunda 4. uyarıcı için elde edilen değerlerle yapılan analizlerde, grup değişkenin (paradigmalar), hangi bağımsız değişkenler açısından birbirlerinden farklı olduğu Tablo 3.14'te verilmiştir.

Tablo 3.14. Dördüncü uyarıcı için Pz elektrot lokasyonu grup ortalamaları eşitlik testi.

	<b>Wilks' Lambda</b>	<b>F</b>	<b>sd1</b>	<b>sd2</b>	<b>p</b>
<b>4.U-PZ:N100</b>	0.919	3.736	3	128	0.013
<b>4.U-PZ:N200</b>	0.862	6.808	3	128	0.000
<b>4.U-PZ:P300</b>	0.910	4.213	3	128	0.007
<b>4.U-PZ:N400A</b>	0.977	0.996	3	128	0.397

Tablo 3.14'den de anlaşılacağı üzere Pz elektrot lokasyonunda 4. uyarıcıya ait N100, N200 ve P300 bileşenleri için M1/BP, M4/BP, S1/BP ve S4/BP paradigmatları arasında anlamlı bir fark vardır. Analiz sonucunda anlamlı tek bir diskriminant fonksiyon bulunmuştur ( $\Lambda=0.70$ ,  $X^2 =45.77$ ,  $sd=12$ ,  $p<0.001$ ). Diskriminant fonksiyon ve yordayıcı değişkenler arasındaki korelasyonlara göre N200 ve P300 bileşenlerinin genlik değerleri, paradigmatları birbirinden ayırmada etkilidir. Oluşturulan diskriminant fonksiyon, gözlemlenen verinin % 48.5'ini gruplara (paradigma) doğru bir şekilde sınıflandırmıştır.

### 3.1.3.4. Diskriminant Analiz Sonuçlarının Genel Değerlendirilmesi

Yapılan 1. 2. ve 3. grup diskriminant analizlerinde oluşturulan fonksiyonların gözlemlenen veriyi, paradigma gruplarına hangi doğruluk oranında (%) sınıfladığı Tablo 3.15'te özetlenmektedir.

Tablo 3.15. Oluşturulan diskriminant fonksiyonlarının gözlemlenen veriyi doğru olarak sınıflama yüzde oranları özet tablosu.

	Fz				Cz				Pz			
	M1/BP	M4/BP	S1/BP	S4/BP	M1/BP	M4/BP	S1/BP	S4/BP	M1/BP	M4/BP	S1/BP	S4/BP
<b>Birleştirilmiş</b>	45.5	60.6	54.5	54.5	39.4	57.6	27.3	60.6	51.5	42.4	36.4	39.4
<b>Toplam Model</b>				<b>53.8</b>				<b>46.2</b>				<b>42.4</b>
<b>2. Uyarıcı</b>	54.5	30.3	60.6	45.5	27.3	60.6	30.3	48.5	36.4	54.5	45.5	39.4
<b>Toplam Model</b>				<b>47.7</b>				<b>41.7</b>				<b>43.9</b>
<b>4. Uyarıcı</b>	48.5	57.6	42.4	63.6	54.5	72.7	30.3	57.6	78.8	45.5	27.3	42.4
<b>Toplam Model</b>				<b>53.0</b>				<b>53.8</b>				<b>48.5</b>

Tablo 3.15 incelendiğinde 4. uyarıcıya ait verilerin paradigma grubunu tahmin etmede, 2. uyarıcıya ve birleştirilmiş verilere oranla genelde daha etkili olduğu görülmektedir. Posterior elektrot lokasyonlarına doğru gidildikçe, modellerin genelde yordama gücü azalmaktadır. Bir diğer gözlem, Fz ve Cz elektrot lokasyonlarında örüntü içeren paradigmlar (M4/BP, S4/BP) için elde edilen yordama gücünün daha yüksek olmasıdır.

Yukarıdaki bölümde varyans-kovaryans matrislerinin grup değişkeninin tüm düzeyleri için eşit olmasını sağlamak amacıyla N400 ve N400B bileşenleri genlik değerleri diskriminant analizlerinden çıkarılmıştı. Tablo 3.16'da, bu iki bileşenin diskriminant modellerine sokulması sonucunda oluşan diskriminant fonksiyonları göstermektedir.

Tablo 3.16. N400 ve N400B bileşenleri ile oluşturulan diskriminant fonksiyonlarının gözlemlenen veriyi doğru olarak sınıflama yüzde oranları özet tablosu.

	Fz				Cz				Pz			
	M1/BP	M4/BP	S1/BP	S4/BP	M1/BP	M4/BP	S1/BP	S4/BP	M1/BP	M4/BP	S1/BP	S4/BP
<b>Birleştirilmiş</b>	36.4	75.8	45.5	18.2	42.4	78.8	45.5	21.2	45.5	48.5	15.2	48.5
<b>Toplam Model</b>				<b>43.9</b>				<b>47.0</b>				<b>39.4</b>
<b>2. Uyarıcı</b>	24.2	87.9	57.6	15.2	27.3	78.8	51.5	18.2	24.2	57.6	36.4	51.5
<b>Toplam Model</b>				<b>50.0</b>				<b>43.9</b>				<b>42.4</b>
<b>4. Uyarıcı</b>	30.3	75.8	45.5	12.1	54.5	60.6	30.3	24.2	30.3	39.4	6.1	60.6
<b>Toplam Model</b>				<b>40.9</b>				<b>42.4</b>				<b>34.1</b>

Tablo 3.15 ve Tablo 3.16'daki değerler karşılaştırıldığında, N400 ve N400B bileşenleri kullanıldığında, modellerin gözlemlenen veriyi doğru olarak sınıflandırma oranının özellikle 2. uyarıcı için arttığı görülmektedir. Buna göre, N400 ve N400B bileşenlerinin modele sokulması sonucu frontosentral alanlarda 2. uyarıcı için elde edilen veriler, birleştirilmiş ve 4. uyarıcıya ait verilere kıyasla daha iyi modeller oluşturmaktadır.

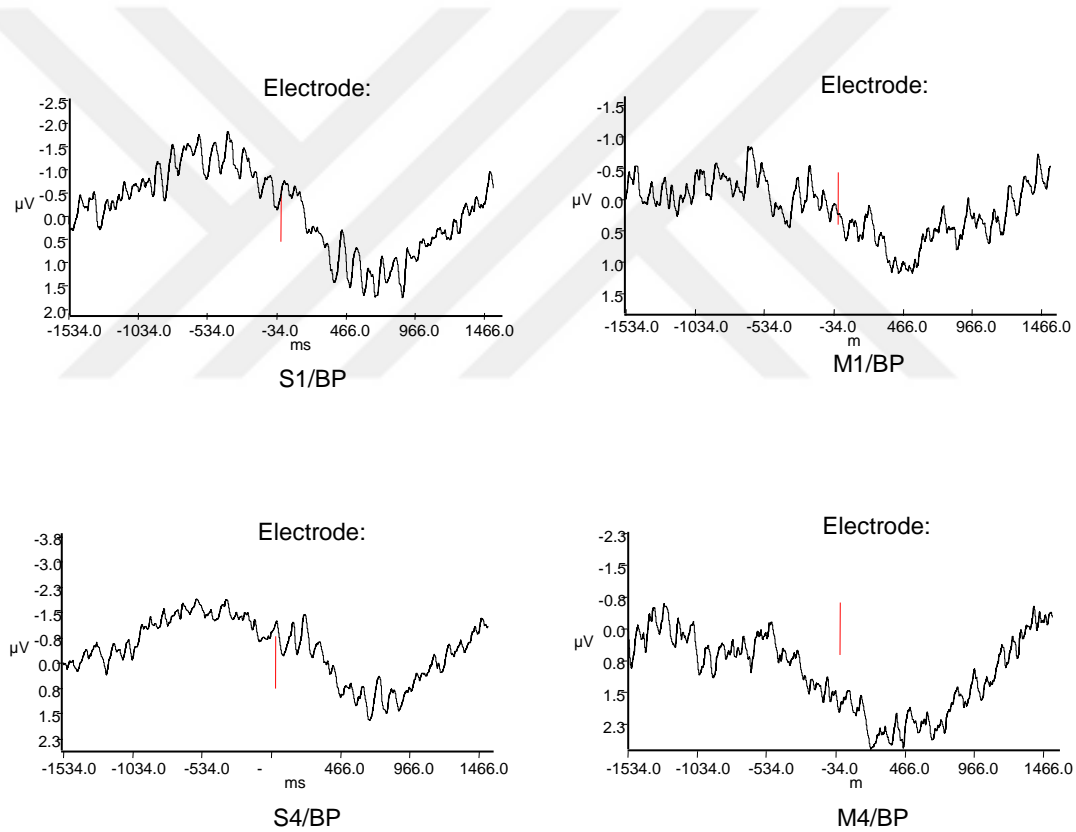
Bileşenlerin hangi elektrot lokasyonlarında paradigmayı daha yüksek değerlerle yordadığı Tablo 3.17'de verilmektedir. Tablo incelendiğinde, paradigma grubunu tayin etmede en etkili bileşenin 4. uyarıcı ve Fz ve Cz elektrot lokasyonları için N100, Pz elektrot lokasyonu için ise N200 ve P300 olduğu görülmektedir

Tablo 3.17. Elektrot lokasyonuna göre diskriminant fonksiyonlar ile en yüksek korelasyonu gösteren bileşenler.

	Fz	Cz	Pz
<b>Birleşik</b>	N100 ve P300	N100	P300 ve N200
<b>2. Uyarıcı</b>	N100 ve N200	N100	P300 ve N200
<b>4. Uyarıcı</b>	N100	N100	N200 ve P300

### 3.2. BEŞİNCİ (ATLANAN) UYARICIYA İLİŞKİN ANALİZLER

Beşinci (atlanan) uyarıcının analizlerinde karşılaşılan en önemli güçlük katılımcıların, bu uyarıcıların gelmesi gerekli zaman anlarını farklı yerlerde tahmin etmiş olmalarıdır. EEG kaydında katılımcıların atlanan uyarıcıyı tahmin ettikleri zaman noktasını gösteren hiç bir işaret (örneğin motor tepki) yoktur. Bu yüzden uyarıcıya ya da tepkiye kilitli bir ortalama oluşturarak bunların üzerinde bir sonuca ulaşmak doğru değildir. Böyle bir ortalama alma işlemi yapıldığında, sinyalin her bir OİP için farklı zaman noktasında olması nedeniyle (latency jitter), sinyal ya yok olacaktır ya da genliği düşerek çok geniş bir zaman dilimine yayılacaktır (Şekil 3.2).

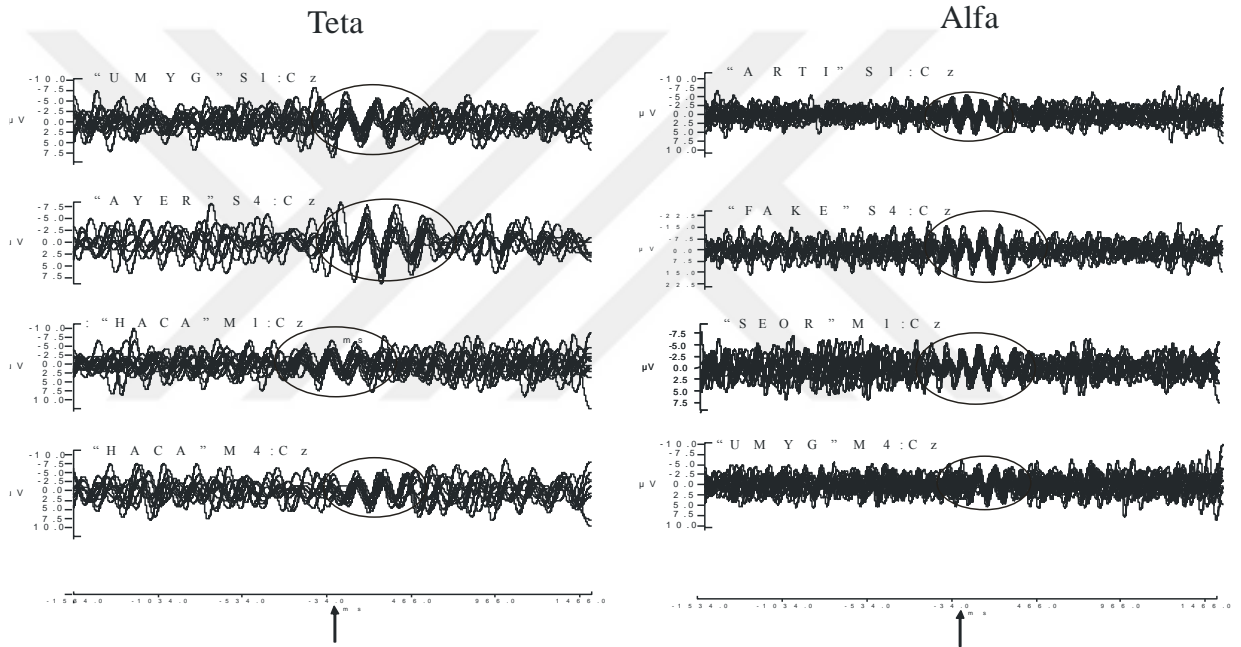


Şekil 3.2. Beşinci (atlanan) uyarıcıya ilişkin paradigma genel ortalamaları.

Dolayısıyla atlanan uyarıcıya ilişkin analizlerde, latans kaymalarının düzeltilmesi (Woody, 1967) veya başka yöntemlerin kullanılması gerekmektedir. Mevcut çalışmada söz konusu yöntemlerden birisi olan faz düzenliliği (phase ordering) kullanılmıştır. Bu

yöntemde her bir paradigmada atlanan uyarıcıya ait denek OİP'leri gerekli sayısal filtreleme yapıldıktan sonra üst üste getirilerek faz düzenliliği bakımından incelenmektedir.

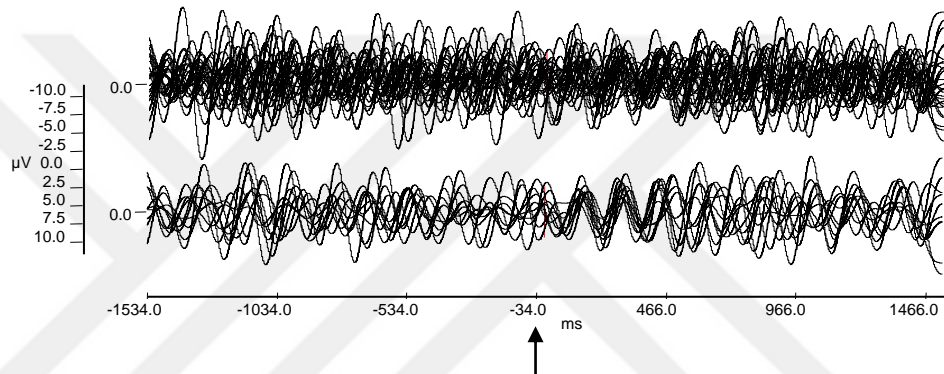
Yapılan analizler sonucunda teta (saf ses için 3.90-7.80 Hz; metin için 4.55-7.80 Hz) ve alfa (saf ses için 7.80-13.66 Hz; metin için 7.80-14.31 Hz) bandlarında, atlanan uyarıcının gelme anına ilişkin tahminin yapıldığı bölgelerde, faz düzenliliği olduğu belirlenmiştir. Teta ve alfa bandlarındaki faz düzenliliği, tek süpürüm kayıtlar için süperpoze gösterim şeklinde Şekil 3.3'de sunulmuştur.



Şekil 3.3. Dört paradigma altında tipik deneklerden elde edilen teta ve alfa osilasyonlarına ilişkin faz düzenliliği. Uyarıcı anı ok ile gösterilmiştir.

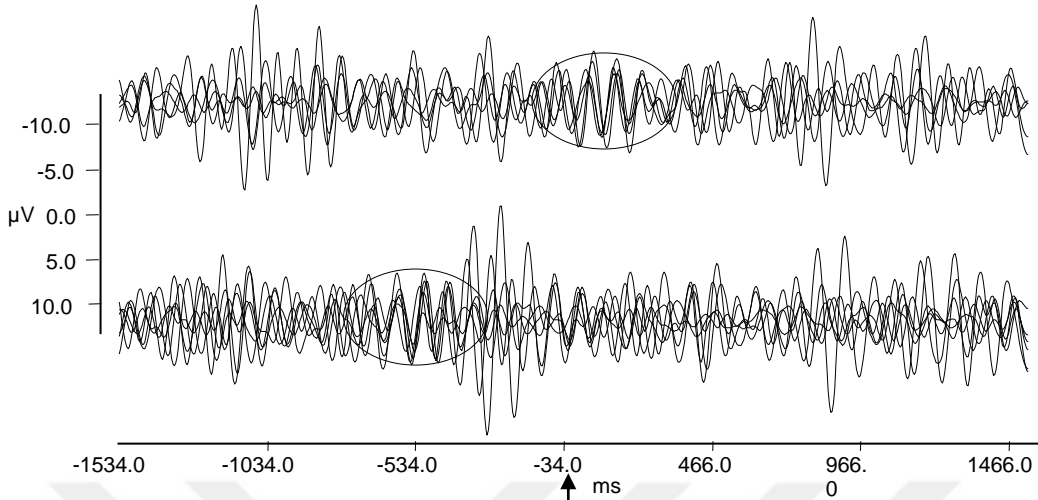
Şekil 3.3 incelendiğinde katılımcıların atlanan uyarıcının gelme anı ile ilgili olarak yaptıkları tahminlerin farklı zamansal bölgelerde toplanabildikleri görülmektedir. Şekillerdeki oklar uyarıcının gelmesi gereken anı göstermektedir; katılımcı doğru tahminde bulunduğu anda, faz düzenliliğinin bu oktan önce bulunması gerekmektedir. Mükemmel bir ritim duygusuna sahip katılımcılarda faz düzenliliğinin, uyarıcı öncesinde oluşması gerekmektedir.

Her bir paradigmada en fazla 40 tane atlanan uyarıcı vardır. Dolayısıyla bir katılımcının bir paradigmada en fazla 40 tane atlanan uyarıcıya ilişkin OİP'i bulunmaktadır. Şekil 3.3 incelendiğinde bazı katılımcıların (UMYGM4) grafiklerinin daha çok sayıda OİO'dan, bazılarının (AYERS4) ise daha az sayıda OİO'dan oluştuğu görülmektedir. Tüm OİO'ların üstte, faz kayması olan OİO'lar atıldıktan sonraki durumun altta sunulduğu Şekil 3.4'te bu durum örneklenmektedir. Sayının düşmesi, gerekli artefakt temizleme işlemlerinin bir sonucu olabilmektedir. Ayrıca, belirli paradigma altındaki OİO'lar üst üste çakıştırıldığında faz kayması (phase shift) olabilmekte ve bu tür süpürümler elenmektedir.



Şekil 3.4. HACAM4 tetra bandı faz düzenliliği. Uyarıcı anı okla gösterilmiştir.

Çıkarılan OİO'ların kendi içindeki faz düzenliliği incelendiğinde ise, bunların bir kısmının başka zaman noktalarında faz çakışması gösterebileceği belirlenmiştir. Böylesi katılımcılar atlanan uyarıcıların gelme anlarını değişik zaman noktalarında tahmin etmektedir. Bu durum hem 5. uyarıcılara ilişkin genel ortalamalarda gözlenmekte (Şekil 3.4), hem de katılımcıların her paradigma için deney sonrasında yaptıkları yorumlardan anlaşılmaktadır. Verdikleri geribildirimlerde katılımcılar bazen konsantrasyonlarını yitirdiklerini, zaman anını, belirledikleri ritme göre olması gerekenden daha erken ya da daha geç tahmin ettiklerini, bazı durumlarda ise hiç tahmin edemediklerini belirtmişlerdir. Tahmin anındaki bu değişimler kendisini sinyallerde de göstermiştir.



Şekil 3.5. SEPIM1 teta bandı farklı tahmin zamanları. Uyarıcının gelme anı okla gösterilmiştir.

Bütün bunlara göre, belirli bir grup OİO için tahmin anı  $t_1$ , başka bir grup OİO için ise  $t_2$  olabilmektedir. Bu duruma bir örnek Şekil 3.5'te görülmektedir. Örneğin yukarıdaki şekilde en üsteki 1.grubu oluşturan OİO'lar 5., 6., 8., 16. ve 18. süpürümlerdir. İkinci grubu oluşturan OİO'lar ise 24., 27., 28., 32., 35. ve 36. süpürümlerdir.

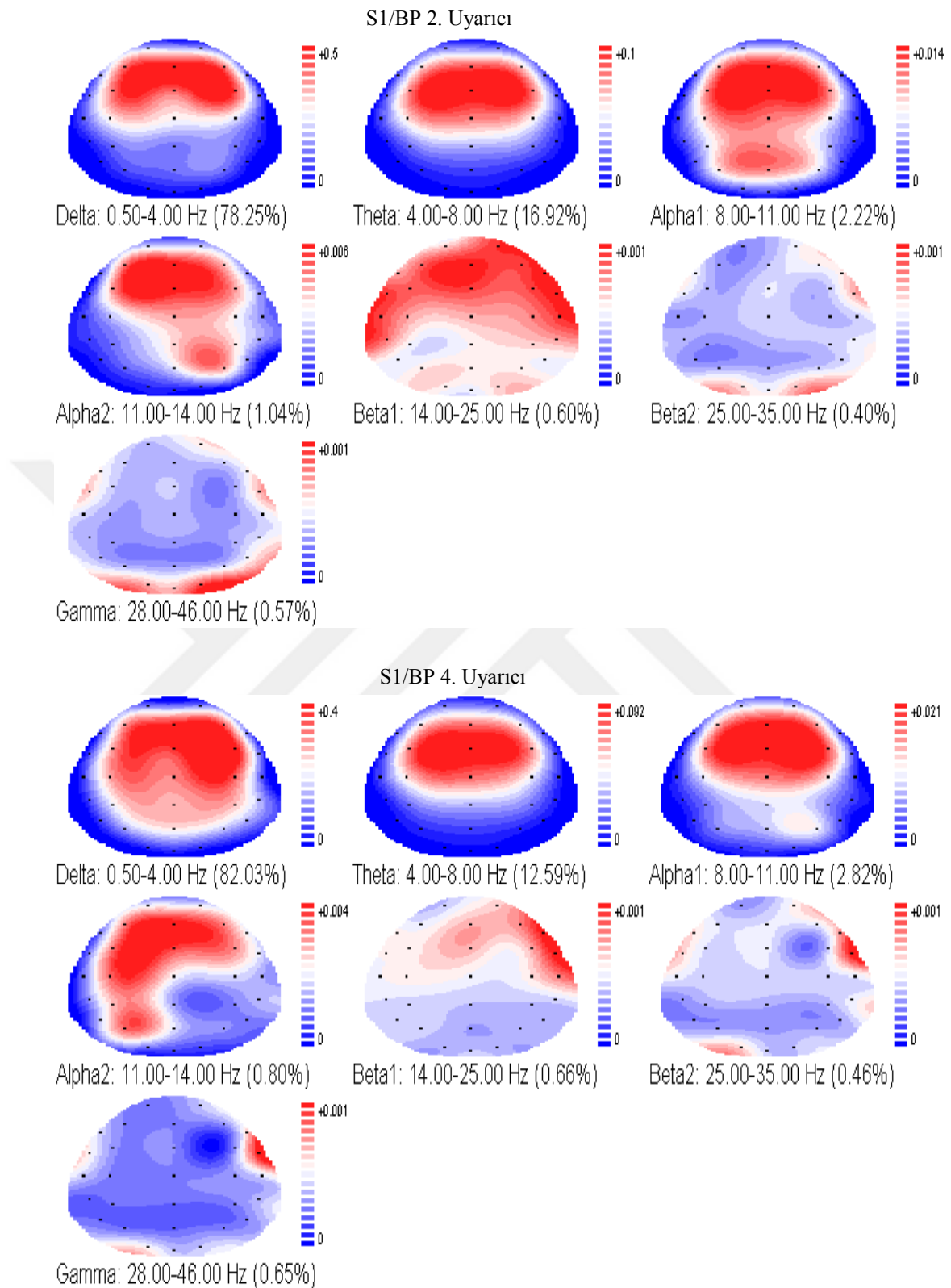
### 3.3. TOPLAM KAYIT SÜRESİ İÇİN İKİNCİ VE DÖRDÜNCÜ UYARICIYA İLİŞKİN UZAYSAL HARİTALAMA ANALİZLERİ

Her bir paradigmaya ilişkin zaman düzleminde oluşturulmuş genel ortalamalar için güç spektrumları (power spectrum) oluşturulmuştur. Genel ortalama OİP'lerin uzunluğu -1534 ile +1536 ms aralığındadır. Bu aralıkta 1536 nokta bulunmaktadır. Bu nokta sayısı "spline fit" opsiyonuyla 2048 noktaya çıkarılarak analizler yapılmıştır. Analizlerde bu ortalamaları oluşturan frekans güçlerinin (power) toplam güç içerisindeki oranı ve bunların uzaysal dağılımı incelenmiştir. Analizlerde delta bandı (0.5-4 Hz), teta bandı (4.00-8.00 Hz), alfa 1 bandı (8-11 Hz), alfa 2 bandı (11-14 Hz), beta 1 bandı (14-25 Hz), beta 2 bandı (25-35 Hz) ve gamma frekans bandına (28-46 Hz) ilişkin güç

değişimleri incelenmiştir. Yukarıdaki bulgular doğrultusunda bu bölümde ağırlıklı olarak teta, alfa 1 ve alfa 2 bandları üzerinde durulmuştur.

Şekil 3.6 incelendiğinde S1/BP paradigmasında teta frekansının, 2. ve 4. uyarıcı için frontosentral bir dağılım gösterdiği izlenmektedir. Teta frekansının toplam frekans gücü içerisindeki oranı 2. uyarıcı için % 16.92 iken 4. uyarıcıda bu oran % 12.59'a gerilemektedir. Alfa1 bandı 2. uyarıcı için yaygın bir dağılım göstermektedir. Toplam frekans gücü içindeki oranı % 2.22'dir. Dördüncü uyarıcı için alfa 1 frekansı gücü frontosentral bir dağılım göstermektedir. Toplam frekans gücü içerisindeki oranı ise artarak % 2.82 olmuştur. Alfa 2 bandı ise hem 2. hem de 4. uyarıcı için yaygın bir dağılım göstermektedir. Fakat 2. uyarıcı için sağ parieto-temporal alandaki odak, 4. uyarıcıda sola kaymıştır. Bu bandın toplam frekans bandları içerisindeki güç oranı ise sırasıyla % 1.04 ve % 0.80'dir (bkz. Şekil 3.6).

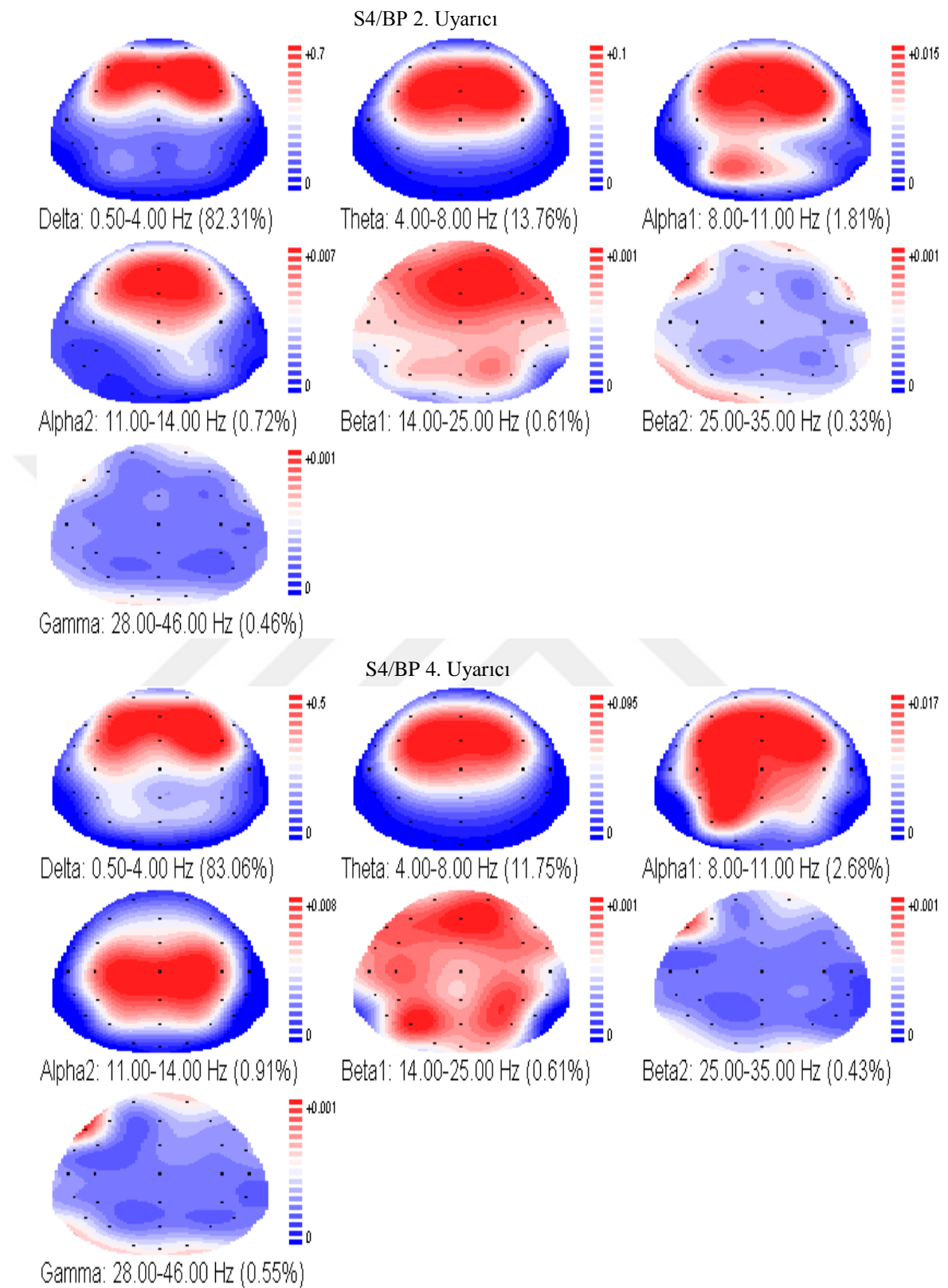




Şekil 3.6. S1/BP paradigmasında 2. ve 4. uyarıcı için güç (power) spektrumu.

S4/BP paradigmasında teta frekansı, 2. ve 4. uyarıcı için frontosentral bir dağılım göstermektedir. Teta frekansının toplam frekans gücü içerisindeki oranı 2. uyarıcı için % 13.76 iken 4. uyarıcıda bu oran % 11.75'e gerilemektedir. Alfa 1 bandı 2. uyarıcı için ağırlıklı olarak yaygın bir dağılım göstermektedir. Toplam frekans bandları içindeki alfa 1 gücü oranı % 1.81'dir. Dördüncü uyarıcı için alfa 1 frekansı gücü frontal, sentral ve parietal bir dağılım göstermektedir. Toplam frekans içerisindeki oranı ise artarak % 2.68 olmuştur. Alfa 2 bandı ise 2. uyarıcı için frontosentral, 4. uyarıcı için ise sentral bir dağılım göstermektedir. Bu bandın toplam frekans bandları içerisindeki güç oranı ise 2. ve 4. uyarıcı için hemen hemen aynı kalmıştır (% 0.72 ve % 0.91) (bkz. Şekil 3.7).

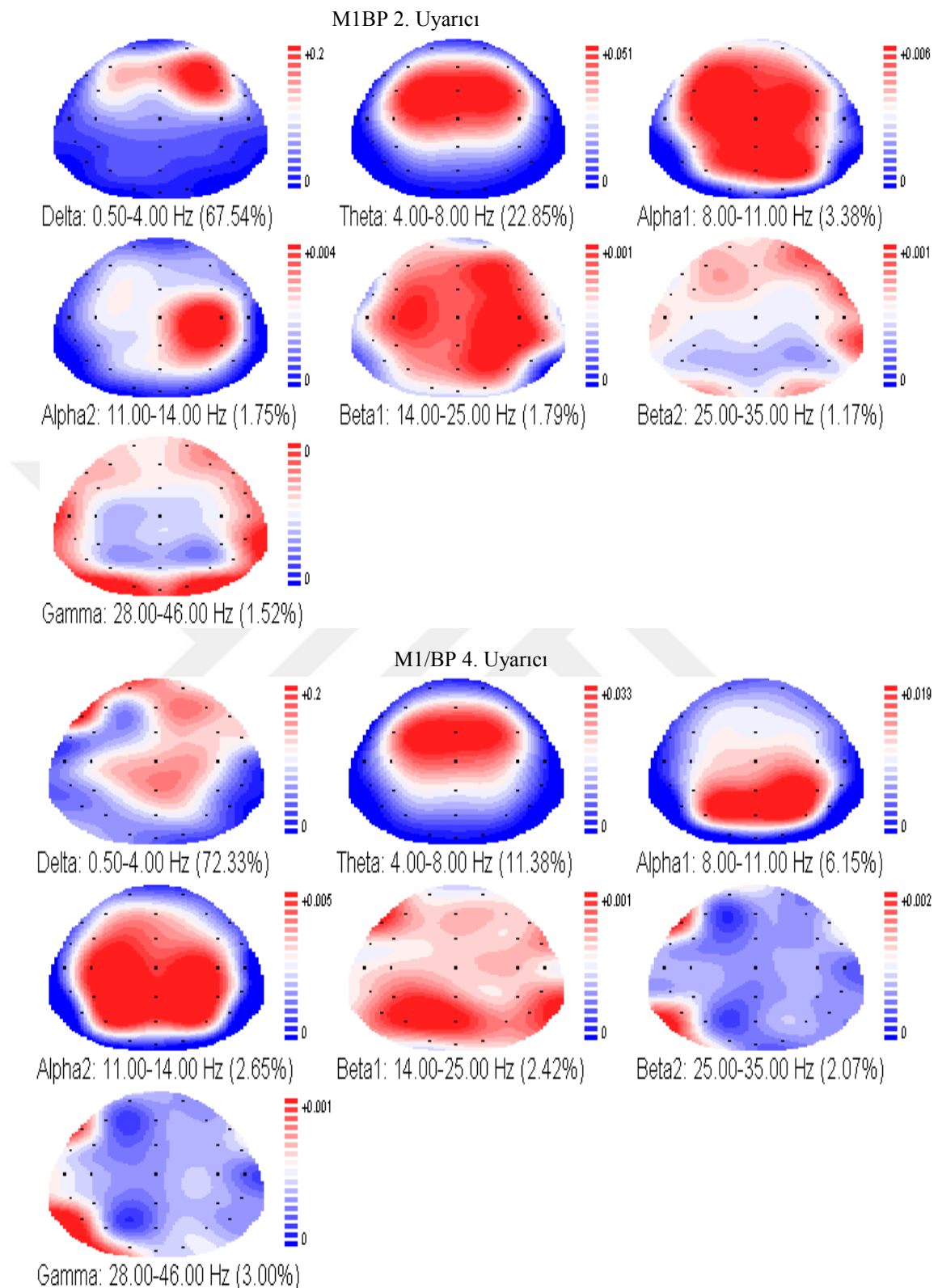




Şekil 3.7. S4/BP paradigmasında 2. ve 4. uyarıcı için güç (power) spektrumu.

M1/BP paradigmasında teta frekansı, 2. ve 4. uyarıcı için frontosentral bir dağılım göstermektedir. Teta frekansının toplam frekans içerisindeki güç oranı 2. uyarıcı için % 22.85 iken 4. uyarıcıda bu oran % 11.38'e gerilemektedir. Alfa 1 bandı gücü 2. uyarıcı için ağırlıklı olarak frontal, sentral ve parietal alanlara yayılmıştır. Toplam frekans bandları içindeki alfa 1 frekansı güç oranı % 3.38'dir. Dördüncü uyarıcı için alfa 1 frekans dağılımı parietal alanlara yayılmıştır. Toplam frekans gücü içerisindeki oranı ise artarak % 6.15 olmuştur. Alfa 2 bandı ise 2. uyarıcı için sağ parietal ve temporal alanlarda ağırlıklı olarak yoğunlaşmıştır. Dördüncü uyarıcı için sağ ve sol temporal ve parietal alanlarda yoğunlaşmıştır. Bu bandın toplam frekans gücü içerisindeki oranı ise 2. ve 4. uyarıcı için sırasıyla % 1.75 ve % 2.65'tir (bkz. Şekil 3.8).

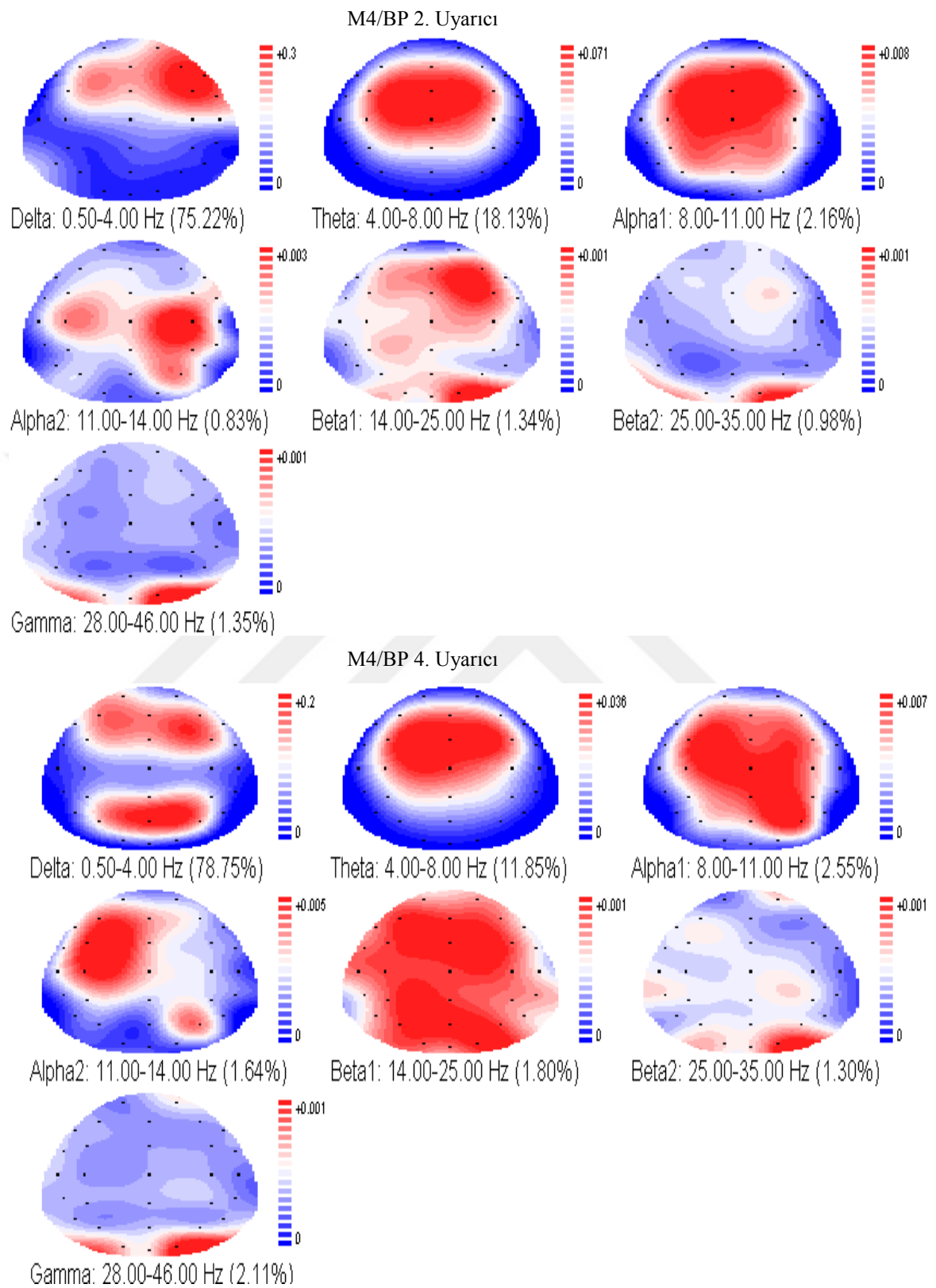




Şekil 3.8. M1/BP paradigmasında 2. ve 4. uyarıcı için güç (power) spektrumu.

M4/BP paradigmasında teta frekansı, 2. ve 4. uyarıcı için frontosentral bir dağılım göstermektedir. Teta frekansının toplam frekans içerisindeki oranı 2. uyarıcı için % 18.13 iken 4. uyarıcıda bu oran % 11.85'e gerilemektedir. Alfa 1 bandı 2. uyarıcı için frontal, sentral ve parietal alanlara yayılmıştır. Toplam frekans gücü içindeki alfa 1 frekansı güç oranı ise % 2.16'dır. Dördüncü uyarıcı için alfa 1 frekans dağılımı yine frontal, sentral ve parietal alanlara yayılmıştır. Toplam frekans gücü içerisindeki oranı ise % 2.55'tir. Alfa 2 bandı ise 2. uyarıcı için sağ ve sol parietal ve temporal alanlarda yoğunlaşmıştır; 4. uyarıcı için ise sol frontal ve sağ parietal alanlarda gözlenmektedir. Bu bandın toplam frekans gücü içerisindeki oranı ise 2. ve 4. uyarıcı için sırasıyla % 0.83 ve % 1.64'tür (bkz. Şekil 3.9).





Şekil 3.9. M4/BP paradigmasında 2. ve 4. uyarıcı için güç (power) spektrumu.

### 3.3.1. Genel Değerlendirme

Tablo 3.18'deki yüzde değerler her bir frekans güç spektrumlarının, toplam frekans güç spektrumuna oranlanmasıyla elde edilmiştir. Yukarıda toplam kayıt süresi için 2. ve 4. uyarıcıya karşı kaydedilen OİO bileşenlerinin güç dağılımına ilişkin uzaysal haritalar verilmiştir. Bu haritalarla ilgili özet bilgiler ise Tablo 3.18'de verilmektedir.

Tablo 3.18. Genel ortalamaları oluşturan frekans bandlarının 2. ve 4. uyarıcı için toplam güç içerisindeki yüzde oranını (%) gösterir özet tablo.

		<b>Delta</b>	<b>Teta</b>	<b>Alfa 1</b>	<b>Alfa 2</b>	<b>Beta 1</b>	<b>Beta 2</b>	<b>Gamma</b>
<b>S1/BP</b>	<b>2. Uyarıcı</b>	78.25	<b>16.92</b>	<b>2.22</b>	<b>1.04</b>	0.60	0.40	0.57
	<b>4. Uyarıcı</b>	82.03	<b>12.59</b>	<b>2.82</b>	<b>0.80</b>	0.66	0.46	0.65
<b>S4/BP</b>	<b>2. Uyarıcı</b>	82.31	<b>13.76</b>	<b>1.81</b>	<b>0.72</b>	0.61	0.33	0.46
	<b>4. Uyarıcı</b>	83.06	<b>11.75</b>	<b>2.68</b>	<b>0.91</b>	0.61	0.43	0.55
<b>M1/BP</b>	<b>2. Uyarıcı</b>	67.54	<b>22.85</b>	<b>3.38</b>	<b>1.75</b>	1.79	1.17	1.52
	<b>4. Uyarıcı</b>	72.33	<b>11.38</b>	<b>6.15</b>	<b>2.65</b>	2.42	2.07	3.00
<b>M4/BP</b>	<b>2. Uyarıcı</b>	75.22	<b>18.13</b>	<b>2.16</b>	<b>0.83</b>	1.34	0.98	1.35
	<b>4. Uyarıcı</b>	78.75	<b>11.85</b>	<b>2.55</b>	<b>1.64</b>	1.80	1.30	2.11

Tablo 3.18 incelendiğinde genel olarak 2. uyarıcıdan 4. uyarıcıya geçişte teta gücünde tüm paradigmalarda azalış, alfa 1 gücünde ise artış vardır. Alfa 2 gücündeki değişim ise S1/BP paradigması hariç, alfa 1 gücünde olduğu gibidir. Dikkat çeken bir başka nokta yüksek frekansların (beta 1, beta 2 ve gamma) gücünün özellikle metne ilişkin paradigmalarda yüksek olmasıdır.

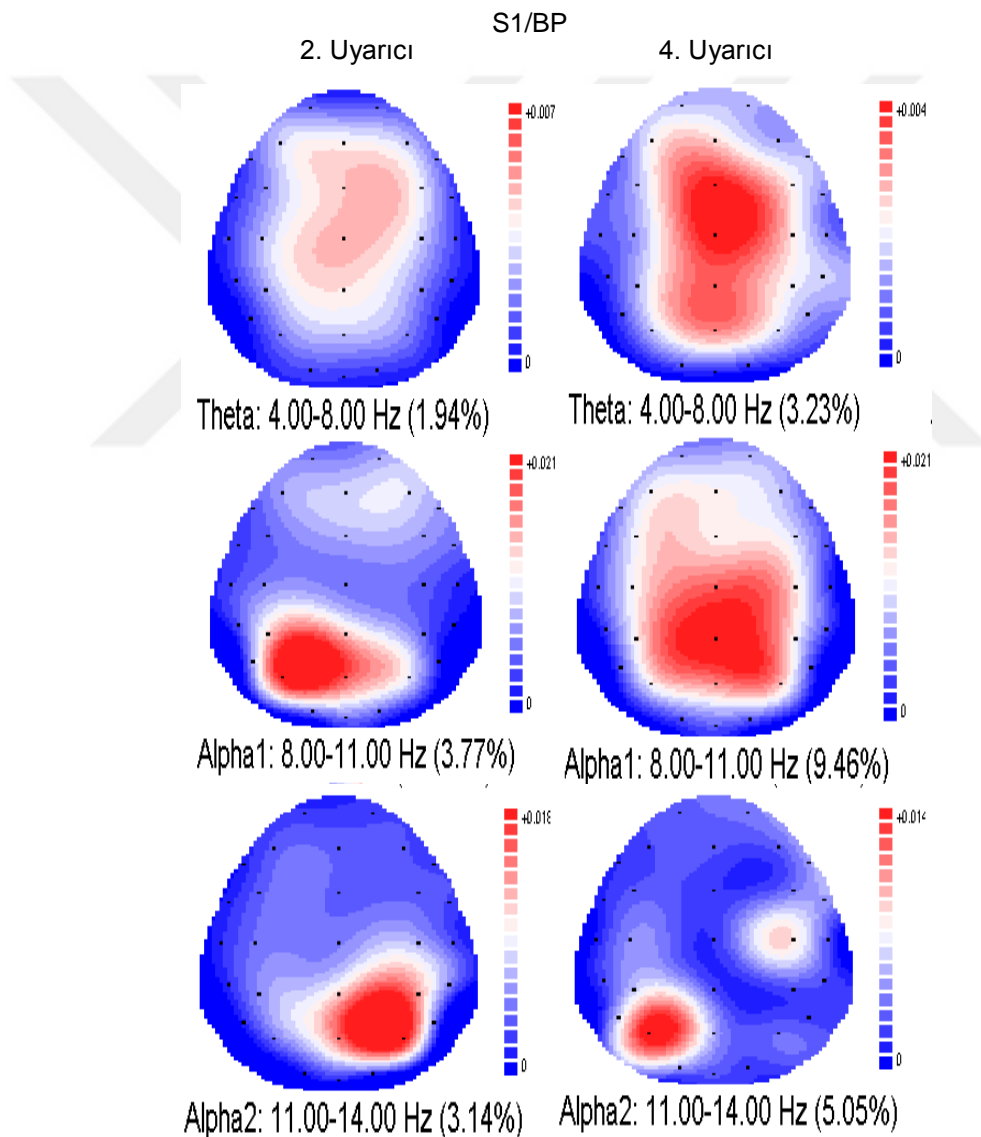
### 3.4. UYARICI ÖNCESİ KAYIT SÜRESİ İÇİN İKİNCİ VE DÖRDÜNCÜ UYARICIYA İLİŞKİN UZAYSAL HARİTALAMA ANALİZLERİ

Yukarıdaki güç spektrumu analizlerinde kullanılan zaman düzlemindeki genel ortalama OİP'lerinin uzunluğu  $-1534$  ms'den  $+1536$  ms'dir. Beklentinin uyarıcı öncesi zaman aralığında ( $-1534-0$  ms) oluşmaya başladığı düşünülerek, bir de sadece bu aralığa ilişkin



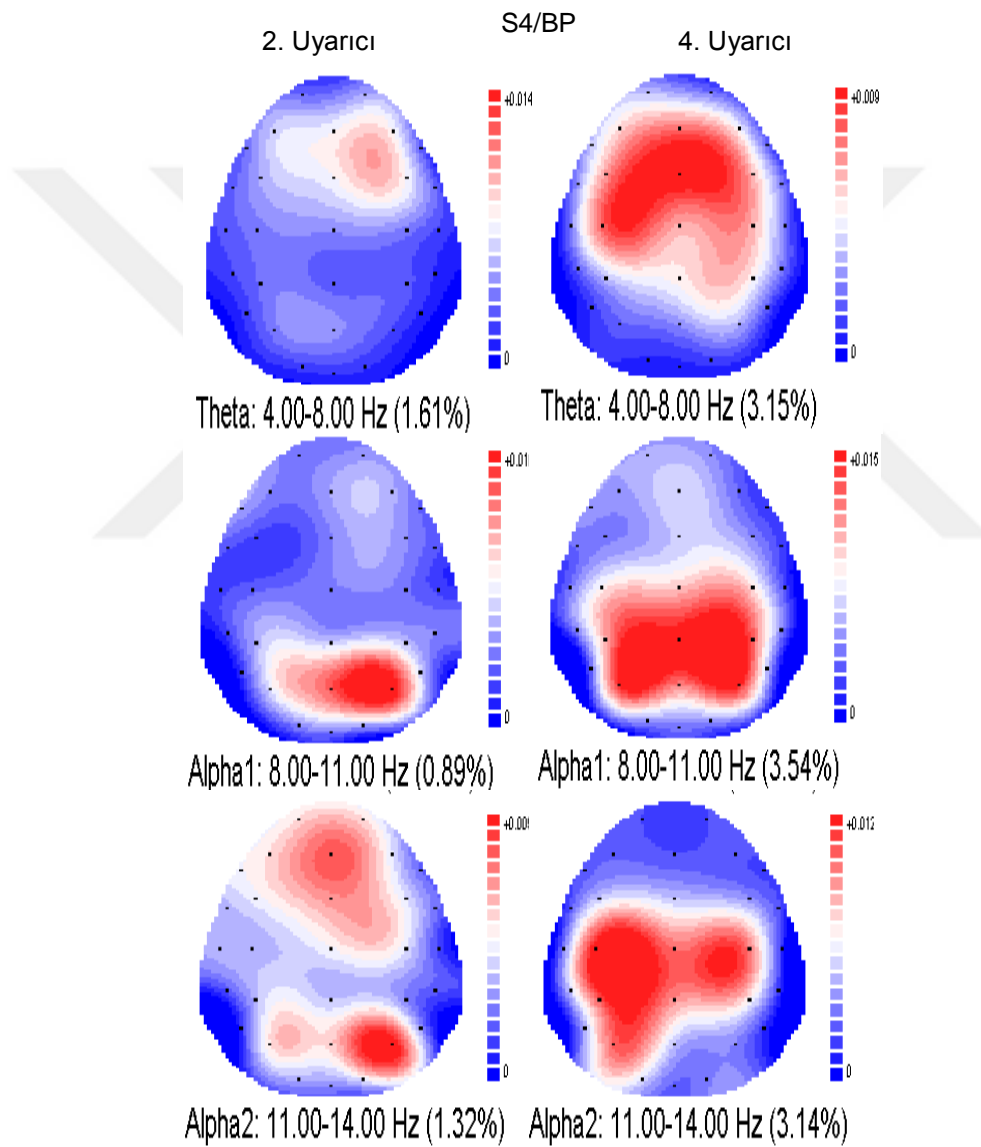
güç spektrumu analizleri yapılmıştır. Uyarıcı öncesi tüm paradigmalara ait güç değişiminin kafatası üzerinde dağılımı Şekil 3.10-3.13’de verilmiştir.

S1/BP paradigmasında 2. uyarıcı için teta gücü frontosentral bir yayılım göstermektedir. Dördüncü uyarıcı için teta gücü yayılımında ise bir artış gözlenmektedir. Bu yayılım orta hat elektrotlarında (frontoparietal) yoğunlaşmaktadır. Alfa 1 gücü ise 2. uyarıcıda sol parieto-temporo-okspital alanlarda yoğunlaşırken, 4. uyarıcıda sentroparietal bir yayılım görülmektedir. Alfa 2 gücü ise 2. uyarıcı için sağ parieto-temporo-okspital bölgede iken 4. uyarıcıda sola geçmektedir (bkz. Şekil 3.10).



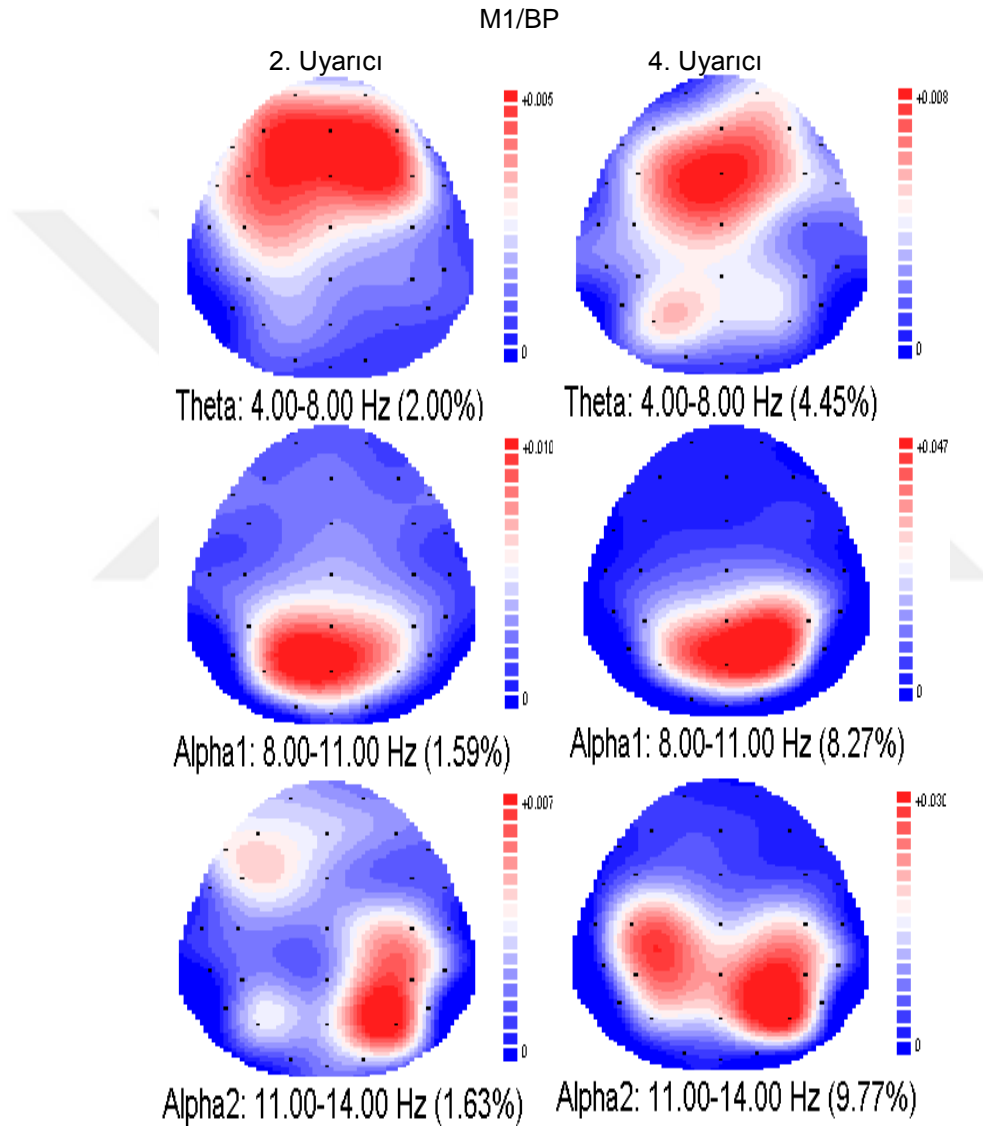
Şekil 3.10. S1/BP paradigması 2. ve 4. uyarıcılara ilişkin uyarıcı öncesi güç (power) spektrumu.

S4/BP paradigmasında 2. uyarıcı için teta gücü sağ frontal bölgede lokalize olmuştur. Dördüncü uyarıcı için teta gücü ve yayılımında bir artış gözlenmektedir. Bu yayılım frontosentral alanlarda yoğunlaşmaktadır. Alfa 1 gücü ise 2. uyarıcıda sağ parieto-tempero-okspital bölgede yoğunlaşırken, 4. uyarıcıda sentroparietal bir yayılım görülmektedir. Alfa 2 gücü ise 2. uyarıcı için frontal ve sağ parieto-tempero-okspital bölgede iken 4. uyarıcıda sol ve sağ parietal bölgede yoğunlaşmaktadır (bkz. Şekil 3.11).



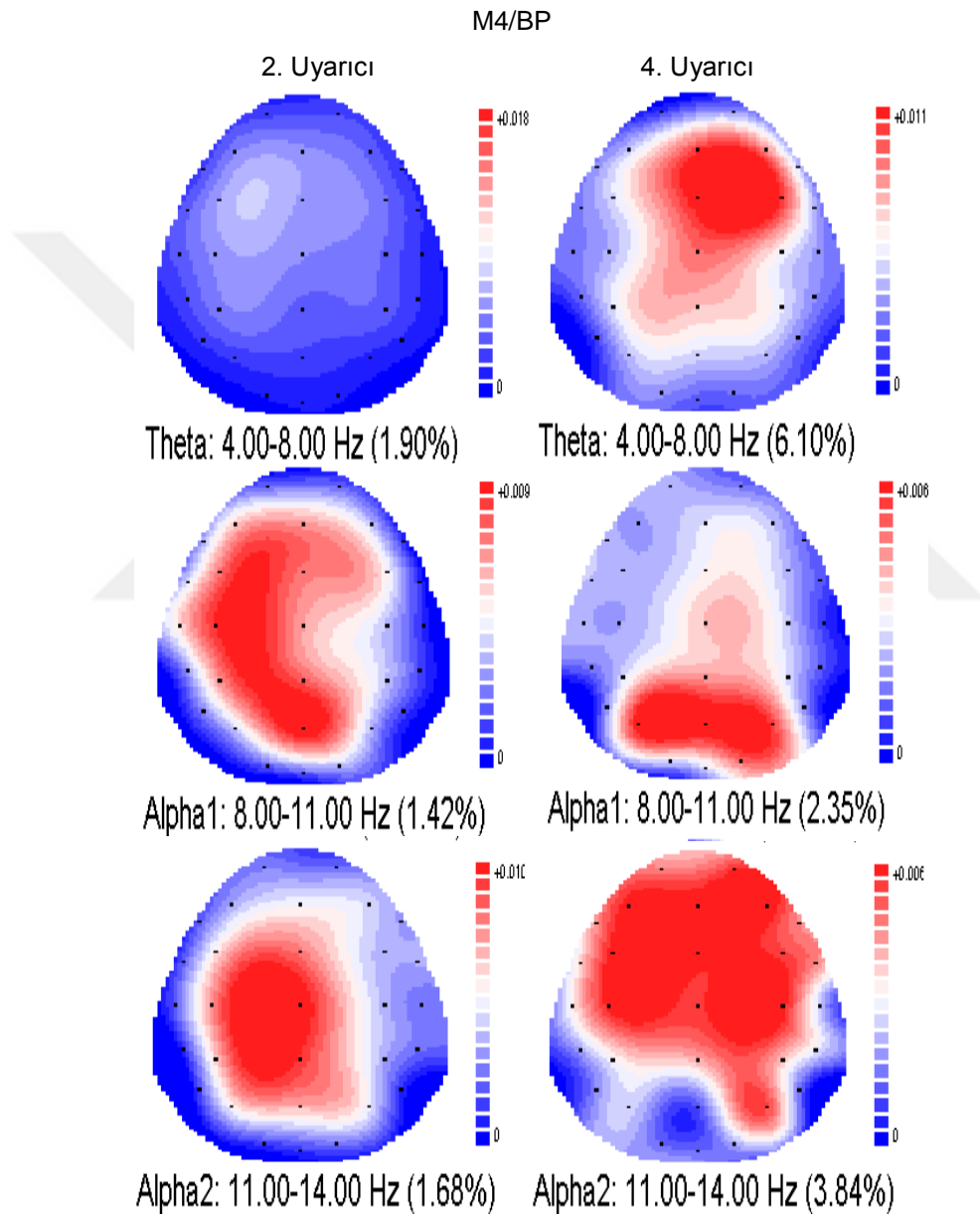
Şekil 3.11. S4/BP paradigması 2. ve 4. uyarıcılara ilişkin uyarıcı öncesi güç (power) spektrumu.

M1/BP paradigmasında 2. uyarıcı için teta gücü frontosentral bir yayım göstermektedir. Dördüncü uyarıcı için teta gücü ve yayılımında bir artış gözlenmektedir. Bu yayılım frontosentral alanda lokalize olmuştur. Alfa 1 gücü ise 2. ve 4. uyarıcı için sentroparietal alanlarda yoğunlaşmaktadır. Alfa 2 gücü ise 2. uyarıcı için sağ parieto-temporo-okspital bölgede bir odak noktası oluşturmaktayken, 4. uyarıcıda sol ve sağ parieto-temporo-okspital bölgelerde iki odak oluşturmaktadır (bkz. Şekil 3.12).



Şekil 3.12. M1/BP paradigması 2. ve 4. uyarıcılara ilişkin uyarıcı öncesi güç (power) spektrumu.

M4/BP paradigmasında 2. uyarıcı için teta düşük güçle sol frontal bölgede lokalize olmuştur. Dördüncü uyarıcı için teta yayılımında bir artış gözlenmektedir. Bu yayılım sağ frontosentral alanlarda yoğunlaşmaktadır. Alfa 1 gücü ise 2. uyarıcıda sol-yarım kürede yoğunlaşırken, 4. uyarıcıda sentroparietal bir yayılım görülmektedir. Alfa 2 gücü ise 2. uyarıcı için sol sentral bölgede iken 4. uyarıcıda sol ve sağ frontosentral bölgelere yayılmaktadır (bkz. Şekil 3.13).



Şekil 3.13. M4/BP paradigması 2. ve 4. uyarıcılara ilişkin uyarıcı öncesi güç (power) spektrumu.

### 3.4.1. Genel Değerlendirme

Tablo 3.19'daki yüzde değerler her bir frekans güç spektrumlarının, toplam frekans güç spektrumuna oranlanmasıyla elde edilmiştir. Yukarıda uyarıcı öncesi dönem için 2. ve 4. uyarıcıya karşı kaydedilen OİO bileşenlerinin güç dağılımına ilişkin uzaysal haritalar verilmiştir. Bu haritalarla ilgili özet bilgiler ise Tablo 3.19'da verilmektedir.

Tablo 3.19. Uyarıcı öncesi döneme ait genel ortalamaları oluşturan frekans bandları güçlerinin toplam güç içerisindeki yüzde oranını (%) gösterir özet tablo.

		Delta	Teta	Alfa 1	Alfa 2	Beta 1	Beta 2	Gamma
<b>S1/BP</b>	<b>2. Uyarıcı</b>	85.83	<b>1.94</b>	<b>3.77</b>	<b>3.14</b>	1.66	1.46	2.20
	<b>4. Uyarıcı</b>	71.36	<b>3.23</b>	<b>9.46</b>	<b>5.05</b>	4.12	2.55	4.24
<b>S4/BP</b>	<b>2. Uyarıcı</b>	93.84	<b>1.61</b>	<b>0.89</b>	<b>1.32</b>	0.81	0.60	0.93
	<b>4. Uyarıcı</b>	84.11	<b>3.15</b>	<b>3.54</b>	<b>3.14</b>	2.29	1.56	2.19
<b>M1/BP</b>	<b>2. Uyarıcı</b>	89.52	<b>2.00</b>	<b>1.59</b>	<b>1.63</b>	2.17	1.30	1.79
	<b>4. Uyarıcı</b>	59.51	<b>4.45</b>	<b>8.27</b>	<b>9.77</b>	5.40	4.68	7.92
<b>M4/BP</b>	<b>2. Uyarıcı</b>	90.37	<b>1.90</b>	<b>1.42</b>	<b>1.68</b>	1.50	1.35	1.78
	<b>4. Uyarıcı</b>	76.62	<b>6.10</b>	<b>2.35</b>	<b>3.84</b>	4.24	2.45	4.40

Tablo 3.19 incelendiğinde uyarıcı öncesi dönemde teta gücünde (teta power) 2. uyarıcıya göre 4. uyarıcıda bir artış gözlemlenmektedir. Bu artış tüm paradigmlar için böyledir. Aynı artış ilişkisi alfa 1 ve alfa 2 gücü için de geçerlidir. Beta 1, beta 2 ve gamma güçlerinde de tüm paradigmalarda 4. uyarıcı için 2. uyarıcıya göre bir artış söz konusudur. Teta, alfa 1 ve alfa 2'deki bu artışa karşın delta gücünde bir azalış söz konusudur.

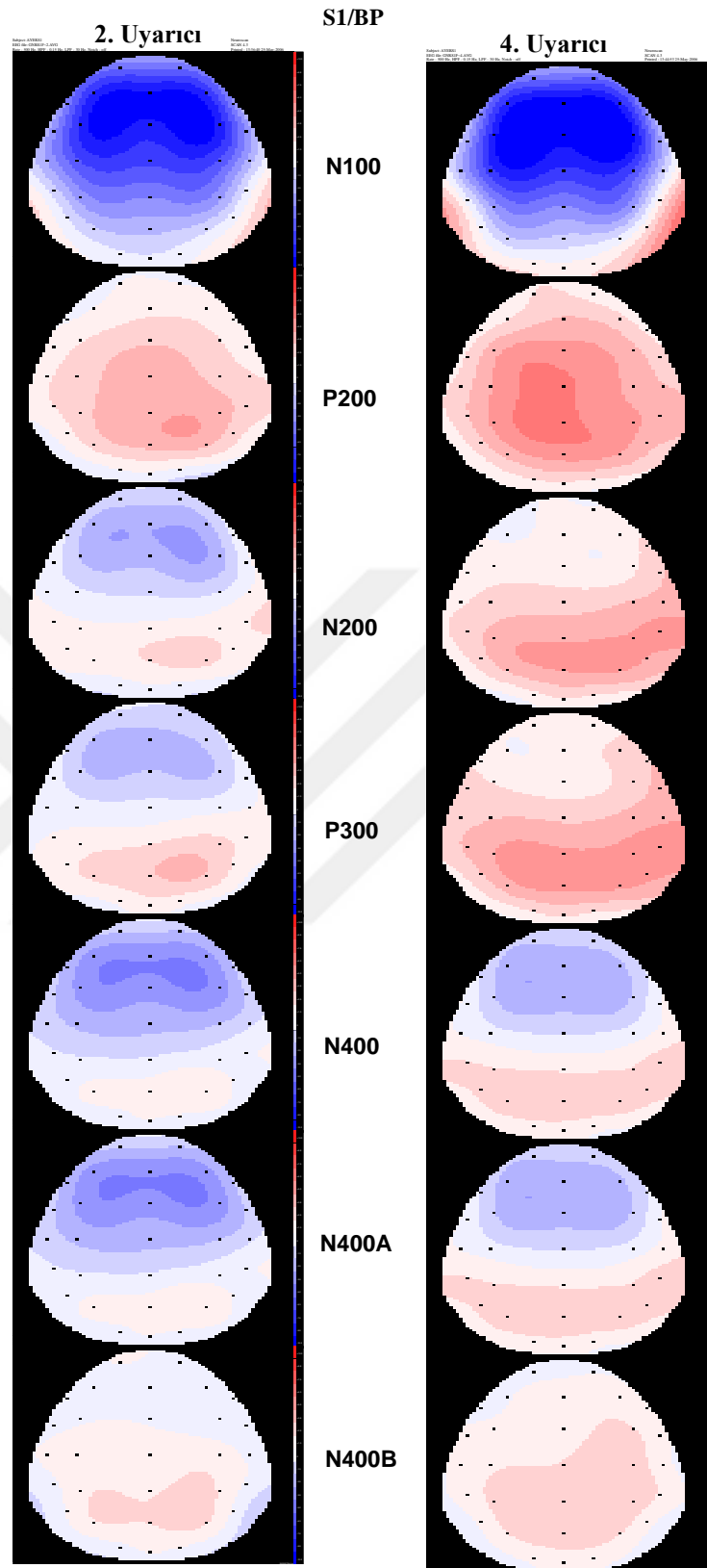
### 3.5. OİP BİLEŞENLERİNE İLİŞKİN UZAYSAL HARİTALAMA ANALİZLERİ

OİP bileşenlerin nasıl bir topografik dağılım gösterdiğini belirlemek amacıyla öncelikle her bir paradigma için zaman düzlemindeki genel ortalamalarda bu zirvelerin latansları belirlenmiştir. Sonrasında bu zirve latanslarının 2 ms öncesi ve 2 ms sonrasını kapsayan

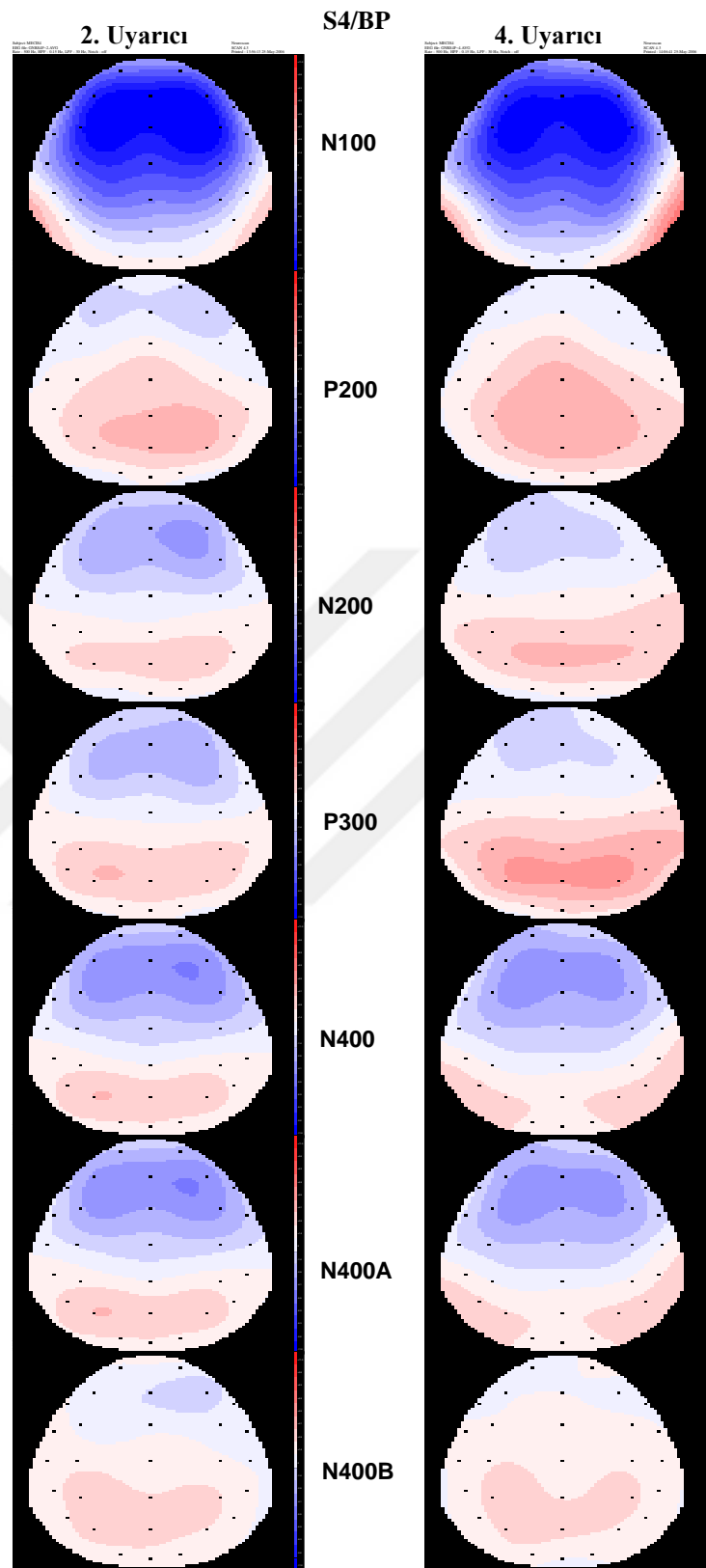
zaman aralıkları, neuroscan 4.2’de “2D cartoon” fonksiyonu kullanılarak her bir bileşenin uzaysal yayılımı belirlenmiştir. Bu uzaysal yayılımlar Şekil 3.14-3.17’de yer almaktadır.

S1/BP paradigması için Şekil 3.14 incelendiğinde, 2. ve 4. uyarıcılar için N100 bileşenin dağılımında bir farklılık gözlenmemektedir. P200 bileşenin yayılım alanı 2. uyarıcıya göre 4. uyarıcıda artmıştır. N200 bileşeni, 2. uyarıcı için frontal alanlarda (sağ frontal alan) yoğunlaşırken, 4. uyarıcıda frontal alandaki negatif aktivite kaybolmuştur. P300 bileşeni ise sağ posterior alanlarda lokalize iken 4. uyarıcı ile birlikte yayılım alanı artmıştır. N400 ve N400A bileşenleri aynı yayılımı göstermektedirler. İkinci uyarıcı için frontosentral alandaki negativite, 4. uyarıcı ile birlikte şiddetini azaltmıştır.

S4/BP paradigması için Şekil 3.15 incelendiğinde, 2. ve 4. uyarıcılar için N100 bileşenin dağılımında yine bir farklılık gözlenmemektedir. P200 bileşenin yayılım alanı 2. uyarıcıya göre 4. uyarıcıda artmıştır. N200 bileşeni, 2. uyarıcı için frontal alanlarda (sağ frontal alan) yoğunlaşırken, 4. uyarıcıda frontal alandaki negatif aktivite azalmış ve sol frontal bölgeye kaymıştır. P300 bileşeni ise sol posterior alanlarda lokalize iken 4. uyarıcı ile birlikte yayılım alanı ve genliği artmıştır. N400 ve N400A bileşenleri aynı yayılımı göstermektedir. İkinci uyarıcı için frontosentral alandaki (özellikle sağ frontalde) negativite, 4. uyarıcı ile birlikte şiddetini azaltmıştır.



Şekil 3.14. S1/BP N100, P200, N200, P300, N400, N400A ve N400B bileşenlerine ilişkin genlik değerleri uzaysal haritaları. Mavi renkler negatif, kırmızı renkler pozitif sapmayı göstermektedir. Rengin koyuluğu genlik artışını temsil etmektedir.

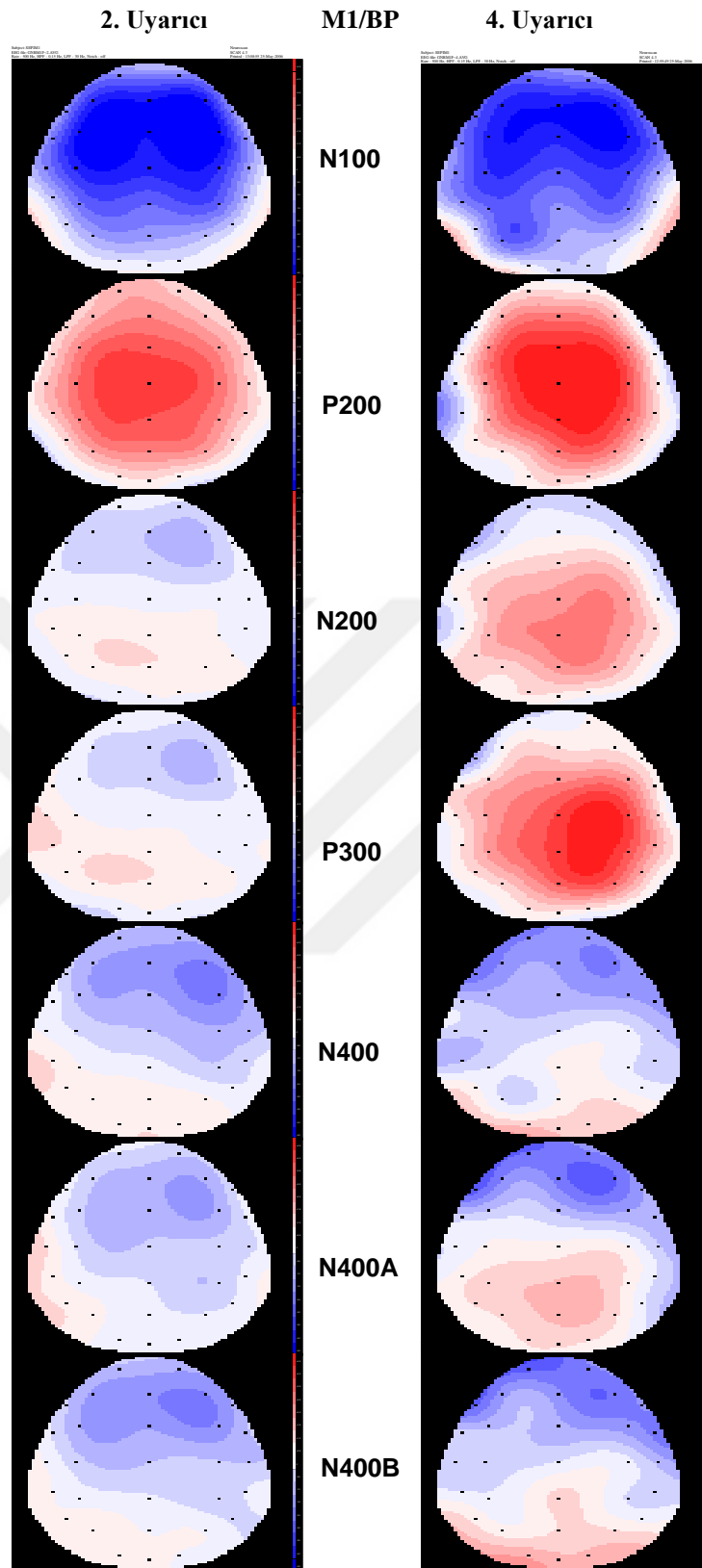


Şekil 3.15. S4/BP N100, P200, N200, P300, N400, N400A ve N400B bileşenlerine ilişkin genlik değerleri uzaysal haritaları. Mavi renkler negatif, kırmızı renkler pozitif sapmayı göstermektedir. Rengin koyuluğu genlik artışını temsil etmektedir.

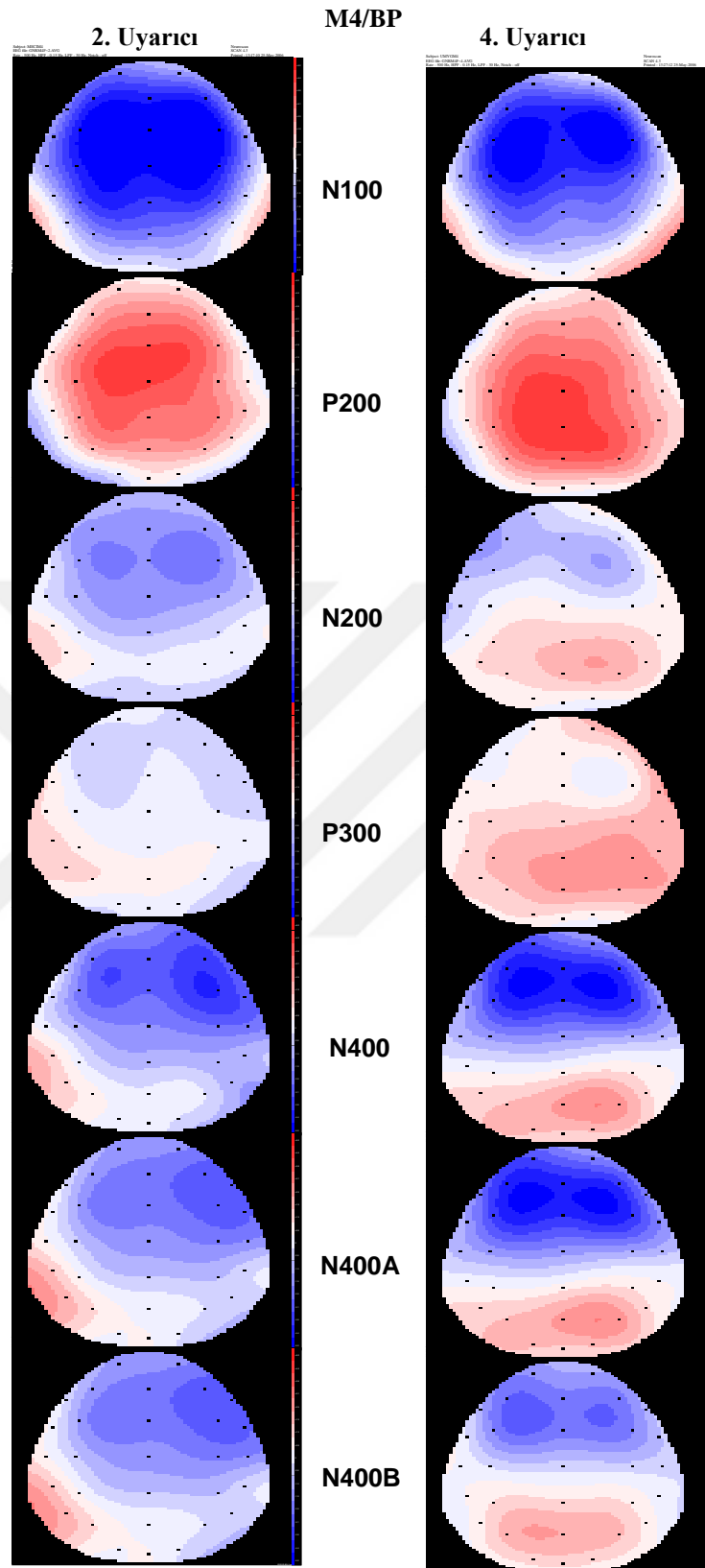


M1/BP paradigması için Şekil 3.16 incelendiğinde, 2. ve 4. uyarıcı için N100 bileşenin yayılım alanları aynıdır. P200 bileşenin yayılım alanı 2. uyarıcıya göre 4. uyarıcıda artmıştır. N200 bileşeni, 2. uyarıcı için frontal alanlarda (sağ frontal alan) yoğunlaşırken, 4. uyarıcıda frontal alandaki negatif aktivite kaybolmuştur. P300 bileşeni ise sol posterior alanlarda lokalize iken 4. uyarıcı ile birlikte yayılım alanı artarak sağ postero-temporal bölgeye kaymıştır. N400 ve N400A bileşenleri benzer bir yayılımı göstermektedir. İkinci uyarıcı için sağ frontosentral alandaki negativite, 4. uyarıcı ile birlikte şiddetini arttırmıştır.

M4/BP paradigması için Şekil 3.17 incelendiğinde, 2. ve 4. uyarıcı için N100 bileşenin yayılım alanları aynıdır. P200 bileşenin yayılım alanı 2. uyarıcıya göre 4. uyarıcıda artmıştır. İkinci uyarıcı için frontosentralde olan odak 4. uyarıcı için sentroparietal alanlara geçmiştir. N200 bileşeni, 2. uyarıcı için sağ ve sol frontal alanlarda iki odak noktası oluştururken, 4. uyarıcıda frontal alandaki negatif aktivite azalmıştır. P300 bileşeni ise sol posterior alanlarda iken 4. uyarıcı ile birlikte yayılım alanı artarak sağ postero-temporal bölgeye kaymıştır. N400 ve N400A bileşenleri benzer bir yayılımı göstermektedir. İkinci uyarıcı için sağ frontosentral alandaki negativite, 4. uyarıcı ile birlikte frontosentral alanlara kaymıştır.



Şekil 3.16. M1/BP N100, P200, N200, P300, N400, N400A ve N400B bileşenlerine ilişkin genlik değerleri uzaysal haritaları. Mavi renkler negatif, kırmızı renkler pozitif sapmayı göstermektedir. Rengin koyuluğu genlik artışını temsil etmektedir.



Şekil 3.17. M4/BP N100, P200, N200, P300, N400, N400A ve N400B bileşenlerine ilişkin genlik değerleri uzaysal haritaları. Mavi renkler negatif, kırmızı renkler pozitif sapmayı göstermektedir. Rengin koyuluğu genlik artışını temsil etmektedir.

## 4. TARTIŞMA

Bu tez çalışmasında beklentinin beyinden kaydedilen olay-ilişkili potansiyel (OİP) ve olay-ilişkili osilasyonlara (OİO) etkisi incelenmiştir. Elde edilen bulgular, psikolojinin değişik alt alanları içerisinde ele alınan beklenti kavramının organizmik ilintilerini ortaya koymuştur.

Davranışsal psikolojide beklenti Sanders'e göre üç şekilde ele alınmaktadır (aktaran Picton, 1998). Bunlardan ilkinde göre beklenti, beklenen ödülün güdüsel değeriyle ilişkilidir. Bu değer ne kadar büyük ise, canlı o kadar çok beklenti içine girer. İkincisine göre beklenti, uyarıcının kendisinin olmadığı bir durumda, ona ilişkin ipuçlarını değerlendirip, beklenen uyarıcıyı tanıyabilme yeteneğidir. Sonuncusuna göre ise beklenti, bir sürece ya da uyarıcıya tepkide bulunmaya hazır oluşu içerir. Bu tez çalışmasındaki beklenti türü daha çok bu sonuncu türe yakındır.

Hillyard'a (1973) göre ise tepkiye hazır olma, bilişsel elektrofizyolojik olarak iki farklı süreci barındırır. Bunlardan birincisi olayın olup olmayacağına ilişkin beklentidir. Diğeri ise olayın ne zaman olacağına ilişkin beklentidir. Katılımcıların atlanan uyarıcı paradigması uyarınca, bu tez çalışmasında yerine getirmeye çalıştıkları görev, hedef uyarıcının gelme anını tahmin etmektir. Bu ise olayın ne zaman olacağına ilişkin beklentidir.

### 4.1. OİP DÜZEYİNDE BULGULARIN YORUMLANMASI

Bu tez çalışmasında atlanan uyarıcıya yaklaştıkça katılımcının saf sesin ya da kelimenin gelme anını tahmin etmeyle ilgili olarak bir hazır oluşluk içine gireceği düşünülmüştür. Bu hazırlık süreci ya yavaş potansiyellerin uyarıcı öncesi dönemde gelişimiyle ya da dikkatle ilgili bileşenlerle kendisini ortaya koyacaktır. Demiralp ve Başar'ın (1992) atlanan uyarıcı paradigmasını kullanarak yaptıkları bir çalışmada, dikkatle ilgisi olduğu düşünülen N100 ve P200 bileşenleri genlik değerlerinin, atlanan uyarıcıdan bir önceki

uyarıcı için arttığı gösterilmiştir. Bu bileşenler frontal bir yayılım göstermektedir ve frontal lobdaki seçici dikkat fonksiyonlarıyla ilişkili olarak değerlendirilmiştir (Demiralp ve Başar, 1992).

Beklentinin elektrofizyolojisine ilişkin olarak Demiralp ve Başar'ın çalışmalarının bulgularını değerlendirirken şu hususa dikkat edilmesi gerekmektedir. Söz konusu çalışmada atlanan uyarıcıdan hemen önceki uyarıcıyı (3. uyarıcıyı), mevcut çalışmada yapıldığı gibi kendisinden sıracı daha önce olan uyarıcılarla (2. uyarıcı) değil de, aynı çalışmada düzenledikleri başka bir paradigmadan elde ettikleri verilerle karşılaştırılmıştır. Söz konusu veriler saf sesleri içeren ancak uyarıcılar arası zaman aralıklarının (ISI) seçkisiz olarak değişimlendiği bir paradigma altında elde edilmiştir.

Bu çalışmadaki bulgular N100'ün frontosentral, P200'ün ise sentroparietal bir yayılım gösterdiği yolunda olmuştur. N100 genliği saf ses paradigmalarında metin paradigmalarında olduğundan daha büyük bulunmuştur. İstatistiksel bakımdan anlamlı olmamakla beraber N100 genlik değerleri atlanan uyarıcıdan hemen önceki 4. uyarıcıda, 2. uyarıcıda olduğundan daha küçük olmuştur. Yine anlamlı olmamakla beraber, P200 genlik değerleri 4. uyarıcıda 2. uyarıcıda olduğundan daha büyük olmuştur.

Posner ve Dehaene'nin (1994) dikkat sisteminde, anterior kısım yönetici dikkat işlevleri ile, posterior kısım ise dikkatin hedef üzerine yöneltilmesiyle ilişkilidir. Anterior kısım daha çok bilinçli dikkat süreçleri ile ilgiliyken, posterior kısım otomatik yönelim tepkisi ve algılama temsillerinin oluşturulmasını içeren dikkatle ilgilidir. Tüm bunlara ek olarak posterior kısmın üç ana fonksiyonu daha vardır. Bunlar sırasıyla dikkatin ilgisiz uyarıcıdan çekilmesi, başka bir hedefe kaydırılması ve son olarak bu hedef üzerinde dikkatin odaklanmasıdır.

N100 ve P200 bileşenlerinin bu çalışmadaki yayılım alanlarının sırasıyla frontosentral ve sentroparietal bölgelerde odaklanması Posner ve Dehaene'nin (1994) görsel uyarıcılar kullanarak oluşturduğu anterior ve posterior dikkat sistemlerini düşündürmektedir. Öncelikle, hem birleştirilmiş verilerle hem de uyarıcı sıraları için ayrı ayrı oluşturulan verilerle, paradigma grup aidiyetini belirlemek için yapılan

diskriminant analizlerde, Fz ve Cz elektrot lokasyonlarında en önemli katkıyı N100 bileşenin sağladığı görülmüştür. Atlanan uyarıcıya yaklaştıkça N100 bileşenin genliği istatistiksel olarak değişmemektedir. Bu durum, N100 bileşenin genlik değerlerinin 2. ve 4. uyarıcı için kafatası üzerindeki yayılımını gösteren haritalarla da desteklenmektedir. Fakat ANOVA analizleri dikkatlice gözden geçirildiğinde N100 bileşeni genlik değerlerinde atlanan uyarıcıya doğru bir azalma eğilimi söz konusudur. Bu azalma eğilimi istatistiksel olarak anlamlı olmaya çok yakındır ( $p=0.060$ ).

Bu çalışmanın bulguları N100'ün hangi tür dikkatle ilgili olduğunu göstermektedir? Frontosentral yayımlı N100 bileşenin pasif dikkatle ilişkili olması (Karakas ve Başar, 2004) Posner ve Dehaene'nin anterior-posterior dikkat sistemleriyle çelişmektedir. Bu perspektiften bakıldığında pasif dikkatle ilgili bileşenlerin posterior alanlarda odaklanması gerekmektedir. Oluşan bu çelişki, istatistiksel olarak anlamlı olmaya çok yakın olan azalış eğilimi dikkate alınarak şu şekilde yapılabilir: Beynin derinliklerinde yer alan talamus, gelen uyarıcı yollarının toplandığı bir merkezdir. Buradan tüm primer (birincil) kortikal alanlara projeksiyonlar bulunmaktadır. Öte yandan korteks üzerindeki birincil, ikincil ve üçüncül alanların da talamustaki ilgili merkezlere geri bağlantıları vardır (Bastiaansen ve diğ., 1999b). Talamusun üzeri ince bir zar ile kaplıdır. Bu zar içerisinde "reticular nucleus" denilen sinir hücreleri vardır. Bu hücrelerin alttaki talamik yapılar üzerinde ketleyici (inhibitory) bir etkisi vardır. N100 bileşenini oluşturan frontal bölgedeki merkezlerin aktivasyon düzeylerindeki azalışlar, reticular nucleus'un alttaki talamik yapılar üzerindeki baskılayıcı etkisini azaltabilir ve dolayısıyla bu talamik yapılar girdilerini ilgili kortikal yapılara daha kolay gönderebilir. Bu durumda N100 aktif dikkatin dolaylı bir göstergesi olur. Bu çalışmanın bulguları, frontosentral yayımlı N100 bileşenin, atlanan uyarıcı paradigmasında aktif dikkatle ilişkili olabileceğini göstermiştir.

Ayrıca, katılımcıların göreve alışmaları da (habituation) 4. uyarıcıya tepki olarak verilen N100 genliğinde bir azalmaya neden olabilir. Tüm açıklamalara ek olarak bu çalışmadaki gibi bir beklenti paradigması kullanarak uyarıcı sırasının etkisini görmek, saçlı deri üzerinden yapılan kayıtlarla mümkün olmayabilir. Nitekim, farklı bir paradigma kullanarak beklenti durumundaki elektrofizyolojik değişimleri inceleyen

Damen ve Brunia (1994) da beklentiyle ilgili olduğunu düşündükleri yavaş dalga aktivitesini gözlemleyememişlerdir. N100 genliğinin saf ses paradigmalarında, metin paradigmalarına oranla daha yüksek olması da, saf seslerin pasif dikkati tetiklemede, semantik uyarıcılara göre daha etkili olması şeklinde açıklanabilir. Sentroparietal alanlarda gözlemlenen P200 genliği ise atlanan uyarıcıdan bir önceki uyarıcıda, 2. uyarıcıya göre artmaktadır. Bu artış posterior sistemin dikkati hedef uyarıcı üzerinde yoğunlaştırmasını gösteriyor olabilir.

P300 bileşeniyle ilgili sonuçlar ise literatürle uyum içindedir. Öncelikle bu bileşenin genliği posterior elektrot lokasyonlarında (örneğin Pz) anterior alanlara göre (örneğin Fz) daha yüksektir. Yapılan diskriminant analizlerinde de P300 genliği Pz elektrot lokasyonunda paradigmayı yordamada etkili bileşen olarak ortaya çıkmıştır. Uyarıcı sırası göz önünde tutulduğunda, literatürden bekleneceği gibi (Başar-Eroğlu, Başar ve Schmielau, 1991b), P300 genliği atlanan uyarıcıdan bir önceki uyarıcıda (4. uyarıcı), 2. uyarıcıya nazaran daha yüksek olmaktadır.

Demiralp ve arkadaşları (1994) hem insanda hem de kedilerde atlanan uyarıcı paradigmasını kullanarak yaptıkları çalışmalarda P300 bileşeni genlik değerleri ile ilgili benzer sonuçlara ulaşmıştır. Bu çalışmalarda da atlanan uyarıcıya en yakın uyarıcının genliğinde, önceki uyarıcıların genliklerine göre bir artış olmaktadır. Artışlar, bu çalışmada da görüldüğü üzere, en çok frontal ve parietal alanlardadır. Araştırmacılar bu alanlardaki artışları en fazla teta bandında elde etmişler; bu sonuçları, beklenti geliştirmede etkin hippokampal-frontal-parietal sisteme bağlamışlardır. P300 genliğindeki değişimlerde tetanın önemli katkısı vardır (Başar ve diğ., 1989; Karakaş ve Başar, 2004; Karakaş, Erzenin ve Başar, 2000a ve 2000b). P300 genliği, gelen uyarıcıların bellekte bilinçli bir şekilde tutulan bir izle karşılaştırılmasına da duyarlıdır (Karakaş ve Başar, 2004). Karakaş ve Başar (2004) P300 genliğindeki artışların dikkatin odaklanması ve bellek güncellenmesiyle ilgili olduğunu belirtmiştir. Bellek güncellenmesiyle çalışma belleği yakından ilişkilidir. Nitekim P300 genliğindeki değişimler çalışma belleği, uyarıcının sürpriz olup olmaması, uyarıcının görevle ne kadar ilgili olduğu ve görevin ne kadar zor olduğuyla da yakından ilgilidir (Polich ve Kok, 1995).

Bulgular bu bilgiler ışığında değerlendirildiğinde, P300 genliğinin atlanan uyarıcıdan hemen önceki uyarıcıda (4. uyarıcı), daha uzak uyarıcılara (2. uyarıcı) nazaran daha yüksek olması beklenmekte ve bu yöndeki bulgu katılımcıların odaklanmış dikkatlerini yansıtmaktadır. Uyarıcı katarı içerisinde atlanan uyarıcının yaklaşma anına doğru bir hazır oluşluk içine girme, kendisini, P300 genliğinde artışla göstermektedir.

Uyarıcı sırası ve elektrot lokasyonuna bağlı olarak P300 genliğinde ortaya çıkan farklılıklar, paradigma bakımından gözlenmemektedir. Fakat P300 genliğinin posterior bir yayılım gösterdiği dikkate alınarak sadece Pz elektrot lokasyonu için 4\*2'lik (paradigma: 4; uyarıcı sırası: 2) tekrar ölçümlü ANOVA yapıldığında paradigmlar arasındaki farklar anlamlı çıkmaktadır ( $F(3,96)=11.98$ ,  $p < 0.001$ ). Bu sonuçlar üzerinden gidildiğinde, P300 genliği S1/BP paradigmasında S4/BP paradigmasında olduğundan daha küçükken, M1/BP paradigmasında M4/BP paradigmasında olduğundan daha yüksektir. Dört paradigma birlikte ele alındığında en yüksek P300 genliği S4/BP paradigmasında olmaktadır. Bu durum hemen hemen tüm katılımcıların bu paradigmayı en zor paradigma olarak sınıflandırmalarıyla paralellik göstermektedir. Buna karşın M4/BP paradigması genlik değerleri diğer paradigmlar arasında P300 genliği en düşük paradigmadır. Bu durum da katılımcıların genelde bu paradigmayı en kolay paradigma olarak değerlendirmelerine paraleldir. M1/BP ve S1/BP paradigmlarının P300 genlikleri ise hemen hemen aynı değerlerdedir. P300 bileşeni genliğinin 2. ve 4. uyarıcıya göre nasıl değiştiğini gösteren uzaysal haritalarda, hemen hemen tüm paradigmlar için 4. uyarıcıya verilen P300 genliğinde sağ parietotemporal ve sentroparietal bölgelerde 2. uyarıcıya göre büyük bir artış gözlenmektedir.

N400 bileşeni genlik değerleriyle ilgili bulguları değerlendirmeden önce N400 bileşeninin latans değerlerine ilişkin bazı açıklamalar yapmakta fayda vardır. Kutas ve Petten'in (1988) dille ilgili OİP'ler hakkında yazdıkları kitap bölümünde, N400 bileşeninin latans değerlerinin 300 ms ile 600 ms arasında olduğu ve yaklaşık 400 ms'de en yüksek zirve değerine ulaştığı belirtilmektedir. Bu tez çalışmasında da, söz konusu aralık değerlerinin kullanılması düşünülmüş; fakat metin paradigmlarında iki negatif zirve olduğu gözlemlendiğinden ve bunun da önemli bir sonuç ortaya



koyabileceği düşünülerek N400 bileşeni ile ilgili 3 aralık belirlenmiştir. Bunlardan ilki N400'dür. Bu bileşenin latansı paradigmalara göre 392-1284 ms arasında değişmektedir. N400A latans değerleri 390-608 ms arasında değişmektedir. N400B latans değerleri ise 550-1284 ms arasında değişmektedir. Bu şekilde N400 bileşeni latans aralığı, N400A ve N400B olmak üzere ikiye bölünmüş olmaktadır. Literatürde N400 olarak bilinen bileşenin bu çalışmada N400A'ya karşılık geldiği görülmektedir.

N400A, 390-608 ms arasındaki en yüksek negativite, ile ilgili olarak ikinci sıradaki uyarıcılar için genlik değerleri, 4. sıradaki uyarıcı genlik değerlerine oranla daha büyüktür. İstatistiksel olarak anlamlı bir fark olmasa da, saf ses paradigmalarda N400A genliği metin paradigmalara göre daha büyüktür. N400A bileşeni genlik değerleri bakımından paradigmalardan en yüksekte en düşüğe doğru sıralandığında, S4/BP, S1/BP, M4/BP ve M1/BP dizisi oluşmaktadır.

N400A genliği yine frontosentral bir yayılım göstermektedir. N400A genliğinin kafatası üzerinde nasıl yayıldığını gösteren haritalara bakıldığında, 2. uyarıcı için metin paradigmalarda sağ frontal lobda sola oranla daha lokalize negatif bir aktivite gözlenmektedir. Saf ses paradigmalarda bu şekilde bir odaklanma yoktur. Dördüncü uyarıcıyla birlikte sağdaki bu negatif odak genişleyerek frontal alanlara yayılmaktadır. Metin paradigmalarda 2. uyarıcıdan 4. uyarıcıya doğru sağ sentroparietal bölgede pozitif genlikli bir odak oluşmaktadır. Saf seslere karşı ise 2. uyarıcı için frontal bölgede lokalize olmuş negatif bir odak gözlenmektedir. Dördüncü uyarıcıya gelindiğinde, 2. uyarıcıda frontal alanda gözlemlenen bu negatif odak yayılım alanını genişletmektedir.

N400B, 550-1284 ms arasındaki en yüksek negativite, ile ilgili olarak paradigmalardan istatistiksel bakımdan anlamlı sonuç elde edilmiştir; saf sesler için N400B genliği metin paradigmalardan daha yüksek olmuştur. Bileşen yine frontosentral bir yayılım göstermiştir.

Literatürde kelime işlemeyle ilgili olduğu düşünülen N400'ün saf ses paradigmalarda da gözlenmesi beklenmedik bir sonuç gibi gözükmektedir. Demiralp ve Başar'ın (1992) beklenen görsel ve saf ses niteliğindeki işitsel uyarıcılara karşı teta ritimlerini incelediği

ve atlanan uyarıcı kullandıkları makalelerinde de, 250-500 ms arasında N400'e çok benzeyen bir bileşen (sayfa 154, şekil 7) gözlemlenmektedir. Fakat yazarlar negatif yönde 250-500 ms zaman aralığında zirve yapan bu bileşeni yorumlamamışlardır.

Öte yandan Kutas ve Petten'in N400 ile ilgili bulguları değerlendirdikleri kitap bölümünde (1988), bu bileşenin (ya da buna benzer bir bileşenin) metin işlemenin dışındaki bazı paradigmalarda da ortaya çıkabildiği belirtilmiştir. Örneğin şekillerin zihinsel olarak döndürülmesini içeren paradigmada Stuss ve arkadaşları (Kutas ve Petten, 1988), 421 ms civarında belirgin bir negatif zirve gözlemlemiştir. Stuss ve arkadaşlarına göre bu zirve (Ny) frontal bir yayılım göstermektedir ve odak noktası sağ frontal bölgededir. Bu yönüyle bileşen metin işlemede ortaya çıkan sağ posterior alandaki N400'den farklıdır. Ancak bir diğer bulgu da, sağ ya da sol görsel alana yansıtılan bir dizi uyarıcıdan, sadece kelime olanların yine frontal alanda, ama sol frontalde, N400 benzeri bir bileşene (N410) yol açmasıdır (Kutas ve Petten, 1988). Bu çelişik duruma Stuss ve arkadaşları son noktayı koymuşlardır. Onlara göre gerek Ny gerekse de N400 semantik uyarıcılara yanıt olarak ortaya çıksalar da aslında karmaşık bir uyarıcıyı değerlendirme sürecini ve uzun süreli belleğe erişimin elektrofizyolojiye yansımalarını temsil etmektedir. Diğer bir deyişle, N400 bileşenin genliği, bellek içi arama-tarama sürecini göstermektedir.

Literatürde verilen ve mevcut çalışmada elde edilen bulgular uyuşmaktadır. Öncelikle tıpkı Ny ve N410 gibi N400A da tüm paradigmalarda için frontal bir yayılım göstermektedir. Metinle ilgili paradigmalarda ise tıpkı Ny'de olduğu gibi negativite sağ frontal alanda odaklanmıştır. Gerek saf ses paradigmaları gerekse de metin paradigmaları için elde edilen bileşenler içsel olarak düzenli ve tutarlı bir yapı/örüntü göstermektedir. Katılımcılar metin paradigmaları için her defasında atlanan uyarıcıyı (kelimeyi) uzun süreli bellekten getiriyor olabilir. Nitekim katılımcılar şiiri ezberlemiş olarak deneye gelmektedirler. Dolayısıyla şiir onların uzun süreli belleklerinde kayıtlıdır. Ve eğer gerçekten de yukarıda bahsedildiği gibi N400 genliği belleğe erişim ve tarama hızını yansıtmakta ise, bu durumda, tek mısranın kullanıldığı M1/BP ile 4 mısranın kullanıldığı M4/BP paradigması genlik değerleri karşılaştırıldığında, M1/BP'de elde edilen N400A genliğinin M4/BP'de elde edilen N400A genliğinden

daha düşük olması gerekmektedir. Yukarıdaki kısımlarda da belirtildiği üzere, istatistiksel olarak anlamsız olsa da, durum böyledir.

Saf ses paradigmlarında da içsel olarak tutarlı bir yapı söz konusudur. Katılımcının daha karmaşık bir uyarıcı örüntüsünü değerlendirdiği S4/BP’de bu içsel örüntü en üst düzeydedir. Dolayısıyla bu paradigmadaki N400A genliği S1/BP paradigmasından daha yüksek olmalıdır. Paradigma için 4 düzeyli, sıra için 2 düzeyli bir tekrar ölçümlü ANOVA deseni oluşturulup sadece Fz elektrot lokasyonundan elde edilen N400A genlik değerleri modele dahil edildiğinde N400A genliği bakımından paradigmlar arasında fark bulunmaktadır. Metin paradigmlarının kendi aralarında anlamlı farklar çıkmazken, M1/BP ile S4/BP ve S1/BP ile S4/BP arasında anlamlı farklılara ulaşılmıştır. Bu karşılaştırmaların hepsinde en yüksek N400A genliği sırasıyla S4/BP, S1/BP, M4/BP ve M1/BP paradigmlarından elde edilmiştir.

Saf ses paradigmlarındaki N400A genliklerinin metin paradigmlarına göre daha yüksek olması metin paradigmlarındaki semantik örüntünün saf ses paradigmasındaki örüntülere nazaran insanın karşısına günlük hayatta daha çok çıkması olabilir. Dolayısıyla metin paradigmları daha kolaydır. Ayrıca katılımcı açısından metin paradigmlarını takip etmek de daha kolaydır çünkü mısrayı oluşturan her kelime, örtük bir şekilde, kişiye kaçınıcı uyarıcı olduğu bilgisini de verir. Ama saf ses paradigmlarında katılımcı uyarıcı sırasına özellikle dikkat etmek zorundadır. Çünkü ancak bu şekilde hangi uyarıcıdan sonra atlanan uyarıcının geleceğini anlayabilir ve deneydeki görevini yerine getirebilir. Tüm bunlar saf ses paradigmlarını metin paradigmlarına göre daha karmaşık bir hale getirmekte, bu durum paradigmlara ilişkin genlik değerlerine yansımaktadır.

N400A genliğine ilişkin bir başka bulgu da 2. uyarıcı için elde edilen genlik değerlerinin 4. uyarıcı için elde edilen genlik değerlerinden daha yüksek oluşudur. Katılımcıların büyük çoğunluğu her paradigma için yapılan deney kısmından sonra verdikleri geribildirimlerde atlanan uyarıcı anı yaklaştıkça atlanan kelime ya da saf sesin dillerinin ucuna geldiğini, bu kelime ya da “bip” tarzı sesleri söylemek ya da hatırlamak için çok fazla gayret sarf etmediklerini belirtmişlerdir. Bu durum atlanan

uyarıcının gelme anına doğru gittikçe artan bir “hazır oluş”un meydana geldiğine işaret etmektedir. Bu hazır oluş, kendisini en ileri düzeyde, atlanan uyarıcıdan bir önceki uyarıcıda göstermelidir. N400A, hazır olmaya ilişkin süreçlerin bir yansıması ise, 4. uyarıcıya ilişkin N400A genlik değerleri, 2. uyarıcıya ilişkin N400A genlik değerlerinden düşük olmalıdır. Nitekim yukarıda Ny, N410 ve N400 bileşenlerinin genliği bellek içi arama-tarama süreçlerini yansıtmaktadır. Bu arama-tarama süreci, 4. uyarıcıya doğru gidildikçe, tepkiyi verecek nöral ağların hazır oluşu nedeniyle azalmaktadır. Dolayısıyla 4. uyarıcıda N400A genlik değerleri düşmektedir.

Bütün bunlara göre literatürde N400’ün semantik (ya da dille ilgili) işleme ile ilgili olduğunu söyleyebilmek için Kutas ve Petten’in de belirttiği gibi müzik ve matematiksel ifadeler gibi içsel olarak tutarlı ve kompleks semboller topluluğu olan yapılarda meydana gelecek sapmaların (deviation) N400 benzeri bileşenleri oluşturup oluşturmayacaklarının mutlaka araştırılması gerekmektedir.

#### **4.2. ATLANAN UYARICIYA İLİŞKİN ANALİZLERİN YORUMLANMASI**

Beklentinin kendisini en çok teta ve alfa bandında gösterdiği bulunmuştur (Başar, 1989). Bu nedenle mevcut çalışmada da söz konusu bandlar seçilmiştir. Genlik frekans karakteristiklerinden elde edilen frekans sınırları değerleri, OİP’lere teta ve alfa bantlarında sayısal filtreleme ile uygulandığında, hem metin hem de saf ses paradigmalarında atlanan uyarıcının gelme anına ilişkin tahminin yapıldığı bölgelerde, faz düzenliliği (phase ordering) görülmektedir. Faz düzenliliğinin görüldüğü zaman dilimleri, hem atlanan uyarıcının gerçekte gelmesi gerekli zaman anının öncesinde hem de sonrasında olabilmiştir. Bu zaman dilimi katılımcıdan katılımcıya değişebildiği gibi katılımcının kendi OİO’ları içerisinde bile değişebilmiştir.

Başar ve arkadaşları (1989) ise faz düzenliliğini atlanan uyarıcı öncesindeki zaman diliminde elde etmişlerdir. Ayrıca o çalışmada katılımcılar atlanan uyarıcının gelme anını tahmin etmeyle ilgili görevlerini deneyin sonlarına doğru daha kolay yerine getirdiklerini belirtmişlerdir. Bu sebeple yazarlar elde ettikleri zamansal dönemleri

(epochs) ilk 10, ikinci 10 veya son 10 zamansal dönem olarak ayrı ayrı üst üste çizdirdiklerinde, katılımcıların geribildirimleriyle doğru orantılı olarak, faz düzenliliği son 10 zamansal dönemde diğer 10'luk dönemlere oranla daha yüksek olarak elde edilmiştir. Bulgulardaki farklılığın nedenleri şunlar olabilir: Başar ve arkadaşlarının deneylerinde kullandıkları katılımcılar bu tez çalışmasındaki katılımcılardan göreve daha iyi odaklanmış olabilirler. Ya da her iki gruptaki katılımcıların göreve odaklanma dereceleri aynı olmakla birlikte Başar ve arkadaşları bulgularında sadece çok iyi deneklere yer vermiş olabilir. Bu çalışmadaki katılımcılardan elde edilen kayıtların tümünün 10'luk dönemler halinde grafikleri elde edildiğinde bunlar arasından da birkaç denekte benzer sonuçlara ulaşmak mümkün olabilecektir.

Ancak bu tez çalışması katılımcıların atlanan uyarıcının gelme anını tahmin noktalarının zaman içerisinde değiştiğini ortaya koymuştur. Katılımcının yaptığı tahmin anlarının zaman içerisindeki değişimi bir pilot deneyle incelenmiştir. Bu pilot deney her yönden asıl paradigmanın kullanıldığı deneylere benzemekle birlikte şöyle ek bir görevi de içermiştir. Katılımcının atlanan uyarıcının gelme anını tahmin ettiği zaman noktasında, hem bu kelime ya da saf sesi zihninden geçirmesi, hem de tahmini yaptığı anda tepki konsolunu kullanarak "1" tuşuna basması istenmiştir. İyi performans gösteren bu katılımcıda dahi, motor tepki ile belirlenen tahmin anının deney süresi boyunca değişebildiği gözlemlenmiştir.

Her katılımcı için elde edilen zamansal dönemler faz düzenliliği açısından incelendiğinde, bu zamansal dönemlerin büyük bir çoğunluğunun belirli bir zaman diliminde toplandığı belirlenmiştir. Geriye kalan zamansal dilimler içinden, önceki zaman anından farklı yerlerde ancak kendi aralarında faz düzenliliği gösteren zamansal dilimlerin bulunduğu gözlenmiştir. Bütün bunlar katılımcının deney süresi içerisinde atlanan uyarıcıların gelme anlarını değişik zaman noktalarında tahmin ettiğini ortaya koymuştur.

Bu tez çalışmasında amaç, öncelikle teta ve alfa frekans bandında atlanan uyarıcı için faz düzenliliğini görmektir. Alfa tepkisi uyanık bir sistemde pasif ya da aktif dikkat yoluyla bilginin seçilip kısa süreli belleğe ya da çalışma belleğine geçişi ile ilgilidir

(Karakaş ve Başar, 2004). Başar ve arkadaşları alfa tepkisiyle kendisini ortaya koyan bu süreçleri, dinamik bellek olarak adlandırmışlardır. Ancak duyuşal bellekten bilginin kısa süreli belleğe aktarılmasıyla ilgili olan dinamik belleğin dikkatle çok yakından ilgili olduğu açıktır.

Gerek Başar ve arkadaşlarının (1989) yaptıkları çalışmalarda gerekse bu tez çalışmasında katılımcıların yerine getirmeye çalıştıkları görev atlanan uyarıcının gelme anını tahmin etmektir. Bu anın tahmini için katılımcı, örtük bir şekilde, atlanan uyarıcıdan önceki uyarıcıların birbirleriyle aralarındaki zaman farkını (1. ile 2., 2. ile 3., 3. ile 4. uyarıcı arasındaki) kullanıyor olabilir. Beyin bir kez bu farkların sabit olduğu bilgisine ulaştıktan, yani ritmi algıladıktan sonra, bu sabit zaman aralığını temsil edecek şablonlar oluşturuyor olabilir. Bu şablonlar bir kez oluşturulduktan sonra canlı bunları kullanarak duyuşal bellekten kısa-süreli belleğe, bu şablonlar yardımıyla daha kısa sürede ve etkili şekilde bilgi aktarabilir. Tüm bu süreçler kendisini alfa tepkisi olarak ortaya koyuyor olabilir (Karakaş ve Başar, 2004).

Teta tepkisi ise beklenti içerisindeki canlının, beklediği olay ya da objeye yönlendirdiği seçici dikkat ile ilgilidir (Demiralp ve diğ., 1994; Karakaş, Erzenin ve Başar, 2000a ve 2000b). Yukarıda bahsedilen şablonlar örtük olarak bir kez oluşturduktan sonra kısa-süreli bellek veya çalışma belleğinde tutularak bilinçli düzeyde karşılaştırmaların yapılmasında kullanılıyor olabilir. Sonraki uyarıcı katarlarında atlanan uyarıcının yerinin tespit edilebilmesi için, şablonların kısa-süreli bellekte tutulması (ya da 4. uyarıcıdan sonra kaç birimlik bir süre geçtiğini belirlemede gerekli karşılaştırmaları yapabilmek için çalışma belleğinde de olabilir) gerekmektedir. İşte her defasında kısa süreli bellekteki bu şablona ulaşım kendisini teta tepkisi olarak ortaya koyuyor olabilir (Karakaş ve Başar, 2004).

Tüm bunlara ek olarak atlanan uyarıcının gelme anının tespiti için içsel bir kronometre ya da zaman sayacı (counter) kullanılıyor olabilir. Bu sayaç ölçü birimi olarak belirli nöral ağların salınım hızlarını (frekanslarını) esas alıyor olmalıdır. Yukarıda belirtilen uyarıcılar arasındaki zaman farklarını temsil eden şablonlar aslında bu türden bir sayacın yardımıyla üretilmelidir. Bu sayaç her uyarıcının başlangıcından diğere

uyarıcının başlangıç noktasına kadar olan salınım sayısını her defasında belirleyerek temel bir şablonun oluşmasına katkıda bulunuyor olmalıdır. Bu şablon oluşturma süreci kendini alfa tepkisi ile ifade ederken, oluşturulan şablonun kısa-süreli bellekte tutularak atlanan uyarıcıyla ondan hemen önce gelmekte olan 4. uyarıcı ile aralarında olan zaman farkının karşılaştırmalar yaparak tespit edilmesi kendisini teta tepkisi olarak ifade ediyor olabilir. Nitekim Karakaş ve Başar'a (2004) göre geç teta tepkisi "mental kronometre" olarak adlandırılmaktadır.

Bu çalışmada değerlendirilmemiş olsa da faz düzenliliğinin delta (0.01-3.90 Hz) ve gamma bandında da (28-46 Hz) mevcut olduğu görülmüştür. Delta bandındaki düzenlilikler büyük bir çoğunlukla atlanan uyarıcı öncesi dönemde gözlenmiştir. Ancak delta ve gamma bantlarında faz düzenliliğini yakalamak, teta ve özellikle de alfa bandındaki düzenliliği yakalamaktan daha zor olmuştur.

### **4.3. UZAYSAL HARİTALAMAYA İLİŞKİN VERİLERİN OİP ve OİO AÇISINDAN DOĞURGULARI**

Paradigmalara verilen zamansal tepkilerin güç spektrumları incelendiğinde teta tepkisi (4-8 Hz), paradigma ve uyarıcı sırası gözetmeksizin, frontosentral alanlarda yoğunlaşmaktadır. Bu yayılım hiçbir yarımküreye lokalize olmuş değildir. Fakat teta tepkisi gücünün toplam frekans gücü içerisindeki oranı (%) dikkate alındığında, 4. uyarıcıya verilen teta tepkisi gücü, 2. uyarıcıda olduğundan daha düşüktür. Yani yayılım alanı değişmemesine rağmen 4. uyarıcıda teta gücü düşmektedir. Bu düşüşün % olarak ne kadar olduğunu tespit edebilmek için 2. uyarıcı değerleri 4. uyarıcı değerlerinden çıkarılmıştır. Çıkan sonuç tekrar 2. uyarıcı değerine bölünerek 100 ile çarpılmıştır ( $[(2.\text{uyarıcı teta gücü} - 4.\text{uyarıcı teta gücü}) / 2.\text{uyarıcı teta gücü}] * 100$ ). Bu şekilde bir hesaplama sonucunda şu değerler elde edilmiştir. 2. uyarıcıdan 4. uyarıcıya teta tepkisi gücündeki düşüşler S1/BP paradigması için % 25.59, S4/BP paradigması için % 14.61, M1/BP paradigması için % 50.20 ve M4/BP paradigması için % 34.64'tür. Düşüşler metin paradigmalarında saf ses paradigmalarına oranla daha fazladır. Metin ve saf ses paradigmalarının ortalaması oluşturulduğunda, paradigmalar arasındaki bu fark daha iyi

gözükmektedir (% 42.42, metin; % 20.10 saf ses). Bu değerler yukarıda açıklanan bilgilerle bir bütünlük oluşturmaktadır. N400A bileşeniyle ilgili bulguların tartışıldığı bölümde de açıklandığı gibi organizmanın tepki vermeye hazır oluşunun en ileri seviyede olduğu zaman anı, diğer uyarıcılarla kıyaslandığında, 4. uyarıcıdır. N400A gibi bileşenlerle de kendini ifade ettiği düşünülen bu süreç burada kendisini teta tepkisinde azalışla ifade etmektedir. Yani kısa süreli bellekteki şablona erişim ve karşılaştırma için katılımcı daha az bilişsel çaba harcamaktadır. Dolayısıyla en karmaşık olduğu, hemen hemen tüm katılımcılar tarafından ifade edilen S4/BP paradigması için ise teta azalması en düşük düzeydedir. Çünkü örüntü çok karmaşıktır. Karakaş ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmalarda (2000a ve 2000b) da teta tepkisi genliğinin bilişsel yüke göre değiştiği sonucuna varılmıştır. Buna karşın metin paradigmaları, yine yukarıda N400A ile ilgili kısımda da belirtildiği üzere, hazır oluşun en çok ve uyarıcı karmaşıklığının en az olduğu, dolayısıyla da bilişsel yükün en az olduğu paradigmalardır. Bu teta tepkisindeki azalmadan da anlaşılmaktadır.

Alfa 1 tepkisi (8-11 Hz) tüm paradigmalar için fronto-sentro-parietal bir yayılım göstermektedir. Tek türden saf sesin (S1/BP) ve tek mısranın kullanıldığı (M1/BP) paradigmalarındaki yayılım, örüntü paradigmalarındaki (S4/BP ve M4/BP) alfa 1 gücü yayılımlarından farklıdır. S1/BP’de 2. uyarıcı için fronto-sentro-parietal bir yayılım gözlenirken, 4. uyarıcıda bu yayılım alanı daralarak sadece frontosentral alanları kapsamaktadır. M1/BP’de ise 2. uyarıcı için fronto-sentro-parietal alanlardaki yayılım, 4. uyarıcıda posterior alanlara kaymıştır. Örüntü paradigmalarında ise şöyle bir yayılım söz konusudur. S4/BP’de 2. uyarıcı için fronto-sentro-parietal yayılım, 4. uyarıcıda fronto-sentro-sol parietal alanlara yayılmıştır. M4/BP’de ise 2. uyarıcı için fronto-sentro-parietal yayılım, 4. uyarıcıda fronto-sentro-sağ parietal alanlara yayılmıştır. Yukarıda teta tepkisi güç spektrumundan elde edilen verileri yorumlamada kullanılan hesaplamanın bir benzeri oluşturulduğunda ( $[(4.\text{uyarıcı alfa 1 gücü} - 2.\text{uyarıcı alfa 1 gücü}) / 4.\text{uyarıcı alfa 1 gücü}] * 100$ ) şu artış yüzdeleri elde edilmiştir: S1/BP paradigması için % 21.28, S4/BP paradigması için % 32.46, M1/BP paradigması için % 45.04 ve M4/BP paradigması için % 15.29. Saf ses ve metin paradigmalarındaki ortalamaların yüzdesi oluşturulduğunda, bu artış ortalama oranları sırasıyla % 26.87 ve % 30.17’dir. Dolayısıyla metinlerdeki alfa 1 tepkisine ilişkin güç artışı saf seslerden daha fazladır.



İlgili literatüre göre alfa ile katılımcının vijilans durumu arasında yakın bir ilişki vardır (Başar ve diğ., 1997; Karakaş ve Başar, 2004). Duyusal bilgi işleme ilişkin süreçler de kendisini alfa salınımları şeklinde ortaya koymaktadır. Bu bilgi işleme sırasında uyarıcıları temsil edecek nöral şablonlar da oluşturulmaktadır. Özellikle tekrarlı ve ritmik uyarıcıların kullanılması durumunda bu içsel şablonlar alışkanlık ve beklenti geliştirmede ön plana çıkmaktadır (Başar ve diğ., 1997). Böylece, beklenti ve alışkanlıkla ilgili bu süreçler kendilerini alfa salınımları olarak ifade etmektedir. Ayrıca Karakaş ve Başar (2004) alfanın, hem duyusal bilgi işlemedeki rolü hem de bu salınının beklenti geliştirmedeki etkisi nedeniyle aktif dikkat ile de yakından ilişkili olabileceğini belirtmişlerdir. Alfanın dikkatle olan ilişkisi Karakaş'ın 1997'de bilgi işleme süreçlerini tablolastırdığı makalesinde de görülmektedir.

Tüm bu bilgiler ışığında, 4. uyarıcıya karşı elde edilen alfa 1 gücündeki artış, 2. uyarıcıya karşı elde edilen alfa 1 gücündeki artışa oranla daha yüksek olmuştur ve bu bulgu literatürle de uyumludur. Dördüncü uyarıcıya doğru katılımcıların vijilans düzeylerinde bir artış olmaktadır. Bu katılımcılardaki hazır oluşun ve dikkatlerini aktif bir şekilde gelmesi beklenen uyarıcı anı ile ilgili görevlerine odaklamalarının bir sonucu olmalıdır. Saf ses ve metin paradigmaları arasındaki alfa 1 gücü artış oranlarındaki farklılıklar ise dikkatin bu iki paradigmaya farklı düzeylerde yoğunlaştırılmasının bir sonucu olmalıdır. Artış oranı saf ses paradigmalarına göre fazla olan metin paradigmalarına katılımcıların dikkatlerini odaklamaları daha kolay olmalıdır. Daha zor olan saf ses paradigmalarında ise dikkat daha zorlukla odaklandığı için bu paradigmalardaki alfa 1 gücü artışları metin paradigmalarına göre daha az olmaktadır.

Yukarıda uyarıcı öncesi ve uyarıcı sonrası dönemleri için oluşturulan teta tepkisi güç spektrumu ile sadece uyarıcı öncesi dönemi kapsayan teta tepkisi güç spektrumu birbirlerinden farklıdır. Birleşik dönem için oluşturulan teta spektrumlarında, 2. uyarıcıdan 4. uyarıcıya giderken teta gücünde bir azalma görülürken, sadece uyarıcı önceki dönem teta tepkisi güç spektrumlarında bunun tam tersidir. Yani teta gücü 2. uyarıcıdan 4. uyarıcıya artmaktadır. Literatürde aynı frekans bandı için uyarıcı öncesi ve uyarıcı sonrası dönemlerin birbirinden farklılaştığı bilinmektedir (Demiralp ve diğ.,

1994). Uyarıcı öncesi dönemde teta gücündeki 4. uyarıcı için gözlemlenen bu artış odaklanmış dikkatin bir göstergesi olmalıdır.

Uyarıcı öncesi dönemler dikkate alınarak yapılan analizlerde ise teta tepkisi gücünde 4. uyarıcıda 2. uyarıcıya göre bir artış olmaktadır. Bu artış oranları S1/BP paradigması için % 39.94, S4/BP paradigması için % 48.89, M1/BP paradigması için % 55.06 ve M4/BP paradigması için % 68.85'dir. Saf ses ve metin paradigmalarındaki ortalamaların yüzdesi oluşturulduğunda bu artış oranları sırasıyla % 26.87 ve % 30.17'dir. Tüm paradigmalardaki teta tepkisi gücündeki artış frontosentral alanlardadır.

Yine uyarıcı öncesi dönemler dikkate alınarak yapılan analizlerde alfa 1 tepkisi gücünde 4. uyarıcıda 2. uyarıcıya göre bir artış olmaktadır. Bu artış oranları S1/BP paradigması için % 60.15, S4/BP paradigması için % 74.86, M1/BP paradigması için % 80.77 ve M4/BP paradigması için % 39.57'dir. Saf ses ve metin paradigmalarındaki ortalamaların yüzdesi oluşturulduğunda bu artış oranları sırasıyla % 67.50 ve % 60.17'dir. Tüm paradigmalardaki alfa 1 tepkisi gücündeki artış parietal alanlardadır.

Uyarıcı öncesi dönem ile uyarıcı öncesi ve sonrası birleşik dönem bulguları birbiriyle uyumludur. Gerek uyarıcı öncesi dönem gerekse birleşik dönem için alfa 1 tepkisi gücü artmaktadır. Yani denekler 4. uyarıcı öncesi dönemde 2. uyarıcı öncesi dönemde olduğundan daha hazırdır.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Beklentinin elektrofizyolojisini inceleyen bu çalışmada elde edilen temel sonuçlar aşağıdaki gibi özetlenebilir:

- N100 ve P200 bileşenleri yayılım alanları, anterior ve posterior dikkat sistemlerinin varlığına işaret etmektedir.
- N100 bileşeni aktif dikkatin dolaylı bir göstergesi olabilir.

- P300 bileşenin genliği atlanan uyarıcıya yaklaştıkça artmakta ve bu da bileşenin odaklanmış dikkatle ilişkisini doğrulamaktadır.
- N400A sadece metin işlemeyle ilişkili olmayıp, bellek içi arama-tarama süreçlerini yansıtmaktadır.
- Teta ve alfa bandında, atlanan uyarıcı için gözlemlenen faz düzenliliği, atlanmış olan uyarıcıların birey tarafından içsel olarak üretilmesinin bir yansımasıdır.
- Atlanan uyarıcının beklentisi, uyarıcı öncesi dönemde teta ve alfa 1 tepkilerindeki güç artışı ile temsil edilmektedir.

Bu çalışmada N400 bileşeni saf sesler için de elde edilmiştir. Bu bulgunun geçerliği ilerideki araştırmalarda başka yollardan da test edilmelidir. Bu tür çalışmalarda, dildeki gibi, içsel olarak tutarlı ve birbirine bağlı bir örüntü oluşturan sistemlerden (matematik ya da melodiler) yararlanılabileceği düşünülmektedir. Söz konusu türden sistemler bu çalışmada kullanılan paradigmalara benzer paradigmlar altında bir kez daha incelenmelidir.

Bu çalışmada hem saf ses işlemede hem de metin işlemede ortaya çıkan N400 bileşeni gerek topografi gerekse de OİP bileşeni olarak prosesleme negativitesine (processing negativity: PN) benzemektedir. Saf ses ve metin paradigmaları bu açıdan değerlendirildiğinde, paradigmlar arasında farklılıklar gözlenmektedir. Saf ses işlemede, beyin metne göre daha az enerji harcamakta dolayısıyla işleme hemen bitmektedir (bakınız Şekil 3.1). Metin paradigmalarında ise PN 900 ms'lere kadar uzayabilmektedir. İlerideki çalışmalarda bu konunun üzerine eğilinmesinde yarar olacaktır.

Atlanan uyarıcıya ilişkin analizlerde faz düzenliliğinin yanısıra ortalamalar üzerinden de analizler oluşturulmalı ve yorumlanmalıdır. Faz kaymalarına bağlı yanlışlıkları gideren en basit teknik ortancadır. Veri ilk etapta bu teknik, sonrasında ise daha karmaşık olan Wood'un tekniği (1967) ile tekrar incelenmelidir. Bu şekilde oluşturulan ortalamalar, uyarıcı sırasına bağlı etkilerin görülmesini de sağlayacaktır. Ayrıca atlanan uyarıcıdan önce gelenlere karşı ortaya çıkan teta ve alfa güç değişimleri de değerlendirilmelidir.

Bu çalışmada saf ses ve metin paradigmaları kullanılarak katılımcılarda belirli bir olayın gelme anı ile ilgili olarak bir beklenti oluşturulmaya çalışılmıştır. Ama yapılan analizler sonucunda bu iki farklı paradigma arasında beklenti bakımından çok da farklı sonuçlara ulaşılamamıştır. Bunun nedeni, söz konusu paradigmaların, temelde, bir zamanlama (timing) görevi içermesi olabilir. Her iki paradigmada da katılımcılar sabit aralıklarla gelen uyarıcıları izlemekte ve yine sabit bir aralık sonrasında gelmesi gelen ancak fiziksel olarak verilmeyen uyarıcının gelme anını tahmin etmeye çalışmaktadırlar. Dolayısıyla görev tüm paradigmalarda, bu açıdan bakıldığında, aynıdır. Serebellar yapıların zamanlama ile ilgili görevlerde önemli olduğu bilinmektedir (Gibbon ve diğ., 1984; Handy ve diğ., 2003; Ivry, 1996; Trillenberg ve diğ., 2004). Serebellar yarımküreler korteks üzerindeki bir çok alan ile bağlantılar yapmaktadır. Bu bağlantılardan en önemlisi de frontal lob ile yapılanlardır. Bu çalışmada frontal alanlarda yoğunlaşan teta aktivitesi bu etkileşimin bir yansıması olabilir. Zira eğer serebellum bir içsel saat ise, bu içsel saatin ölçümlerini bildirdiği yer çalışma belleğidir (Scalar Timing Theory). Teta aktivitesindeki artışların, çalışma belleğinin iletilen bu hesaplamaları daha önceki hesaplamalarla karşılaştırmasından doğuyor olması akla yakındır. Tüm bunların test edilmesi için yeni çalışmalara ihtiyaç vardır.

Bu çalışmada gerek talamik yapılar gerekse de serebellum zamana dayalı bir beklentinin oluşumunda önemli görevler üstlenmektedir. İleriye dönük çalışmaların en önemli hedefi zamana dayalı beklenti gelişiminde bu iki anatomik yapının nasıl bir etkileşim içinde olduğunu, uygun görüntüleme tekniklerini kullanarak ortaya koymak olmalıdır.

## KAYNAKÇA

- Alba, J.W. & Hasher L. (1983). "Is Memory Schematic?" *Psychological Bulletin*, 93, 203-231.
- Bartlett, F.C. (1932). *Remembering: A Study in experimental and social psychology*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Bastiaansen, M.C.M, Böcker, K.B.E., Cluitmans, P.J.M. & Brunia, C.H.M. (1999a). Event-related desynchronization related to the anticipation of a stimulus providing knowledge of results. *Clinical Neurophysiology*, 110, 250–260.
- Bastiaansen, M.C.M, Brunia, C.H.M., Böckler, K.B.E. (1999b). ERD as an index of anticipatory behavior. Pfurtscheller G, Lopes da Silva F.H. (Editörler). *Handbook of Electroencephalography and Clinical Neurophysiology Clinical Neurophysiology*, 6, 203–217.
- Başar, E. (1980). *EEG- brain dynamics. relation between and EEG brain evoked potentials*. Amsterdam: Elsevier/North-Holland.
- Başar, E. (1999). *Brain function and oscillations, vol. 2*. Heidelberg: Springer-Verlag.
- Başar, E., Başar-Eroğlu, C., Röschke, J. & Schütt, A. (1989). The EEG is a quasi-deterministic signal anticipating sensory-cognitive tasks. E. Başar & T.H. Bullock (Eds.), *Brain Dynamics*. Heidelberg: Springer-Verlag.
- Başar-Eroğlu, C. Schmielau, F., Schramm, U. & Schult, J. (1991a). P300 response of hippocampus analyzed by means of multielectrodes in cats. *International Journal of Neuroscience*, 60, 239-248.

- Başar, E., Schurmann, M., Başar-Eroğlu, C., Karakaş, S. (1997). Alpha oscillations in brain functioning: an integrative theory. *International Journal of Psychophysiology*, 26, 5-29.
- Başar-Eroğlu, C., Başar, E. & Schmielau, F. (1991b). P300 in freely moving cats with intracranial electrodes. *International Journal of Neuroscience*, 60, 215-236.
- Besson, M. & Faita F. (1995). An event-related potential (ERP) study of musical expectancy: Comparison of musicians with nonmusicians. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 21, 1278-1296.
- Boring, E.G. (1950). *A history of experimental psychology*. New York: Orientation.
- Cohen, G., Kiss G. & Le Voi M. (1993). *Memory: Current issues*. Philadelphia: PA: Open University Press.
- Courchesne, E. & Allen, G. (1997). Prediction and preparation, fundamental functions of the cerebellum. *Learning and Memory*, 4, 1-35.
- Damen, E.J. & Brunia, C.H. (1994). Is a stimulus conveying task-relevant information a sufficient condition to elicit a stimulus-preceding negativity? *Psychophysiology*, 31, 129-39.
- Demiralp, T. & Başar, E. (1992). Theta rhythmicities following expected visual and auditory targets. *International Journal of Psychophysiology*, 13, 147-160.
- Demiralp, T., Başar-Eroğlu, C., Rahn, E. & Başar, E. (1994). Event-related theta rhythms in cat hippocampus and prefrontal cortex during an omitted stimulus paradigm. *International Journal of Psychophysiology*, 18, 35-48.
- Dien, J., Frishkoff, G.A., Cerbone A. & Tucker, D.M. (2003). Parametric analysis of event-related potentials in semantic comprehension: Evidence for parallel brain mechanisms. *Cognitive Brain Research*, 15, 137-153.

- Domjan, M. & Burkhard, B. (1985). *The Principles of Learning and Behavior*, California: Brooks/Cole Publishing Company.
- Fiske, S. & Taylor, S. (1984). *Social cognition, reading*. Massachusetts: Addison-Wesley.
- Gibbon, J., Church, R. M., & Meck, W. H. (1984). Scalar timing in memory. *Ann. New York Academy of Sciences*, 423, 52-77.
- Goldman, M.S. (1999). Expectancy operation: Cognitive-neural models and architectures. I. Kirsch (Ed.), *How expectancies shape experience*. USA: Sheridan Press.
- Gottwald, B., Mihajlovic, Z., Wilde, B., & Mehdorn, H.M. (2003) Does the cerebellum contribute to specific aspects of attention? *Neuropsychologia*, 41, 1452-1460.
- Grossberg, S. (1995). The tentative brain. *American Scientist*, 83, 438-449.
- Handy, T.C., Gazzaniga, M.S. & Ivry, R.B. (2003). Cortical and subcortical contributions to the representation of temporal information. *Neuropsychologia*, 41, 1461-1473.
- Hillyard, S.A. (1973). The CNV and human behavior: A review. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, Supplement*, 33, 161-171.
- Hirt, E.R., Jay Lynn S., Payne, D.G., Krackow, E. & McCrea S.M. (1999). Expectancies and memory: Inferring the past from what must have been. I. Kirsch (Ed.), *How expectancies shape experience*. USA: Sheridan Press.
- Ivry, R. B. (1996). The representation of temporal information in perception and motor control. *Current Opinion in Neurobiology*, 6, 851–857.
- Karakaş, S. (1997). A descriptive framework for information processing: An integrative approach. *International Journal of Psychophysiology*, 26, 353-368.

- Karakaş, S. & Başar, E. (2004). Oscillatory responses of the brain and cognitive correlates. *Encyclopedia of Neuroscience*.
- Karakaş, S. & Bekçi, B. (2003). Zihin/davranış ile beden/organizma ilişkilerini ele alan bilim dallarının doğuşu ve gelişimi. *NeuroQuantology*, 2, 232-265.
- Karakaş, S., Erdemir, C., Bekçi, B., Baran, Z., Doğutepe, E., & Özkan, A. (2005). Nöropsikolojik Test Performansının Beyindeki Karşılığının Beyin-Haritalama, Olay-İlişkili Potansiyel ve Osilasyonlar Yoluyla Analizi. *DPT Projesi*, Ankara. Proje No: 99K120370.
- Karakaş, S., Erzenin, Ö.U. & Başar, E. (2000a). A new strategy involving multiple cognitive paradigms demonstrates that ERP components are determined by the superposition of oscillatory responses. *Clinical Neurophysiology*, 111, 1719-1732.
- Karakaş, S., Erzenin, Ö.U. & Başar, E. (2000b). The genesis of human event-related responses explained through the theory of oscillatory neural assemblies. *Neuroscience Letters*, 285, 45-48.
- Klein, S.B. (2002). *Learning: Principles and applications*. New York: McGraw-Hill.
- Kutas, M. & Hillyard S.A. (1984). Brain potentials during reading reflect word expectancy and semantic association. *Nature*, 307, 161-163.
- Kutas, M. & Van Petten, C. (1988). Event-related brain potential studies of language. *Advances in Psychophysiology*, Vol. 3. Greenwich, CT: JAI Press, Inc.
- Lashley, K.S. (1930). Basic neural mechanisms in behavior. *Psychological Review*, 37, 1-24.
- Lindzey, G. (Ed.) (1959). *Handbook of social psychology, reading*. Massachusetts: Addison-Wesley.



- Luck, S. (2005). *An introduction to the event-related potential technique*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Näätänen, R. & Alho, K. (1995). Mismatch negativity - a unique measure of sensory processing in audition. *International Journal of Neuroscience*, 80, 317-337.
- Niki, H. & Watanabe, M. (1979). Prefrontal and cingulate unit activity during timing behavior in the monkey. *Brain Research*, 171, 213-224.
- Nishida, H. (1999). A cognitive approach to intercultural communication based on schema theory. *International Journal of Intercultural Relations*, 23, 753-777.
- Özdemir, A.K., Karakaş, S., Çakmak, E.D., Tüfekçi, D.I. & Arıkan, O. (2005). Time-frequency component analyser and its application to brain oscillatory activity. *Journal of Neuroscience Methods*, 145(1-2), 107-125.
- Paller, K.A., McCarthy, G. & Woods C.C. (1992). Event-related potentials elicited by deviant endings to melodies. *Psychophysiology*, 29, 202-206.
- Picton, T. (Ed.) (1998). *Human event-related potentials, handbook of EEG, revised series, Vol. 3*. Amsterdam: Elsevier.
- Polich, J. & Kok, A. (1995). Cognitive and biological determinants of P300: An integrative review. *Biological Psychology*, 41, 103-146.
- Posada, A., Franck, N., Georgieff, N. & Jeannero, M. (2001). Anticipating incoming events: An impaired cognitive process in schizophrenia. *Cognition*, 81, 209-225.
- Posner MI, Dehaene S. (1994). Attentional networks. *Trends in Neuroscience*, 17, 75-79.
- Schank, R.C. & Abelson R.P. (1977). *Scripts, plans, goals, and understanding: An inquiry into human knowledge structures*. Hillsdale: Erlbaum.

- Sorrentino, R.M. (Ed.). (1986). *Handbook of motivation and cognition; foundations of social behavior*. New York: The Guilford Press.
- Stangor, C. & Duan C. (1991). Effects of multiple task demands upon memory for information about social groups. *Journal of Experimental Social Psychology*, 27, 357-378.
- Stangor, C. & McMillan, D. (1992). Memory for expectancy-congruent and expectancy-incongruent information: A review of the social developmental literatures. *Psychological Bulletin*, 111, 42-61.
- Sutton, S., Braren, M., Zubin, J. & John, E.R. (1965). Evoked potential correlates of stimulus uncertainty. *Science*, 150, 1187-1188.
- Timmann, D., Drepper, J., Maschke, M., Kolb, F.P, Boring, D., Thilmann, A.F, & Diener H.C. (2002). Motor deficits cannot explain impaired cognitive associative learning in cerebellar patients. *Neuropsychologia*, 40, 788-800.
- Thach, W.T. (1996) On the specific role of the cerebellum in motor learning and cognition: clues from PET activation and lesion studies in humans. *Behavioral Brain Sciences*, 19, 411-431.
- Tolman, E.C. (1932). *Purposive behavior in animals and man*. New York: Apple Century-Crofts.
- Trillenber, P., Verleger, R., Teetzmann, A., Wascher, E., & Wessel, K. (2004). On the role of the cerebellum in exploiting temporal contingencies: evidence from response times and preparatory EEG potentials in patients with cerebellar atrophy. *Neuropsychologia*, 42, 754-763.
- Van Zomeren, A. H. & Brouwer, W.H. (1994). *Clinical neuropsychology of attention*. New York: Oxford University Press.

Verleger R. (1990). P3-evoking wrong notes: Unexpected, awaited, or arousing? *International Journal of Neuroscience*, 55, 171-179.

Woody, C.D. (1967). Characterization of an adaptive filter for the analysis of variable latency neuroelectric signals. *Medical and Biological Engineering*, 5, 539-553.



**EK 1: Bilgilendirilmiş Onam Formu**

**HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ**  
**DENEYSEL PSİKOLOJİ UZMANLIK ALANI**  
**BİLİŞSEL PSİKOFİZYOLOJİ ARAŞTIRMA BİRİMİ**

**BİLİMSEL ARAŞTIRMALARA KATILIMCILAR İÇİN**  
**BİLGİLENDİRİLMİŞ ONAM FORMU**

Yapılan bilimsel çalışmayla ilgili olarak aşağıdaki konularda bilgilendirilmiş bulunuyorum:

- Hacettepe Üniversitesi Deneysel Psikoloji Uzmanlık Alanında yer alan Bilişsel Psikofizyoloji Araştırma Biriminde yapılan araştırmanın; sağlıklı yetişkinlerde, saçlı deri üstünden ölçülen beyin elektriksel aktivitesinin bilişsel olaylarla ilişkisi konusunda olduğu hakkında bilgilendirildim.
- Araştırma ekibinde yer alan üyelerin kimlikleri konusunda bilgilendirildim.
- Araştırma boyunca bir koltukta mümkün olduğunca hareketsiz bir şekilde oturmam, araştırma ekibi tarafından verilen araştırmayla ilgili yönergeleri dikkatlice dinlemem ve araştırmanın içerdiği bilişsel görevleri yerine getirmem gerektiği konusunda bilgilendirildim.
- Beyin dalgalarımın yüzeyden kaydının, üzerine elektrotların monte edilmiş olduğu bir kep (Electro-Cap) aracılığıyla yapılacağı, kepin üstünden elektrot jelinin sıkılacağı, araştırmanın bitiminde kepin çıkarılacağı ve elektrot jelinin temizleneceği konusunda bilgilendirildim. Kepin tam temas etmesi gerektiğini, bu nedenle de başımı biraz sıkacağımı biliyorum.
- Beyin dalgalarım kaydedilirken bazı zihinsel görevler yerine getireceğim konusunda bilgilendirildim. Bunlar ses tonları, ışık, resim türünden uyarıcıları sayma; sayı, kelime listesi ve blok desenlerini hatırlama; matematik problemi çözme; uyarıcıları belli özelliklerine göre eşleme; uyarıcılar konusunda çeşitli kararlar verme gibi bilişsel işlemleri içerecek.
- Araştırmanın bitiminde bana bir Bilgi Toplama Formu'nun uygulanacağı; bu formun yaşım, eğitim durumum, mesleğim, günlük faaliyet ve alışkanlıklarım, sağlık durumum gibi konuları içereceği hakkında bilgilendirildim.
- Araştırma Ekibi üyeleri, araştırmayla ilgili sorularımı cevapladılar. Araştırmaya ilişkin daha sonraki sorularım için 297 8335 numaralı telefonda ekip üyelerine ulaşabileceğim konusunda bilgilendirildim.
- Bu çalışmaya katılımcı olarak dahil olmamın bana doğrudan bir yararı olmayacağı konusunda bilgilendirildim. Elde edilen bulgu ve varılan sonuçlar ileride başkalarına ve topluma yararlı olabilecek.
- Yaklaşık üç saat sürecek olan bu çalışmalara katılmamın herhangi bir riski olmayacağı konusunda bilgilendirildim.
- Bu çalışmaya katılmam için herhangi bir zorlama yapılmadı. Katılmayı reddettiğim takdirde herhangi bir zarar görmeyeceğim veya olumsuz bir değerlendirme almayacağım konusunda bilgilendirildim.
- Araştırmada benden alınan kayıtların ve doldurulan formların gizliliğinin korunacağı, araştırma konusunda ileride yapılacak yayın ve bildirimlerde adımın geçmeyeceği konusunda bilgilendirildim.

**Yukarıdaki koşullar altında, araştırmaya katılmak için bilgilendirilmiş onam veriyorum, çalışmalara gönüllü olarak katılıyorum.**

Katılımcının Adı, Soyadı:

Tanığın Adı, Soyadı:

Katılımcının İmzası:

Tanığın İmzası:

Tarih:

Tarih:

## EK 2: Bilgi Toplama Formu

## NEUROSCAN UYGULAMALARI İÇİN

## BİLGİ TOPLAMA FORMU

Tarih:

Başlama Saati:

<p><b>DİKKAT !</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bireyin bilişsel süreçleri etkileyen türden bir ilaç kullanıp kullanmadığını veya böyle ilacı uzun süre kullandıktan sonra bırakmış olup olmadığını belirleyin. Bu tür kişileri deneye almayın.</li> <li>• Bilgi Toplama Formunda yer alan sorulara geçmeden önce <b>BİLGİLENDİRİLMİŞ ONAM FORMUNU</b> deneye okutup imzalatın.</li> <li>• Deneye başlamadan önce şiri ezbere bilip bilmediğini test edin.</li> <li>• Deneğin dosyası şu 8 belgeden oluşmalıdır: Onam Formu, Bilgi Toplama Formu, Kalibrasyon Değerleri Tablosu, Empedans Değerleri Tablosu, Saf Ses İçin Beklenti Paradigması (S1/BP) Tepki Formu, Saf Ses İçin Beklenti Paradigması (S4/BP) Tepki Formu, Metin İçin Beklenti Paradigması (M1-BP) Tepki Formu ve Metin İçin Beklenti Paradigması (M4-BP) Tepki Formu.</li> </ul>
---

Deneyin Konusu / Adı:

Deneğin Sıra Sayısı:

Dosya Adı	
Ad Soyad	
Cinsiyet	
Doğum tarihi / Yaş	
Eğitim durumu	
Eğitim gördüğü dal	
Meslek / İş	
Adres	
Telefon No:	
E-posta	
Diğer demografik bilgiler	

**Deneğin Günlük Yaşamı / Alışkanlıkları ile İlgili Bilgiler**

Kaç saat önce kahvaltı yaptınız?	1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> Diğer:.....
Spor yapıyor musunuz? Sıklığı nedir?	Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/> Günde..... Haftada..... Ayda.....
Alkol alıyor musunuz? Sıklığı nedir?	Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/> Günde..... Haftada..... Ayda.....
En son ne zaman alkol aldınız?	
Sigara içiyor musunuz? Sıklığı nedir?	Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/> Günde..... Haftada..... Ayda.....
En son ne zaman sigara içtiniz?	1 saat önce <input type="checkbox"/> 2 saat önce <input type="checkbox"/> 3 saat önce <input type="checkbox"/> 4 saat önce <input type="checkbox"/> 5 saat önce <input type="checkbox"/> Diğer:.....
En son ne zaman kahve / çay / kola içtiniz?	1 saat önce <input type="checkbox"/> 2 saat önce <input type="checkbox"/> 3 saat önce <input type="checkbox"/> 4 saat önce <input type="checkbox"/> 5 saat önce <input type="checkbox"/> Diğer:.....
Dün gece iyi uyudunuz mu?	Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/> Diğer:.....
Uyuma ile ilgili bir şikayetiniz var mı?	Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/> Diğer:.....

**Deneğin Sağlık Durumu ile İlgili Bilgiler**

Hangi elinizi kullanıyorsunuz ?	Sağ <input type="checkbox"/> Sol <input type="checkbox"/> Her İkisi <input type="checkbox"/> (El tercihini, uzağa bir taş atması gerektiğinde deneğe hangi elini kullanacağını sorarak belirleyin.)
İşitme probleminiz var mı?	Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/>
Varsa problemin niteliği nedir?	
Görme probleminiz var mı?	Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/>
Varsa problemin niteliği nedir?	
Renk ayırtma ile ilgili bir problem var mı?	Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/>
Varsa problemin niteliği nedir?	
Gözlük / lens kullanma durumu ?	Gözlük <input type="checkbox"/> Lens <input type="checkbox"/>
Genel sağlık durumunuzu nasıl değerlendirirsiniz?	Çok iyi <input type="checkbox"/> İyi <input type="checkbox"/> Orta <input type="checkbox"/> Kötü <input type="checkbox"/> Çok Kötü <input type="checkbox"/>
Sürekli bir hastalığınız var mı? Açıklayın.	Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/>
Herhangi bir nörolojik / psikiyatrik probleminiz var mı? Açıklayın.	Evet <input type="checkbox"/> Hayır <input type="checkbox"/>
En sonuncu menstrasyon periyodunun yaklaşık olarak kaç gün/ hafta önce olduğu.	



## DENEYSEL İŞLEMLER İLE İLGİLİ GÖZLEMLER

\* Deneğin istenen görevleri yerine getirip getirmediği konusunda bilgi alın.

\* Ortaya çıkan aksaklıkları ilgili kısma not edin.

Metnin doğru olarak ezberlendiğinin kontrolü	
Elektrot takılması	
Artifakt kayıtları	
EEG: Göz açık	
EEG: Göz kapalı	
Metin İçin Beklenti Paradigması (M4-BP)	
Metin İçin Beklenti Paradigması (M1-BP)	
Saf Ses İçin Beklenti Paradigması (S1/BP)	
Saf Ses İçin Beklenti Paradigması (S4/BP)	

**DİKKAT!** Testlerin uygulanış sırasını aşağıdaki boşlukta belirtiniz.

.....

**Deneğin, Denek Olmaya Uygunluğuna İlişkin Değerlendirmeler:**



**Deneğe uyguladığınız klasik testler aşağıdakilerden biri ise, sol sütunda testin adının yanına “3” işareti koyun, uygulama tarihini ve saatini yazın. Bu listede bulunmayan testleri uyguladıysanız, söz konusu testler hakkında bilgi vermede boş satırları kullanın.**

	<b>Uygulanan Testler</b>	<i>Uygulama Tarihi</i> ___ / ___ / ____ / Saati ___: ___
—	Saf Ses İçin Beklenti Paradigması (S1/BP)	___ / ___ / ____ / ; ___: ___
—	Saf Ses İçin Beklenti Paradigması (S4/BP)	___ / ___ / ____ / ; ___: ___
—	Metin İçin Beklenti Paradigması (M1-BP)	___ / ___ / ____ / ; ___: ___
—	Metin İçin Beklenti Paradigması (M4-BP)	___ / ___ / ____ / ; ___: ___
—	WCST Neuro Scan	___ / ___ / ____ / ; ___: ___
—	Stroop Neuro Scan	___ / ___ / ____ / ; ___: ___
—	Stroop Testi TBAG Formu	___ / ___ / ____ / ; ___: ___
—	Wisconsin Kart Eşleme Testi Türk Formu (WCST)	___ / ___ / ____ / ; ___: ___
—	Wechsler Bellek Ölçeği-Geliştirilmiş Formu Türk Formu (WMS-R)	___ / ___ / ____ / ; ___: ___
—	Sayı Dizileri Öğrenme Testi Türk Formu (SDÖT)	___ / ___ / ____ / ; ___: ___
—	Çizgi Yönünü Belirleme Testi Türk Formu (ÇYBT)	___ / ___ / ____ / ; ___: ___
—	İşaretleme Testi Türk Formu (İT)	___ / ___ / ____ / ; ___: ___
—	Raven Standart Progresif Matrisler Testi Türk Formu (RSPM)	___ / ___ / ____ / ; ___: ___
—	Görsel İşitsel Sayı Dizileri Testi B Formu (GİSD-B)	___ / ___ / ____ / ; ___: ___

**Diğer Gözlemler:**

**Daha ileriki bir tarihte kendisine diğer bazı testlerin uygulanmasını istiyor mu?**

Evet ( ) Hayır ( )

**Deneğin cevabı “evet” ise, uygulamaların yapılabileceği tarihler:**

**Deney Ekibi ve Gözlemciler:**

**Uygulama yeri:**

**Uygulayıcının belirtilmesinde yarar gördüğü diğer hususlar:**

**EK 3: Beklenti Paradigmaları Deney Yönergeleri****BEKLENTİNİN ELEKTROFİZYOLOJİSİ TEZ KONUSU İÇİN  
HAZIRLANMIŞ DENEY YÖNERGESİ  
(Neuroscan uygulaması için hazırlanmıştır)****Başlangıç Yönergesi**

Bugün sizinle bir dizi deney yapacağız. Yapacağımız bu deneylerdeki en önemli konu, deney süresince kendinizi gayet rahat bir konumda tutabilmenizdir. Her deney süresince hareket etmeden oturmalısınız. Büyük çaplı hareketleri yapmadığınız gibi, yüzünüzle ilgili hareketleri de yapmaktan kaçınmalısınız. Bunlar dişleri sıkma, yüzün çeşitli bölümlerini hareket ettirme, yutkunma ve özellikle gözleri hareket ettirmedir. Bu gibi hareketleri mümkün olduğu kadar yapmamaya çalışın.

Çalışmalara gözleriniz açık ve kapalıyken birer dakika süreyle EEG kaydı alarak başlayacağız. Daha sonra deneye geçilecek. Bu araştırma dört alt deneyden oluşuyor. Her deneyin başında size o deney hakkında bilgi verilecek. Her alt deneyde, önce, 1 dakika süreyle EEG kaydı alınacak. Sonra deneysel görev verilecek. Görevin bitiminde de yine 1 dakika süreyle EEG kaydı alınacak ve alt deney bundan sonra bitecek. Daha sonra biz odaya gelerek sizi performansınız konusunda bilgilendireceğiz. Yaklaşık 5 dakika ara vereceğiz ve sonra izleyen deneye geçeceğiz. Görevin dışında, her dört alt deneydeki temel işlemler aynı olacak.

Denek olarak katıldığınız bu araştırmayla ilgili bir sorunuz yoksa başlayabiliriz.

**EEG KAYDI: GÖZ AÇIK KONUMU**

Önce dinlenme durumundaki beyin dalgalarınızı (EEG) kaydedeceğiz. Bu deneyde sizden istediğimiz, gözleriniz açık vaziyette ve biraz önce de söylediğim gibi, gayet sakin ve mümkün olduğunca hareketsiz olarak oturmanız. Lütfen gözlerinizi açık tutun ve mümkün olduğu kadar az hareket ettirin.

**EEG KAYDI: GÖZ KAPALI KONUMU**

Yine dinlenme durumundaki beyin dalgalarınızı, ancak bu defa gözleriniz kapalı durumda kaydedeceğiz. Gözleriniz kapalı olarak, gayet sakin ve mümkün olduğunca hareketsiz olarak oturun. Lütfen gözlerinizi deney süresince kapalı tutun ve mümkün olduğu kadar az hareket ettirin.

**ARTİFAKT BELİRLEME**

Şimdi gözlerinizi, ben “dur” diyene kadar soldan sağa ve sonra da sağdan sola doğru oynatın.

Şimdi gözlerinizi, ben “dur” diyene kadar yukarı aşağı oynatın.

Şimdi gözlerinizi, ben “dur” diyene kadar kırpın.

Şimdi kendinizi, ben “dur” diyene kadar kasıp gevşetin.

**DENEY**

Ezberlemeniz için size vermiş daha önce vermiş olduğumuz şiiri lütfen ezbere okur musunuz?

Deneyimiz her biri yaklaşık 11 dakika sürecek dört kısımdan oluşmaktadır. Her bir alt bölümün başlangıcından biz kapıyı açıp içeri girene dek, gözlerinizi sabit bir nokta üzerinde tutmaya çalışın.

### **1- Metin için beklenti paradigması (M4-BP)**

Deneyimizin ilk aşamasını metin için beklenti paradigması (M4/BP) oluşturmaktadır. M4-BP’de, anlamsal bir bütün oluşturan kelimeler kullanılacaktır. Bu kısımda ezbere söylediğiniz şiirin 5’er kelimedenden oluşan 4 mısrası kullanılacaktır. Aruz vezninde yazılmış olan bu şiirin belli bir öz-ritmi vardır. Ayrıca kelimeler yaklaşık 2,5 saniye aralıklarla, ritmik olarak sunulacaktır. Toplam 200 birimlik uyarıcıdan oluşan bu kısım yine 11 dakika sürecektir.

Deney sırasında her mısradaki dört kelime işitsel olarak sunulacak, 5. kelime ise atlanacaktır. Sizin göreviniz, 4. kelimedenden sonra gelen boşlukta, 5. kelimeyi, gelmesi gereken zaman anında olmak üzere aklınıza getirmeniz olacaktır.

Şimdi bu deneyle ilgili bir alıştırmaya bakalım.

Alıştırma bittikten sonra deneğe şunları söyleyin: Yapacağımız bu deneyler sonucunda, insanın bilişsel süreçleri konusuna açıklamalar getirmeyi umuyoruz. Bu nedenle lütfen sesleri ve oluşturdukları ritmik yapıyı dikkatlice dinleyin ve bu deneyde sizden istenenleri tam olarak yerine getirmeye çalışın. Sormak istediğiniz bir soru yoksa başlayabiliriz.

### **2- Metin için beklenti paradigması (M1-BP)**

M1-BP’de, ezberlediğiniz 4 mısralık şiirin sadece bir mısrası kullanılacaktır. Aruz vezninde yazılmış olan bu şiirin belli bir öz-ritmi vardır. Ayrıca kelimeler yaklaşık 2,5

saniye aralıklarla, ritmik olarak sunulacaktır. Toplam 200 uyarıcıdan oluşan bu kısım da yaklaşık 11 dakika sürecektir.

Seçkisiz olarak seçilen mısradaki dört kelime işitsel olarak sunulacak, 5. kelime ise atlanacaktır. Sizin göreviniz, 4. kelimedenden sonra gelen boşlukta, 5. kelimeyi, gelmesi gereken zaman anında olmak üzere aklınıza getirmek olacaktır.

Şimdi bu deneyle ilgili bir alıştırmaya yapalım.

Alıştırma bittikten sonra deneğe şunları söyleyin: Yapacağımız bu deneyler sonucunda, insanın bilişsel süreçleri konusuna açıklamalar getirmeyi umuyoruz. Bu nedenle lütfen sesleri ve oluşturdukları ritmik yapıyı dikkatlice dinleyin ve bu deneyde sizden istenenleri tam olarak yerine getirmeye çalışın. Sormak istediğiniz bir soru yoksa başlayabiliriz.

### **3- Saf Ses İçin Beklenti Paradigması (S1/BP):**

Bu paradigmada aynı tondaki sesler işitsel uyarıcı olarak kullanılacaktır. Her bir uyarıcı saniyenin yarısı kadar sürecektir. Uyarıcılar arasında 2,5 saniyelik zaman aralıkları olacaktır. Buna göre uyarıcılar eşit aralıklarla, ritmik olarak sunulacaktır. Deneyin toplam 200 saf sestenden oluşan bu kısmı yaklaşık 11 dakika sürecektir.

Bu özelliklere sahip 4 uyarıcıdan oluşan grubun ardından; 5. uyarıcının bulunması gereken zaman anında herhangi bir uyarıcı verilmeyecektir. Bu paradigma uyarınca sizin göreviniz, ritmik dizide 4. uyarıcıdan sonra gelen boşlukta, 5. uyarıcıyı, gelmesi gereken zaman anında olmak üzere, aklınıza getirmek olacaktır.

Şimdi bu deneyle ilgili bir alıştırmaya yapalım.

Alıştırma bittikten sonra katılımcıya şunları söyleyin: Yapacağımız bu deneyler sonucunda, insanın bilişsel süreçleri konusuna açıklamalar getirmeyi umuyoruz. Bu

nedenle lütfen sesleri ve oluşturdukları ritmik yapıyı dikkatlice dinleyin ve bu deneyde sizden istenenleri tam olarak yerine getirmeye çalışın. Sormak istediğiniz bir soru yoksa başlayabiliriz.

#### **4- Saf Ses İçin Beklenti Paradigması (S4/BP)**

S4/BP paradigmasında dört farklı tondaki sesler işitsel uyarıcı olarak kullanılacaktır. Her bir uyarıcı saniyenin yarısı kadar sürecektir. Uyarıcılar 2,5 saniyelik eşit aralıklarla ve belli ritimler içinde sunulacaktır. Dört farklı tondaki seslerin hepsi kullanılarak çeşitli ritmik gruplar oluşturulmuştur. Bu ritmik grubun ilkinde saf sesler giderek kalınlaşacaktır. İkincisinde saf sesler giderek tizleşecektir. Üçüncüsünde ise saf sesler önce kalınlaşacak sonrasında ise tizleşecektir. Dördüncü ritmik grupta ise saf sesler önce tizleşip sonrasında kalınlaşacaktır. Toplam 200 uyarıcıdan oluşan bu kısım da yaklaşık 11 dakika sürecektir.

Yukarıda belirtilen özelliklere sahip ritmik gruplar verilirken, her ritmik grubun içindeki 4. uyarıcının ardından 5. uyarıcının bulunması gereken zaman anında herhangi bir uyarıcı verilmeyecektir. Bu paradigma uyarınca sizin göreviniz, her ritmik dizide 4. uyarıcıdan sonra gelen boşlukta, 5. uyarıcıyı, gelmesi gereken zaman anında olmak üzere aklınıza getirmeniz olacaktır.

Şimdi bu deneyle ilgili bir alıştırmaya yapalım.

Alıştırma bittikten sonra deneğe şunları söyleyin: Yapacağımız bu deneyler sonucunda, insanın bilişsel süreçleri konusuna açıklamalar getirmeyi umuyoruz. Bu nedenle lütfen sesleri ve oluşturdukları ritmik yapıyı dikkatlice dinleyin ve bu deneyde sizden istenenleri tam olarak yerine getirmeye çalışın. Sormak istediğiniz bir soru yoksa başlayabiliriz.

**EK 4: Yahya Kemal Beyatlı Şiiri: Rindlerin Akşamı****Rindlerin Akşamı**

Dönülmez akşamın ufkundayız, vakit çok geç;  
Bu son fasıldır ey ömrüm, nasıl geçersen geç.

Cihana bir daha gelmek hayal edilse bile,  
Avunmak istemeyiz öyle bir teselliyle.

Geniş kanatları boşlukta simsiyah açılan  
Ve arkasından güneş doğmayan büyük kapıdan

Geçince başlayacak bitmeyen sükunlu gece.  
Gruba karşı bu son bahçelerde, keyfince,

Ya şevk içinde haram ol, ya aşk içinde gönül.  
Ya lale açmalıdır göğsümüzde yahut gül.

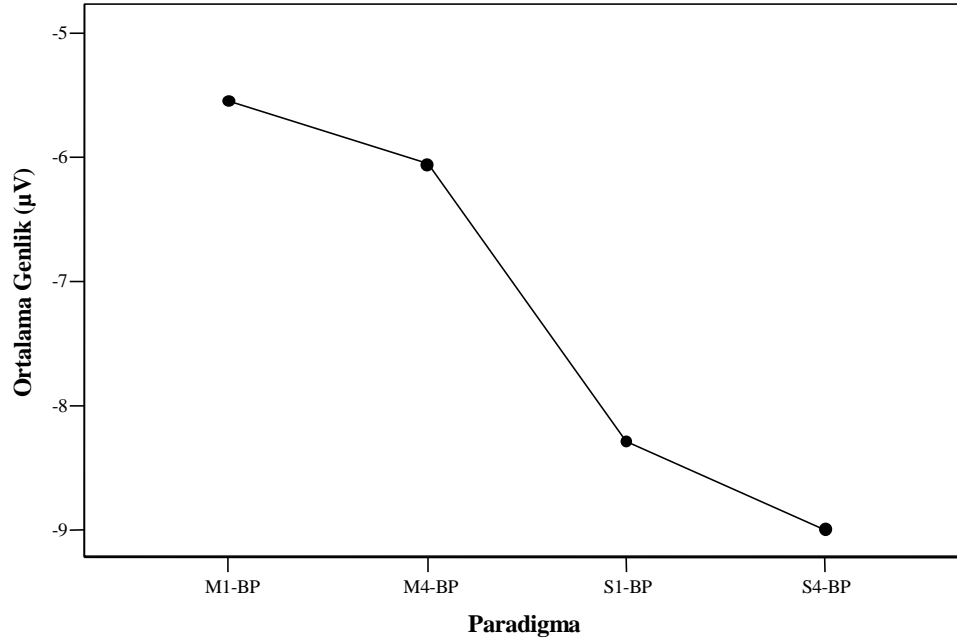
**Yahya Kemâl BEYATLI**



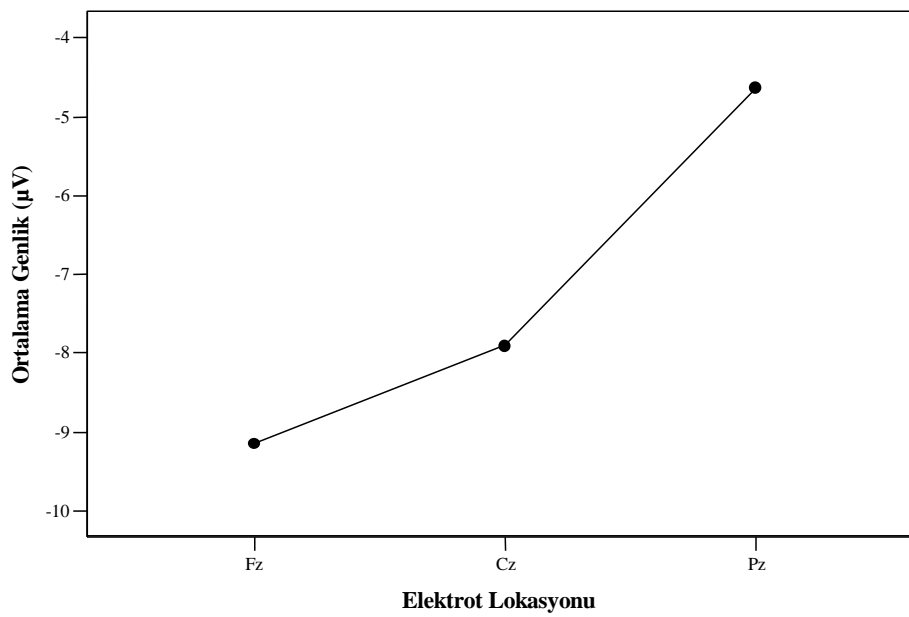
**EK 5: ANOVA'da Temel ve Etkileşim Etkilerine İlişkin Post Hoc Analiz Grafikleri****TEMEL VE ETKİLEŞİM ETKİLERİ İÇİN  
POST HOC ANALİZ GRAFİKLERİ**

**EK 5-A**

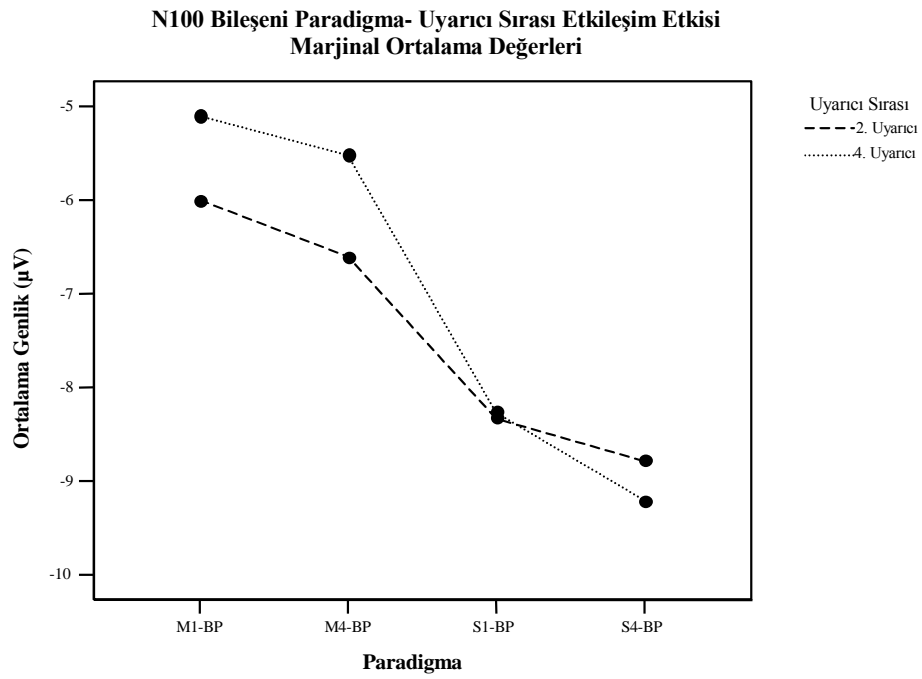
**N100 Bileşeni Paradigma Temel Etkisi  
Marjinal Ortalama Değerleri**

**EK 5-B**

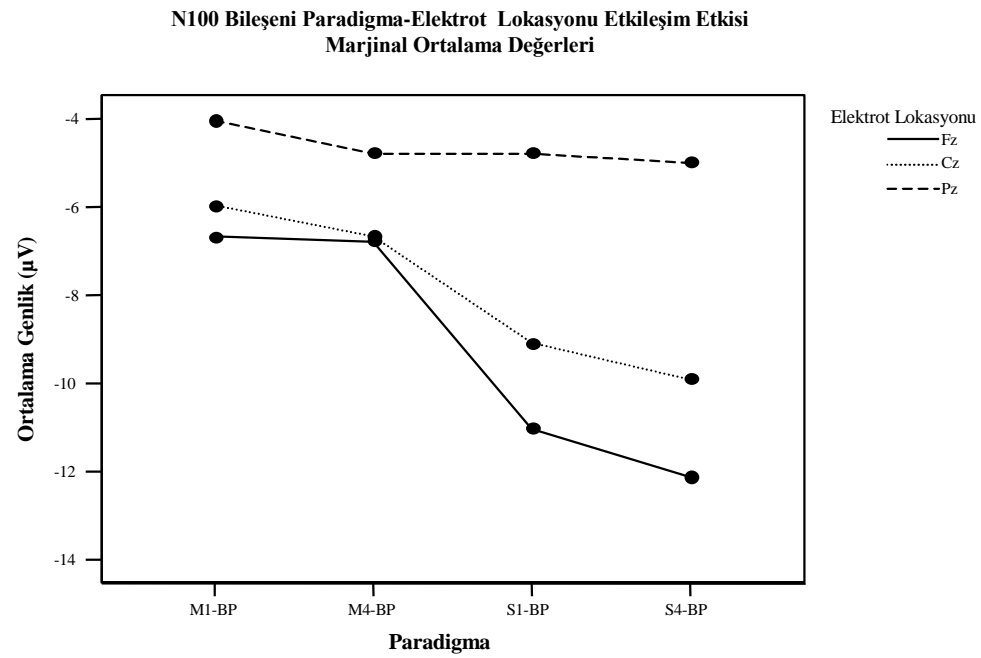
**N100 Bileşeni Elektrot Lokasyonu Temel Etkisi  
Marjinal Ortalama Değerleri**



## EK 5-C

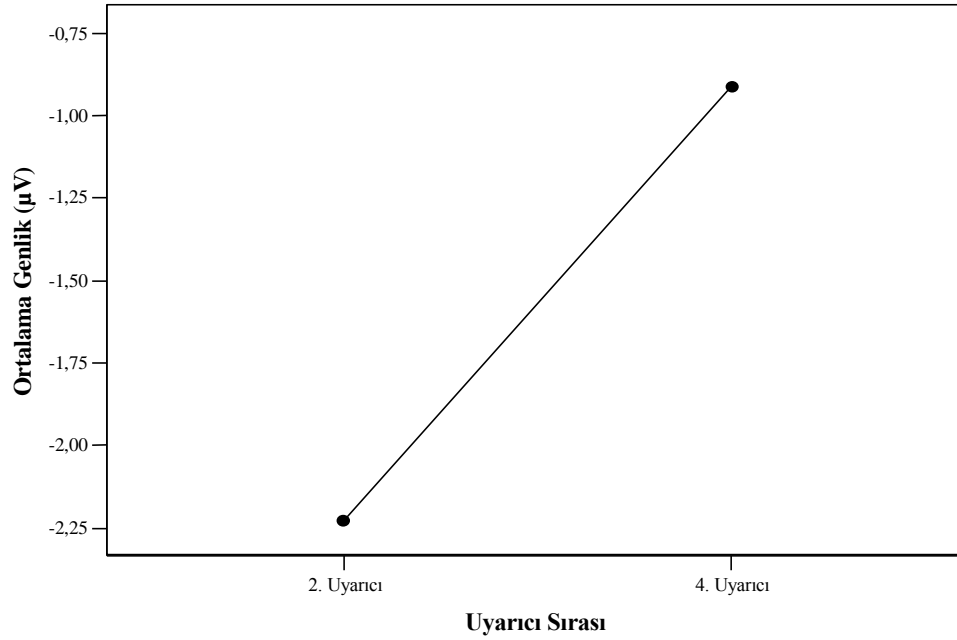


## EK 5-D

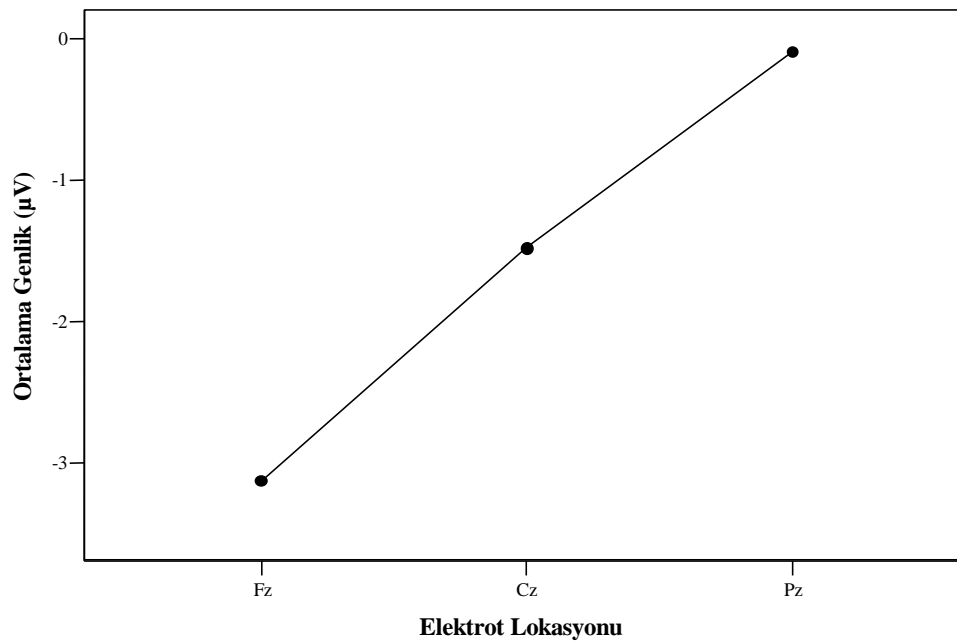


**EK 5-E**

**N200 Bileşeni Uyarıcı Sırası Temel Etkisi  
Marjinal Ortalama Değerleri**

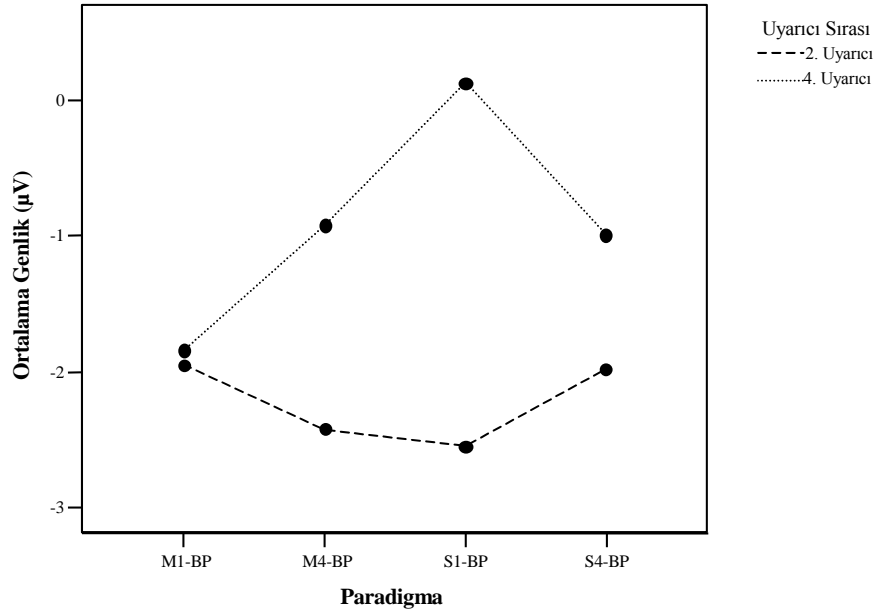
**EK 5-F**

**N200 Bileşeni Elektrot Lokasyonu Temel Etkisi  
Marjinal Ortalama Değerleri**



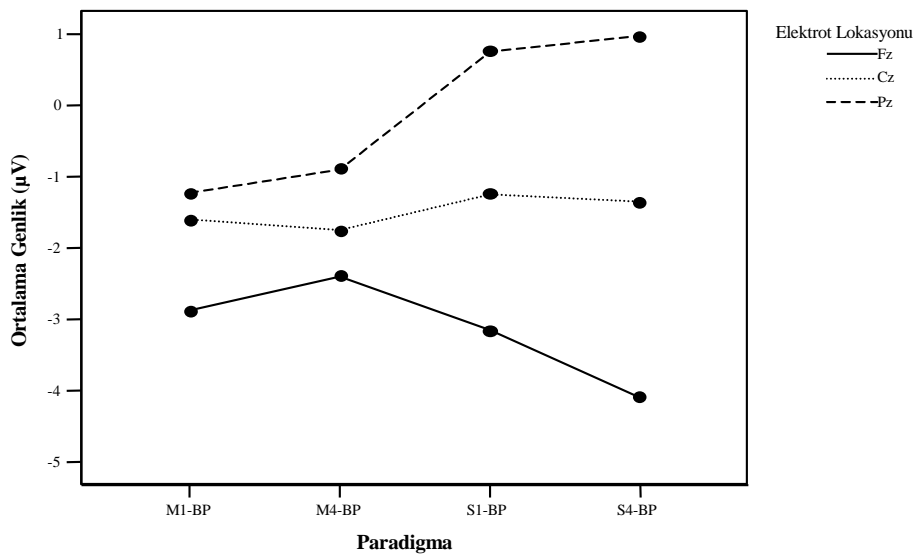
## EK 5-G

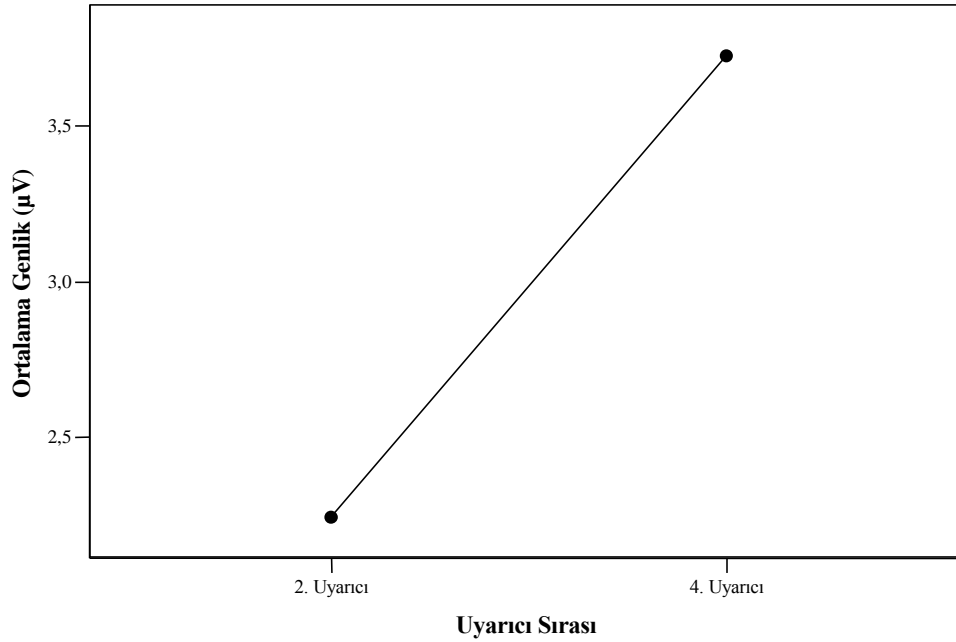
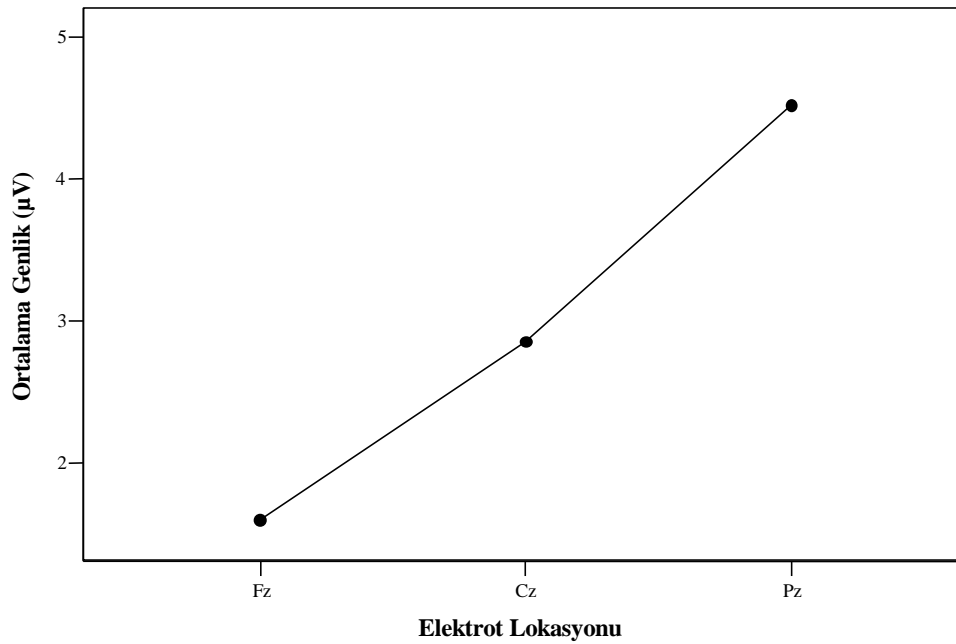
**N200 Bileşeni Paradigma-Uyarıcı Sırası Etkileşim Etkisi**  
**Marjinal Ortalama Değerleri**



## EK 5-H

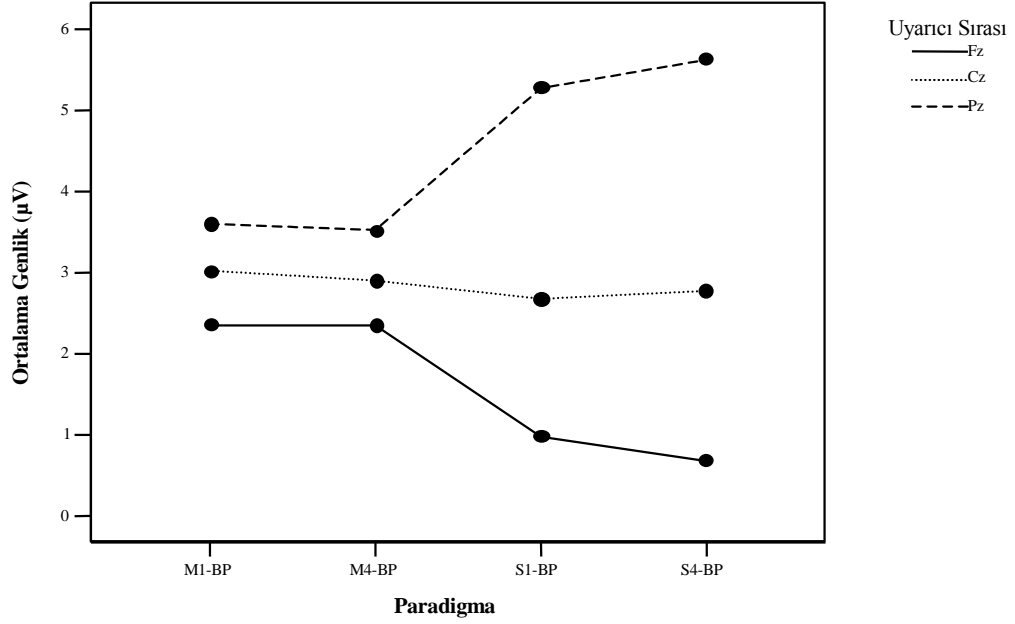
**N200 Bileşeni Paradigma-Elektrot Lokasyonu Etkileşim Etkisi**  
**Marjinal Ortalama Değerleri**



**EK 5-I****P300 Bileşeni Uyarıcı Sırası Temel Etkisi  
Marjinal Ortalama Değerleri****EK 5-J****P300 Bileşeni Elektrot Lokasyonu Temel Etkisi  
Marjinal Ortalama Değerleri**

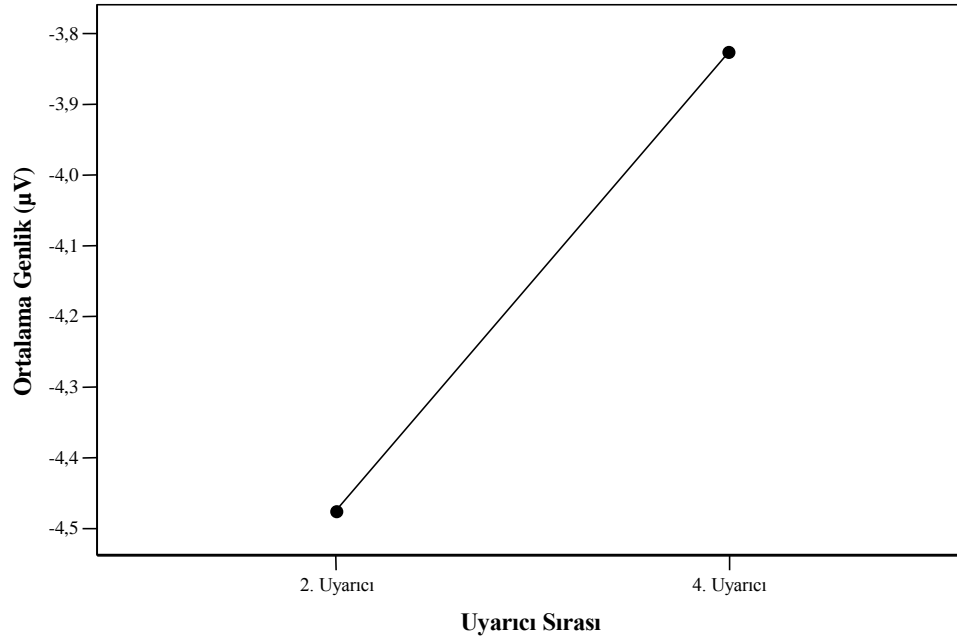
## EK 5-K

P300 Bileşeni Paradigma-Elektrot Lokasyonu Etkileşim Etkisi  
Marjinal Ortalama Değerleri

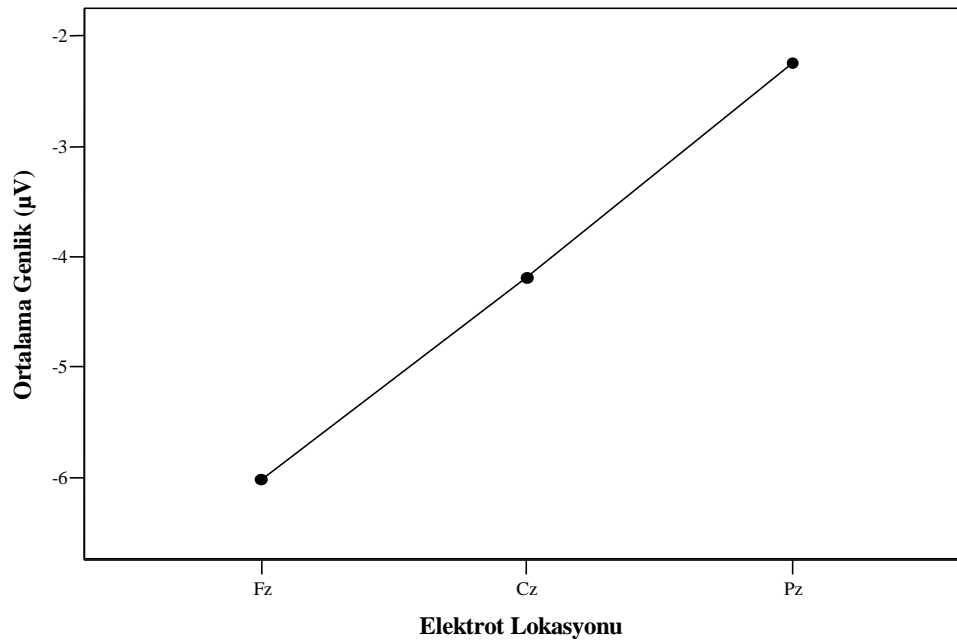


**EK 5-L**

**N400A Bileşeni Uyarıcı Sırası Temel Etkisi  
Marjinal Ortalama Değerleri**

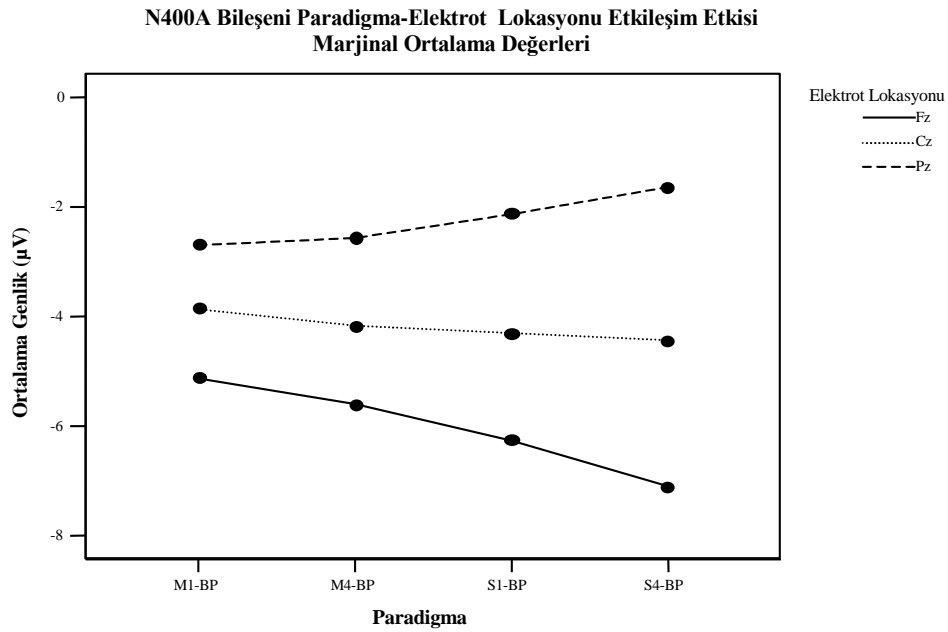
**EK 5-M**

**N400A Bileşeni Elektrot Lokasyonu Temel Etkisi  
Marjinal Ortalama Değerleri**

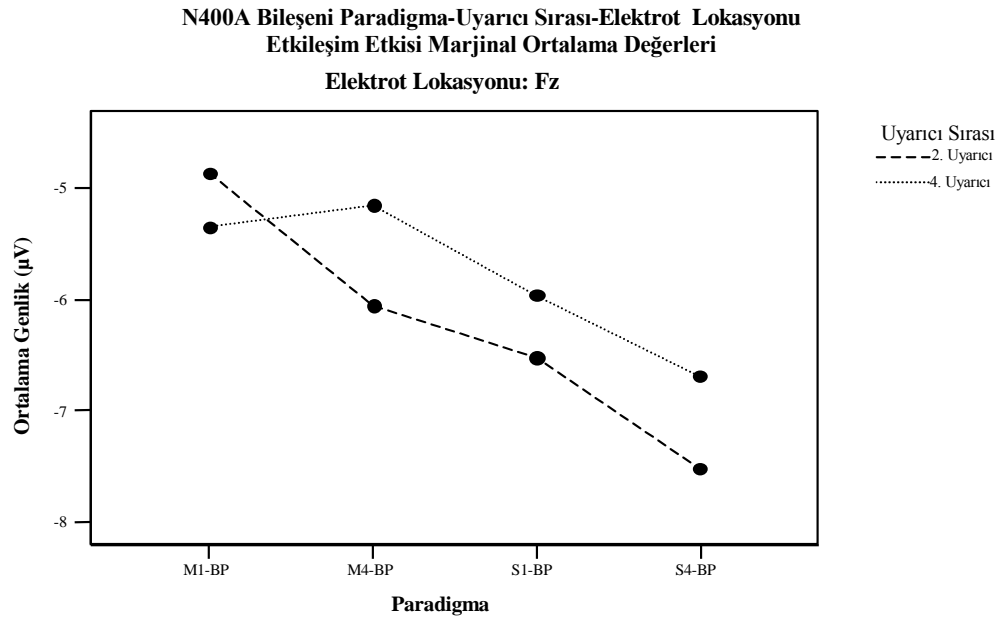




## EK 5-N



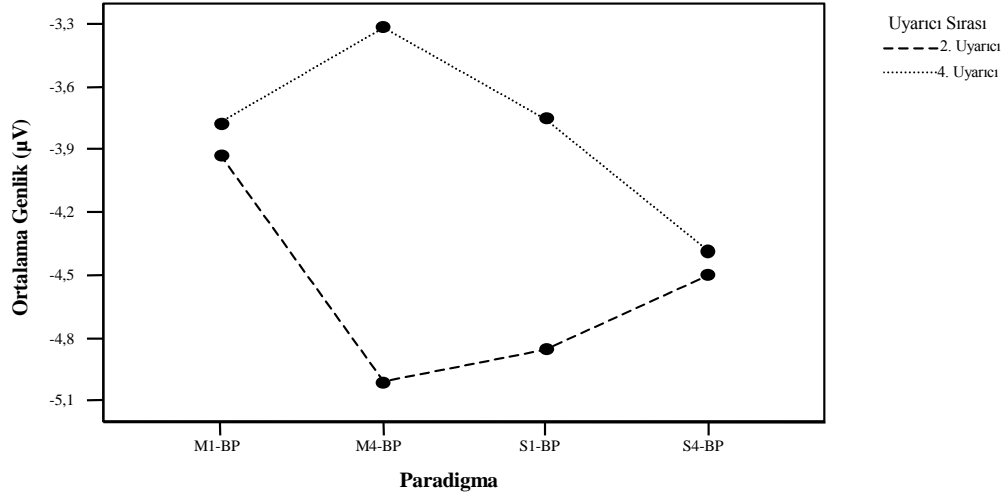
## EK 5-O



## EK 5-P

N400A Bileşeni Paradigma-Uyarıcı Sırası-Elektrot Lokasyonu  
Etkileşim Etkisi Marjinal Ortalama Değerleri

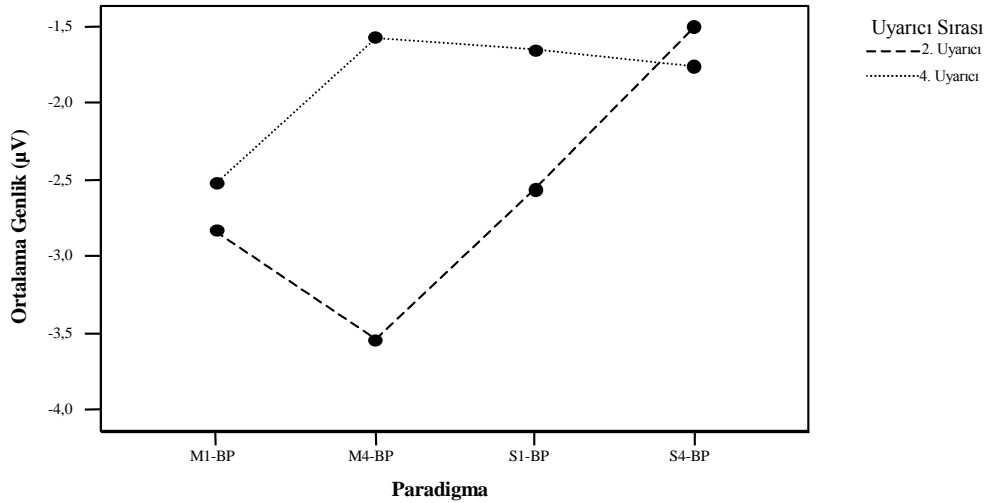
Elektrot Lokasyonu: Cz



## EK 5-R

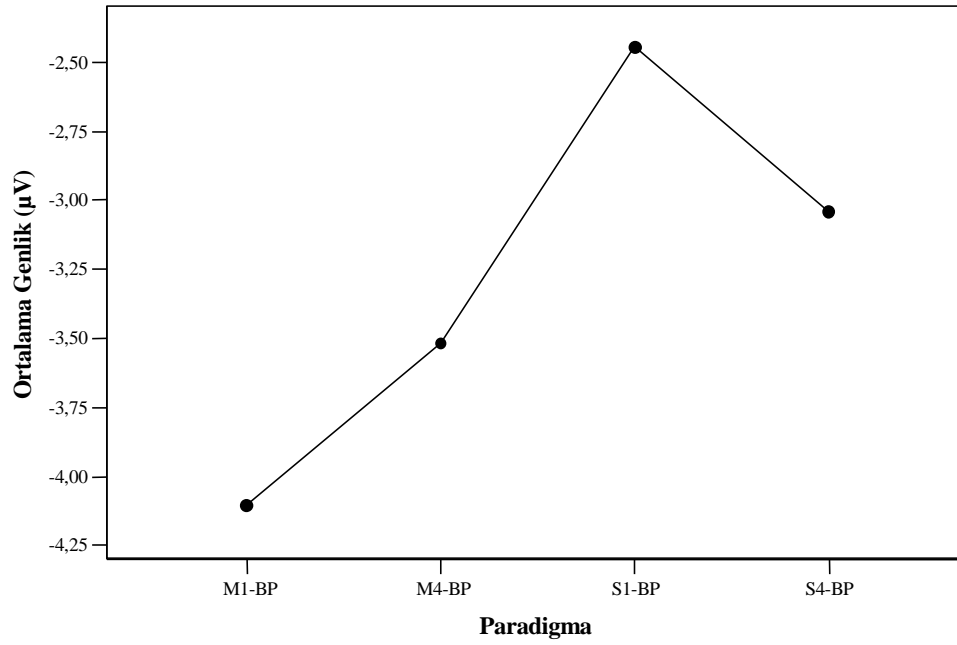
N400A Bileşeni Paradigma-Uyarıcı Sırası-Elektrot Lokasyonu  
Etkileşim Etkisi Marjinal Ortalama Değerleri

Elektrot Lokasyonu: Pz



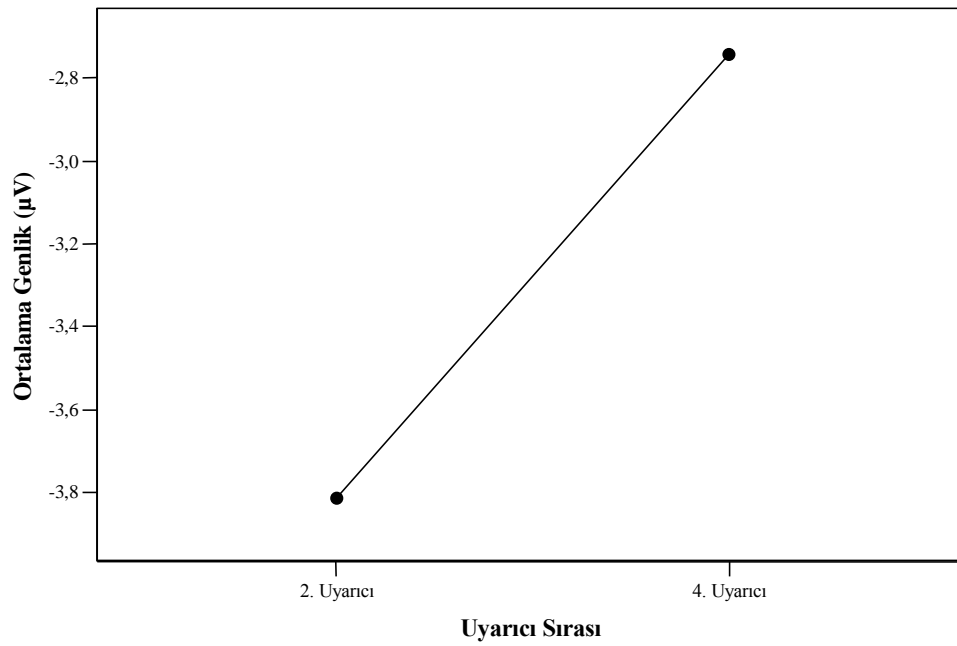
## EK 5-S

**N400B Bileşeni Paradigma Temel Etkisi  
Marjinal Ortalama Değerleri**



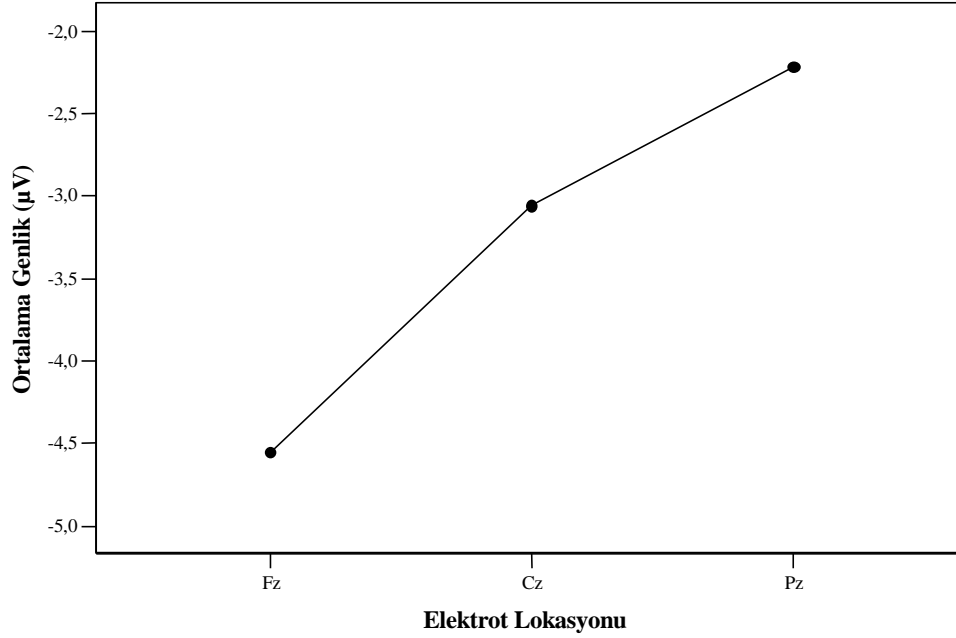
## EK 5-T

**N400B Bileşeni Uyarıcı Sırası Temel Etkisi  
Marjinal Ortalama Değerleri**



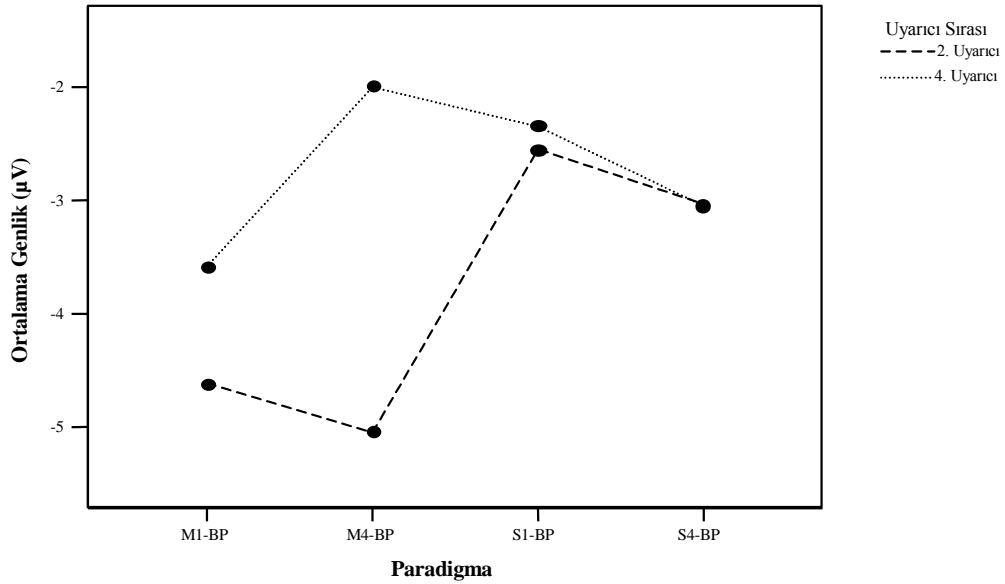
## EK 5-U

**N400B Bileşeni Elektrot Lokasyonu Temel Etkisi**  
**Marjinal Ortalama Değerleri**



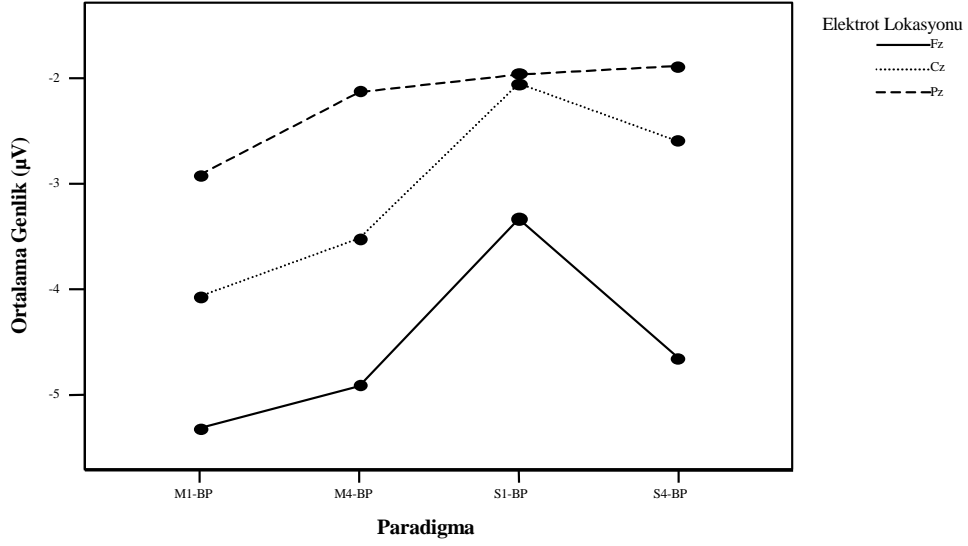
## EK 5-V

**N400B Bileşeni Paradigma-Uyarıcı Sırası Etkileşim Etkisi**  
**Marjinal Ortalama Değerleri**



## EK 5-Y

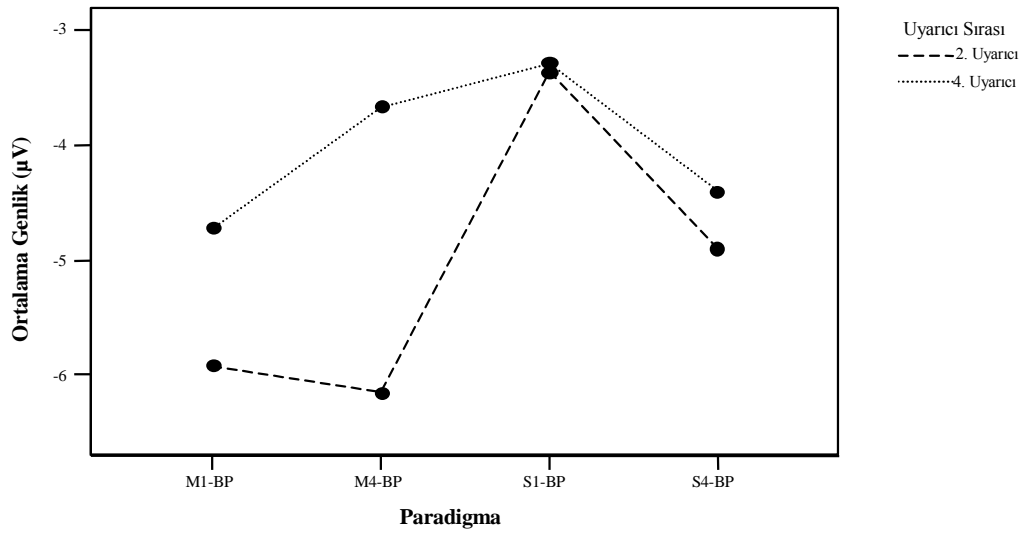
N400B Bileşeni Paradigma-Elektrot Lokasyonu  
Etkileşim Etkisi Marjinal Ortalama Değerleri



## EK 5-ZA

N400B Bileşeni Paradigma-Uyarıcı Sırası-Elektrot Lokasyonu  
Etkileşim Etkisi Marjinal Ortalama Değerleri

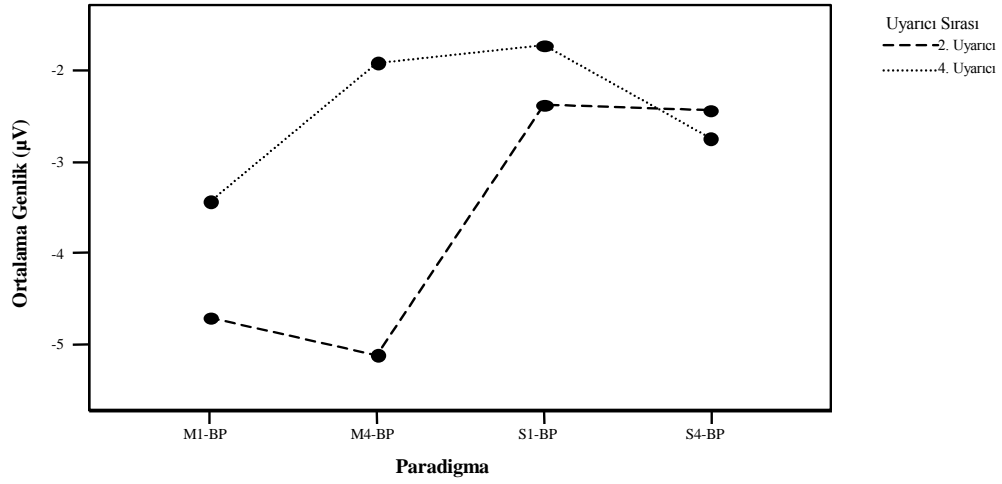
Elektrot Lokasyonu: Fz



## EK 5-ZB

N400B Bileşeni Paradigma-Uyarıcı Sırası-Elektrot Lokasyonu  
Etkileşim Etkisi Marjinal Ortalama Değerleri

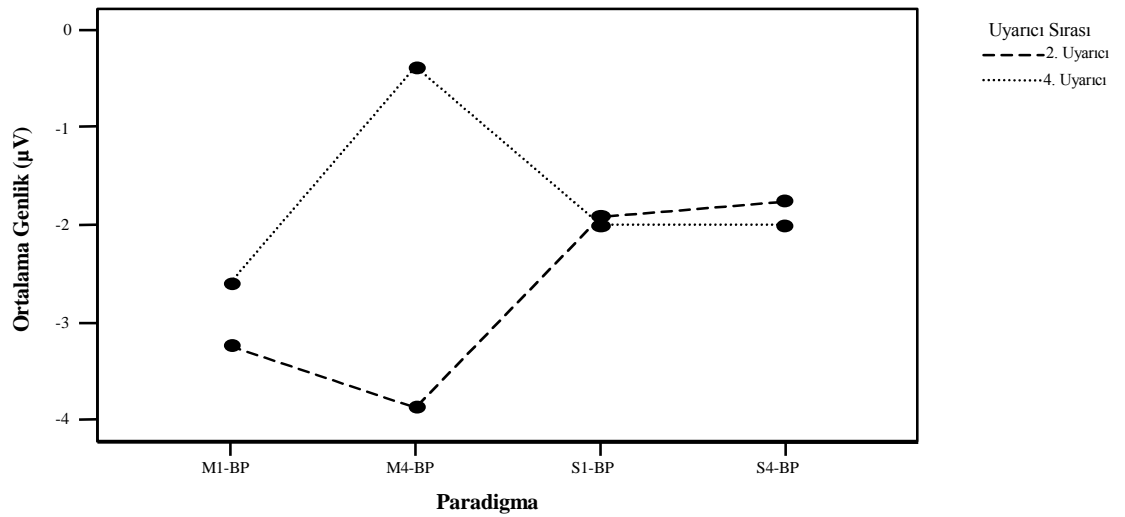
Elektrot Lokasyonu: Cz



## EK 5-ZC

N400B Bileşeni Paradigma-Uyarıcı Sırası-Elektrot Lokasyonu  
Etkileşim Etkisi Marjinal Ortalama Değerleri

Elektrot Lokasyonu: Pz



## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı: Zeynel Baran

Doğum Yeri ve Tarihi: Ankara, 27.08.1973

### Eğitim Durumu

Lisans Öğrenimi: Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Psikoloji Bölümü, 1999.

Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü (yan dal), 1999.

Yüksek Lisans Öğrenimi: Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Psikoloji Anabilim Dalı, Deneysel Psikoloji

Bildiği Yabancı Diller: İngilizce

Bilimsel Faaliyetleri:

Karakaş S., **Baran, Z.**, Özkan A., Erdemir, C. (Baskıda). Tepki doğruluğunun tepkiye-kilitli olay-ilişkili potansiyellere etkisi. Yeni Symposium.

28 Ağustos-2 Eylül 2006 Tarihleri Arasında İstanbul'da Gerçekleştirilecek Olan 13. IOP Kongresinde (13<sup>th</sup> World Congress of Psychophysiology) Sunulacak Olan Poster Bildirileri:

**Baran, Z.**, Karakaş S. The effect of anticipation of upcoming events on event-related oscillations. 13<sup>th</sup> World Congress of Psychophysiology. İstanbul.

Bekçi B., **Baran, Z.** Özkan, A., Karakaş, S. Does the computerized and conventional presentation of neuropsychological tests represent similar cognitive processes. 13<sup>th</sup> World Congress of Psychophysiology. İstanbul.

Karakaş, S., **Baran, Z.**, Özkan, A. The effect of response accuracy on response-locked event-related potentials. 13<sup>th</sup> World Congress of Psychophysiology. İstanbul.

Karakaş, S., **Baran, Z.**, Bekçi, B. The problem of the locus of effect: stimulus congruence and response accuracy affects both stimulus-related and response-related oscillatory rhythms. 13<sup>th</sup> World Congress of Psychophysiology. İstanbul.

Karakaş, S., Doğutepe, E., Çakmak, E. D., **Baran, Z.**, Özkan A., Tüfekçi, İ., Arıkan, O. Time-frequency analysis of neuroelectric responses obtained under the standard paradigms of psychophysiology. 13<sup>th</sup> World Congress of Psychophysiology. İstanbul.

### **İş Deneyimi**

Stajlar:

Projeler: Karakaş, S., Erdemir, C., Bekçi, B., **Baran, Z.**, Doğutepe, E., Özkan, Ö. (2005). Nöropsikolojik test performansının beyindeki karşılığının beyin haritalama, olay-ilişkili potansiyel ve osilasyonlar yoluyla analizi.

Proje No: HÜAF 99K120370

Süresi: 3 yıl

(Proje kesin raporu verilerek kapatılmıştır.)

Karakaş, S., Bekçi, B., **Baran, Z.** Kognitif Süreçlerin Olay İlişkili Potansiyel ve Olay İlişkili Osilasyonlarla İncelenmesi.

Proje No: TÜBİTAK, SOBAG-105K137

Süresi: 1 yıl

(Proje halen devam etmektedir.)

Karakaş S, Gücüyener K, Talı T, Topçu M, Arıkan O, Karakaş M, Ataş A. Dikkat Eksikliği Hiperaktivite Bozukluğu (ADHD) ve Alttürlerinde Bir Tanı: Bir Sosyal Soruna Multidisipliner ve Multiteknik Çözüm. (**yardımcı araştırmacı**)

Proje No: Hacettepe Üniversitesi 2006 K 120 640-06-08



Süresi: 3 yıl  
(Proje halen devam etmektedir.)

Çalıştığı Kurumlar: H.K.K. 12. Hava Ulaştırma Ana Üs Komutanlığı, Sağlık Amirliği  
(psikolog astteğmen, 2001-2003)  
Yeni Ufuk Özel Eğitim Merkezi (2003-2004),  
Hacettepe Üniversitesi (2004- ).

### **İletişim**

E-Posta Adresi: znbaran@hacettepe.edu.tr  
znbaran@gmail.com

**Tarih:** 09.06.2006