



T.C.

İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**AKUT UYKU YOKSUNLUĞU SONRASI ÇALIŞMA BELLEĞİ  
PERFORMANSININ EEG OLAYA İLİŞKİN OSİLYONLAR  
İLE İNCELENMESİ**

HARUN YIRIKOĞULLARI

SİNİRBİLİM ANABİLİM DALI

DANIŞMAN

Prof. Dr. BAHAR GÜNTEKİN

İSTANBUL-2022

## TEZ ONAY FORMU

Kurum : İstanbul Medipol Üniversitesi  
Programın Seviyesi: Yüksek Lisans (X) Doktora ( )  
Anabilim Dalı : Sinirbilim  
Tez Sahibi : Harun YIRIKOĞULLARI  
Tez Başlığı : Akut Uyku Yoksunluğu Sonrası Çalışma Belleği  
Performansının EEG Olaya İlişkin Osilasyonlar ile İncelenmesi  
Sınav Yeri : İstanbul Medipol Üniversitesi Güney Yerleşkesi  
Sınav Tarihi : 22.07.2022

Tez tarafımızdan okunmuş, kapsam ve nitelik yönünden Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

### **Danışman**

Prof.Dr. Bahar GÜNTEKİN

### **Kurumu**

İstanbul Medipol Üniversitesi

### **İmza**

### **Sınav Jüri Üyeleri**

Prof.Dr. Lütfü HANOĞLU

İstanbul Medipol Üniversitesi

Dr.Öğr.Üyesi Mehmet ERGEN

Acıbadem Üniversitesi

Yukarıdaki jüri kararıyla kabul edilen bu Yüksek Lisans tezi, Enstitü Yönetim Kurulu'nun ...../...../ ..... tarih ve ...../..... - ..... sayılı kararı ile şekil yönünden Tez Yazım Kılavuzuna uygun olduğu onaylanmıştır.

Prof.Dr. Neslin EMEKLİ

**Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdür V.**

## ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içerisinde elde ettiğimi, bu tez çalışması ile elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

Harun Yurkogulları

## TEŞEKKÜR

Herkesin hayatında dönüm noktaları yaratan olaylar veya insanlar vardır. Stajyer olarak adım attığım bu okulda bana güvenip desteğini esirgemeyen, tüm bu süreç boyunca yaptığım işten keyif almamı sağlayan ve tecrübesi, disiplini ve vizyonu ile zihin dünyamı derinleştiren kıymetli hocam Prof. Dr. Bahar Güntekin'e,

Yüksek lisans sürecimde hem klinik hem de akademik bilgisiyle kendisinden çok şey öğrendiğim, üzerimde emeği olan değerli hocam Prof. Dr. Lütfü Hanoğlu'na,

Her gün kendilerinden yeni bir şey öğrendiğim, azim ve sebatkarlıkları ile bana örnek olan arkadaşlarım ve aynı zamanda hocalarım olan Tuba Aktürk ve Ebru Yıldırım'a, bilgi ve tecrübelerinden çokça istifade ettiğim, kendimi geliştirmeme yönelik beni güdüleyen eski ekip arkadaşım Samet Hakan Uzunlar'a, alanında çok güzel işler çıkaracağından emin olduğum ve kendisiyle çalışmaktan büyük keyif aldığım Burcu Bölükbaş'a, güzel bir laboratuvar ve çalışma ortamının önemini kavramamı sağlayan tüm sevgili ekip arkadaşlarıma,

Bu programa birlikte başladığım ve kendilerini tanıdığım süre boyunca maddi manevi desteklerini her daim hissettiğim dostlarım Seda Avcı ve Handan Yaman'a,

Mega'da sürüncemede geçirdiğim tez sürecimin bana kattığı en güzel şey olan değerli dostlarım Suat Yılmaz, Fatma Aydın, Halime Avunç ve Mevhibe Sarıcaoğlu'na,

Hayatıma girdiği günden beri zorlukları katlanılabilir kılan, motivasyon kaynağım, kıymetlim İrem Tuğçe Onin'e,

Destekleri olmasaydı bu noktada olmayı hayal dahi edemeyeceğim, hiçbir fedakarlıktan geri durmayıp türlü zorluklara rağmen beni okutan, haklarını hiçbir zaman ödeyemeyeceğim ve varlıklarına her daim şükrettiğim annem Elif Yırıkoğulları, babam Kenan Yırıkoğulları ve bana hem dost hem kardeş olan abim Yunus Yırıkoğulları'na teşekkürlerimi sunarım.

## İTHAF

*Can dostum Murat Yıldız'a...*

# İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY FORMU.....	i
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANI.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
İTHAF .....	iv
İÇİNDEKİLER.....	v
KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ .....	ix
TABLolar LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xiv
1. ÖZET .....	1
2. ABSTRACT.....	2
3. GİRİŞ VE AMAÇ .....	3
4. GENEL BİLGİLER.....	5
4.1. Uyku.....	5
4.1.1. Uyku fizyolojisi .....	5
4.1.1.1. Uykunun evreleri.....	6
4.1.1.2. Homeostatik süreç.....	7
4.1.1.3. Sirkadiyen ritim.....	7
4.1.2. Neden uyuruz?.....	9
4.2. Uyku Yoksunluğu .....	10
4.2.1. Uyku yoksunluğu ve bilişsel performans .....	11
4.2.2. Uyku yoksunluğunda beyin işlevselliği .....	13
4.2.3. Bireysel farklılıklar .....	14
4.3. Çalışma Belleği .....	14
4.3.1. Tarihsel bakış .....	14
4.3.2. Çalışma belleği nedir ve nasıl çalışır? .....	15
4.3.3. Atkinson ve Shiffrin'in bellek modeli .....	16
4.3.4. Baddeley'in çok bileşenli çalışma belleği modeli .....	16
4.3.5. Çalışma belleğinin nöral mekanizmaları .....	20

4.3.5.1.	<i>Materyalin türüne göre nöral organizasyon</i>	21
4.3.5.2.	<i>İşleme türüne göre nöral organizasyon</i>	22
4.4.	Uyku Yoksunluğu Çalışma Belleğini Nasıl Etkiler?	22
4.5.	Elektroensefalografi (EEG)	24
4.5.1.	Olaya İlişkin Osilasyonlar	26
4.5.1.1.	<i>Delta</i>	26
4.5.1.2.	<i>Teta</i>	27
4.5.1.3.	<i>Alfa</i>	28
4.5.1.4.	<i>Beta</i>	29
4.5.1.5.	<i>Gama</i>	29
<b>5.</b>	<b>MATERYAL VE METOT</b>	<b>30</b>
5.1.	Örnekleme	30
5.2.	Kullanılan Ölçekler	30
5.2.1.	Pittsburg uyku kalitesi indeksi (PUKİ)	30
5.2.2.	Sabahçıl-akşamcıl anketi (SAA)	30
5.2.3.	Stanford uykululuk ölçeği (SUÖ)	31
5.2.4.	Epworth uykululuk ölçeği (EUÖ)	31
5.3.	Deney Dizaynı ve Prosedür	31
5.3.1.	Uyku yoksunluğu prosedürü	31
5.3.2.	Kontrol grubu prosedürü	31
5.3.3.	N-geri görevi	32
5.3.4.	Sözel 2-geri görevi	32
5.3.5.	Görsel-mekansal 2-geri görevi	33
5.4.	EEG Kaydı	34
5.5.	EEG Analizi	35
5.5.1.	Ön işleme aşaması ve uygulanan analizler	35
5.5.2.	Olaya ilişkin güç spektrumu analizi	35
5.5.3.	Olaya ilişkin faz kilitlemesi analizi (FKA)	36
5.6.	İstatistiksel Analiz	36
5.7.	Etik Kurul Onayı	37
<b>6.</b>	<b>BULGULAR</b>	<b>38</b>
6.1.	Davranışsal Bulgular	40
6.1.1.	Sözel 2-geri görevi başarı oranları	40

6.1.2.	Sözel 2-geri görevi reaksiyon süreleri .....	42
6.1.3.	Görsel-mekansal 2-geri görevi başarı oranları .....	44
6.1.4.	Görsel-mekansal 2-geri görevi reaksiyon süreleri.....	46
6.1.5.	Görev türüne göre başarı oranı ve reaksiyon süreleri.....	48
6.2.	EEG Bulguları .....	49
6.2.1.	Olaya ilişkin delta osilasyonu analiz sonuçları .....	49
6.2.1.1.	<i>Sözel 2-geri görevi için olaya ilişkin delta güç spektrum analizi sonuçları</i> .....	49
6.2.1.2.	<i>Sözel 2-geri görevi için olaya ilişkin delta faz kilitlenmesi analizi sonuçları</i> .....	54
6.2.1.3.	<i>Görsel-mekansal 2-geri görevi için olaya ilişkin delta güç spektrumu analizi sonuçları</i> .....	58
6.2.1.4.	<i>Görsel-mekansal 2-geri görevi için olaya ilişkin delta faz kilitlenmesi analizi sonuçları</i> .....	61
6.2.2.	Olaya ilişkin teta osilasyonu analiz sonuçları .....	65
6.2.2.1.	<i>Sözel 2-geri görevi için olaya ilişkin teta 0-200ms güç spektrumu analizi sonuçları</i> .....	65
6.2.2.2.	<i>Sözel 2-geri görevi için olaya ilişkin teta 200-400ms güç spektrumu analizi sonuçları</i> .....	66
6.2.2.3.	<i>Sözel 2-geri görevi için olaya ilişkin teta 0-200ms faz kilitlenmesi analizi sonuçları</i> .....	70
6.2.2.4.	<i>Sözel 2-geri görevi için olaya ilişkin teta 200-400ms faz kilitlenmesi analizi sonuçları</i> .....	73
6.2.2.5.	<i>Görsel-mekansal 2-geri görevi için olaya ilişkin teta 0-200ms güç spektrumu analizi sonuçları</i> .....	74
6.2.2.6.	<i>Görsel-mekansal 2-geri görevi için olaya ilişkin teta 200-400ms güç spektrumu analizi sonuçları</i> .....	76
6.2.2.7.	<i>Görsel-mekansal 2-geri görevi için olaya ilişkin teta 0-200ms faz kilitlenmesi analizi sonuçları</i> .....	78
6.2.2.8.	<i>Görsel-mekansal 2-geri görevi için olaya ilişkin teta 200-400ms faz kilitlenmesi analizi sonuçları</i> .....	80
6.2.3.	Olaya ilişkin alfa osilasyonu analiz sonuçları .....	82
6.2.3.1.	<i>Sözel 2-geri görevi için olaya ilişkin alfa güç spektrumu analizi sonuçları</i> .....	82
6.2.3.2.	<i>Sözel 2-geri görevi için olaya ilişkin alfa faz kilitlenmesi analizi sonuçları</i> .....	83



6.2.3.3. Görsel-mekansal 2-geri görevi için olaya ilişkin alfa güç spektrumu analizi sonuçları .....	89
6.2.3.4. Görsel-mekansal 2-geri görevi için olaya ilişkin alfa faz kilitlenmesi analizi sonuçları .....	91
<b>7. TARTIŞMA .....</b>	<b>94</b>
<b>8. SONUÇ.....</b>	<b>103</b>
<b>9. KAYNAKLAR.....</b>	<b>104</b>
<b>10. EKLER.....</b>	<b>123</b>
EK-1 Kontrol Grubu Gönüllü Bilgilendirme Formu.....	123
EK-2 Deney Grubu Gönüllü Bilgilendirme Formu .....	126
EK-3 Sabahçıl-Akşamcıl Anketi.....	129
EK-4 Pittsburg Uyku Kalitesi İndeksi .....	131
EK-5 Epworth Uykululuk Ölçeği.....	132
EK-6 Stanford Uykululuk Ölçeği.....	133
<b>11. ETİK KURUL ONAYI.....</b>	<b>134</b>
<b>12. ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>137</b>

## KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

- ACC:** Anterior singulat korteks
- ÇB:** Çalışma Belleği
- DLPFK:** Dorsolateral prefrontal korteks
- EEG:** Elektroensefalografi
- EMG:** Elektromiyografi
- EOG:** Elektrookülografi
- EPSP:** Eksitator postsinaptik potansiyel
- EUÖ:** Epworth Uykululuk Ölçeği
- fMRI:** Fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme
- IPSP:** İnhibitör postsinaptik potansiyel
- KSB:** Kısa süreli bellek
- PET:** Pozitron emisyon tomografisi
- PFK:** Prefrontal korteks
- PUKİ:** Pittsburg Uyku Kalitesi İndeksi
- RAS:** Retiküler aktive edici sistem
- SAA:** Sabahçıl-Akşamcıl Anketi
- SKÇ:** Suprakiazmatik çekirdek
- USB:** Uzun süreli bellek
- VMA:** Varsayılan mod ağı

## TABLolar LİSTESİ

<b>Tablo 6.1.</b> Katılımcıların Demografik Bilgileri.....	38
<b>Tablo 6.2.</b> Ön Değerlendirme Ölçeklerinin Grup Ortalama ve Standart Sapmaları...38	
<b>Tablo 6.3.</b> Epworth Uykululuk Ölçeği Skorlarının Gruplar Arası Karşılaştırması.....39	
<b>Tablo 6.4.</b> Stanford Uykululuk Ölçeği Skorlarının Gruplar Arası Karşılaştırması...39	
<b>Tablo 6.1.1.1.</b> Sözel 2-Geri Görevi Başarı Oranı Tanımlayıcı İstatistikleri .....	40
<b>Tablo 6.1.1.2.</b> Sözel 2-Geri Görevi Gruplar Arası Başarı Oranı Karşılaştırması.....41	
<b>Tablo 6.1.2.1.</b> Sözel 2-Geri Görevi Reaksiyon Süresi Tanımlayıcı İstatistikleri.....42	
<b>Tablo 6.1.2.2.</b> Sözel 2-Geri Görevi Reaksiyon Sürelerinin Uyarın Türüne Göre Karşılaştırması .....	42
<b>Tablo 6.1.2.3.</b> Sözel 2-Geri Görevi Reaksiyon Sürelerinin Gruplar Arası Karşılaştırması .....	43
<b>Tablo 6.1.3.1.</b> Görsel-Mekansal 2-Geri Görevi Başarı Oranı Tanımlayıcı İstatistikleri .....	44
<b>Tablo 6.1.3.2.</b> Görsel-Mekansal 2-Geri Görevi Gruplar Arası Başarı Oranı Karşılaştırması .....	45
<b>Tablo 6.1.4.1.</b> Görsel-mekansal 2-Geri Görevi Reaksiyon Süresi Tanımlayıcı İstatistikleri .....	46
<b>Tablo 6.1.4.2.</b> Görsel-mekansal 2-Geri Görevi Reaksiyon Sürelerinin Uyarın Türüne Göre Grup İçi Karşılaştırması .....	46
<b>Tablo 6.1.4.3.</b> Görsel-mekansal 2-Geri Görevi Reaksiyon Sürelerinin Gruplar Arası Karşılaştırması .....	47
<b>Tablo 6.1.5.1.</b> Görev Türüne Göre Başarı Oranlarının Grup İçi Karşılaştırması.....48	
<b>Tablo 6.1.5.2.</b> Görev Türüne Göre Reaksiyon Sürelerinin Grup İçi Karşılaştırması...49	
<b>Tablo 6.2.1.1.1.</b> Sözel 2-Geri Görevinde Lokasyon (3) X Hemisfer (2) X Grup (2) için Hedef Uyarılarda Delta Güç Spektrumu Değerleri Karşılaştırması .....	50
<b>Tablo 6.2.1.1.2.</b> Sözel 2-Geri Görevinde Lokasyon (3) X Hemisfer (2) X Uyarın (2) X Grup (2) için Delta Güç Spektrumu Değerleri Karşılaştırması .....	53
<b>Tablo 6.2.1.2.1.</b> Sözel 2-Geri Görevinde Lokasyon (3) X Hemisfer (2) X Grup (2) için Hedef Uyarılarda Delta Faz Kilitlenmesi Değerleri Karşılaştırması .....	54
<b>Tablo 6.2.1.2.2.</b> Sözel 2-Geri Görevinde Lokasyon (3) X Hemisfer (2) X Uyarın (2) X Grup (2) için Delta Faz Kilitlenmesi Değerleri Karşılaştırması .....	57

<b>Tablo 6.2.1.3.1.</b> Görsel-Mekansal 2-Geri Görevinde Lokasyon (3) X Hemisfer (2) X Grup (2) için Hedef Uyararlarda Delta Güç Spektrumu Değerleri Karşılaştırması....	59
<b>Tablo 6.2.1.3.2.</b> Görsel-Mekansal 2-Geri Görevinde Lokasyon (3) X Hemisfer (2) X Uyarar (2) X Grup (2) için Delta Güç Spektrumu Değerleri Karşılaştırması.....	59
<b>Tablo 6.2.1.4.1.</b> Görsel-Mekansal 2-Geri Görevinde Lokasyon (3) X Hemisfer (2) X Grup (2) için Hedef Uyararlarda Delta Faz Kilitlenmesi Değerleri Karşılaştırması...	62
<b>Tablo 6.2.1.4.2.</b> Görsel-Mekansal 2-Geri Görevinde Lokasyon (3) X Hemisfer (2) X Uyarar (2) X Grup (2) için Delta Faz Kilitlenmesi Değerleri Karşılaştırması.....	63
<b>Tablo 6.2.2.1.1.</b> Sözel 2-Geri Görevinde Lokasyon (3) X Hemisfer (2) X Grup (2) için Hedef Uyararlarda Teta 0-200ms Güç Spektrumu Değerleri Karşılaştırması.....	65
<b>Tablo 6.2.2.1.2.</b> Sözel 2-Geri Görevinde Lokasyon (3) X Hemisfer (2) X Uyarar (2) X Grup (2) için Teta 0-200ms Güç Spektrumu Değerleri Karşılaştırması.....	65
<b>Tablo 6.2.2.2.1.</b> Sözel 2-Geri Görevinde Lokasyon (3) X Hemisfer (2) X Grup (2) için Hedef Uyararlarda Teta 200-400ms Güç Spektrumu Değerleri Karşılaştırması.....	66
<b>Tablo 6.2.2.2.2.</b> Sözel 2-Geri Görevinde Lokasyon (3) X Hemisfer (2) X Uyarar (2) X Grup (2) için Teta 200-400ms Güç Spektrumu Değerleri Karşılaştırması.....	67
<b>Tablo 6.2.2.3.1.</b> Sözel 2-Geri Görevinde Lokasyon (3) X Hemisfer (2) X Grup (2) için Hedef Uyararlarda Teta 0-200ms Faz Kilitlenmesi Değerleri Karşılaştırması.....	70
<b>Tablo 6.2.2.3.2.</b> Sözel 2-Geri Görevinde Lokasyon (3) X Hemisfer (2) X Uyarar (2) X Grup (2) için Teta 0-200ms Faz Kilitlenmesi Değerleri Karşılaştırması.....	71
<b>Tablo 6.2.2.4.1.</b> Sözel 2-Geri Görevinde Lokasyon (3) X Hemisfer (2) X Grup (2) için Hedef Uyararlarda Teta 200-400ms Faz Kilitlenmesi Değerleri Karşılaştırması.....	73
<b>Tablo 6.2.2.4.2.</b> Sözel 2-Geri Görevinde Lokasyon (3) X Hemisfer (2) X Uyarar (2) X Grup (2) için Teta 200-400ms Faz Kilitlenmesi Değerleri Karşılaştırması.....	73
<b>Tablo 6.2.2.5.1.</b> Görsel-mekansal 2-Geri Görevinde Lokasyon (3) X Hemisfer (2) X Grup (2) için Hedef Uyararlarda Teta 0-200ms Güç Spektrumu Değerleri Karşılaştırması .....	74
<b>Tablo 6.2.2.5.2.</b> Görsel-Mekansal 2-Geri Görevinde Lokasyon (3) X Hemisfer (2) X Uyarar (2) X Grup (2) için Teta 0-200ms Güç Spektrumu Değerleri Karşılaştırması .....	75

<b>Tablo 6.2.2.6.1.</b> Görsel-mekansal 2-Geri Görevinde Lokasyon (3) X Hemisfer (2) X Grup (2) için Hedef Uyararlarda Teta 200-400ms Güç Spektrumu Değerleri Karşılaştırması.....	76
<b>Tablo 6.2.2.6.2.</b> Görsel-Mekansal 2-Geri Görevinde Lokasyon (3) X Hemisfer (2) X Uyarın (2) X Grup (2) için Teta 200-400ms Güç Spektrumu Değerleri Karşılaştırması.....	77
<b>Tablo 6.2.2.7.1.</b> Görsel-mekansal 2-Geri Görevinde Lokasyon (3) X Hemisfer (2) X Grup (2) için Hedef Uyararlarda Teta 0-200ms Faz Kilitlenmesi Değerleri Karşılaştırması.....	78
<b>Tablo 6.2.2.7.2.</b> Görsel-Mekansal 2-Geri Görevinde Lokasyon (3) X Hemisfer (2) X Uyarın (2) X Grup (2) için Teta 0-200ms Faz Kilitlenmesi Değerleri Karşılaştırması .....	79
<b>Tablo 6.2.2.8.1.</b> Görsel-mekansal 2-Geri Görevinde Lokasyon (3) X Hemisfer (2) X Grup (2) için Hedef Uyararlarda Teta 200-400ms Faz Kilitlenmesi Değerleri Karşılaştırması .....	81
<b>Tablo 6.2.2.8.2.</b> Görsel-Mekansal 2-Geri Görevinde Lokasyon (3) X Hemisfer (2) X Uyarın (2) X Grup (2) için Teta 200-400ms Faz Kilitlenmesi Değerleri Karşılaştırması .....	81
<b>Tablo 6.2.3.1.1.</b> Sözel 2-Geri Görevinde Lokasyon (3) X Hemisfer (2) X Grup (2) için Hedef Uyararlarda Alfa Güç Spektrumu Değerleri Karşılaştırması .....	82
<b>Tablo 6.2.3.1.2.</b> Sözel 2-Geri Görevinde Lokasyon (3) X Hemisfer (2) X Uyarın (2) X Grup (2) için Alfa Güç Spektrumu Değerleri Karşılaştırması .....	83
<b>Tablo 6.2.3.2.1.</b> Sözel 2-Geri Görevinde Lokasyon (3) X Hemisfer (2) X Grup (2) için Hedef Uyararlarda Alfa Faz Kilitlenmesi Değerleri Karşılaştırması .....	83
<b>Tablo 6.2.3.2.2.</b> Sözel 2-Geri Görevinde Lokasyon (3) X Hemisfer (2) X Uyarın (2) X Grup (2) için Alfa Faz Kilitlenmesi Değerleri Karşılaştırması .....	87
<b>Tablo 6.2.3.3.1.</b> Görsel-Mekansal 2-Geri Görevinde Lokasyon (3) X Hemisfer (2) X Grup (2) için Hedef Uyararlarda Alfa Güç Spektrumu Değerleri Karşılaştırması .....	89
<b>Tablo 6.2.3.3.2.</b> Görsel-Mekansal 2-Geri Görevinde Lokasyon (3) X Hemisfer (2) X Uyarın (2) X Grup (2) için Alfa Güç Spektrumu Değerleri Karşılaştırması .....	90
<b>Tablo 6.2.3.4.1.</b> Görsel-Mekansal 2-Geri Görevinde Lokasyon (3) X Hemisfer (2) X Grup (2) için Hedef Uyararlarda Alfa Faz Kilitlenmesi Değerleri Karşılaştırması .....	92

**Tablo 6.2.3.4.2.** Görsel-Mekansal 2-Geri Görevinde Lokasyon (3) X Hemisfer (2) X Uyarın (2) X Grup (2) için Alfa Faz Kilitlenmesi Değerleri Karşılaştırması .....92

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 4.3.3.1. Atkinson ve Shiffrin'in bellek modeli.....	16
Şekil 4.3.4.1. Baddeley ve Hitch'in çok bileşenli çalışma belleği modeli.....	18
Şekil 5.3.4.1. Sözel 2-geri görevi deney dizaynı.....	33
Şekil 5.3.5.1. Görsel-mekansal 2-geri görevi deney dizaynı.....	34
Şekil 6.1. Stanford Uykululuk Ölçeği skorlarının gruplar arası dağılımını gösteren kutu grafiği.....	40
Şekil 6.1.1.1. Sözel 2-geri görevi genel başarı oranlarının gruplar arası dağılımını gösteren kutu grafiği.....	41
Şekil 6.1.2.1. Sözel 2-geri görevi reaksiyon sürelerinin uyaran türüne göre dağılımını gösteren çizgi grafiği.....	43
Şekil 6.1.2.2. Sözel 2-geri görevi genel reaksiyon sürelerinin gruplar arası dağılımını gösteren kutu grafiği.....	44
Şekil 6.1.3.1. Görsel-mekansal 2-geri görevi genel başarı oranlarının gruplar arası dağılımını gösteren kutu grafiği.....	45
Şekil 6.1.4.1. Görsel-mekansal 2-geri görevi reaksiyon sürelerinin uyaran türüne göre dağılımını gösteren çizgi grafiği.....	47
Şekil 6.1.4.2. Görsel-mekansal 2-geri görevi genel reaksiyon sürelerinin gruplar arası dağılımını gösteren kutu grafiği.....	48
Şekil 6.2.1.1.1. Sözel 2-geri görevi esnasında hedef uyaranlarda 150-550ms'de açığa çıkan olaya ilişkin delta güç spektrumlarının lokasyon-grup farkını gösteren çizgi grafiği.....	51
Şekil 6.2.1.1.2. Sözel 2-geri görevinde hedef uyaranların sunulması sırasında 150-550ms'de fronto-santral bölgede açığa çıkan olaya ilişkin delta güç spektrumlarının uyku yoksunu ve kontrol gruplarına ait genel ortalamaları.....	52
Şekil 6.2.1.1.3. Sözel 2-geri görevi esnasında 150-550ms'de açığa çıkan olaya ilişkin delta güç spektrumlarının uyaran türüne göre farkını gösteren çizgi grafiği.....	54

<b>Şekil 6.2.1.2.1.</b> Sözel 2-geri görevi esnasında hedef uyaranlarda 150-550ms'de açığa çıkan olaya ilişkin delta faz kilitlenmesinin lokasyon-hemisfer-grup etkileşimini gösteren çizgi grafiği.....	56
<b>Şekil 6.2.1.2.2.</b> Sözel 2-geri görevi esnasında 150-550ms'de açığa çıkan olaya ilişkin delta faz kilitlenmelerinin uyaran türüne göre farkını gösteren çizgi grafiği.....	58
<b>Şekil 6.2.1.4.1.</b> Görsel-mekansal 2-geri görevi esnasında farklı uyaran türlerinde 150-550ms'de açığa çıkan olaya ilişkin delta faz kilitlenmelerine dair grup karşılaştırmalarını gösteren çizgi grafiği.....	64
<b>Şekil 6.2.2.2.1.</b> Sözel 2-geri görevi esnasında 200-400ms'de açığa çıkan olaya ilişkin teta güç spektrumlarının lokasyon-grup farkını gösteren çizgi grafiği.....	68
<b>Şekil 6.2.2.2.2.</b> Sözel 2-geri görevinde 200-400ms'de fronto-santral bölgede açığa çıkan olaya ilişkin teta güç spektrumlarının uyku yoksunu ve kontrol gruplarına ait genel ortalamaları .....	69
<b>Şekil 6.2.2.2.3.</b> Sözel 2-geri görevi esnasında 200-400ms'de farklı lokasyonlarda açığa çıkan olaya ilişkin teta güç spektrumlarının uyaran türüne göre değişimini gösteren çizgi grafiği (FC: fronto-santral, TP: temporo-parietal, PO: parieto-okspital) .....	70
<b>Şekil 6.2.2.3.1.</b> Sözel 2-geri görevi esnasında 0-200ms'de açığa çıkan olaya ilişkin teta faz kilitlenmelerinin gruplar arası farkını gösteren çizgi grafiği.....	72
<b>Şekil 6.2.2.5.1.</b> Görsel-mekansal 2-geri görevi esnasında hedef uyaranlarda 0-200ms'de açığa çıkan olaya ilişkin teta güç spektrumlarının gruplar arası farkını gösteren çizgi grafiği.....	75
<b>Şekil 6.2.2.6.1.</b> Görsel-mekansal 2-geri görevi esnasında farklı uyaran türlerinde 200-400ms'de açığa çıkan olaya ilişkin teta güç spektrumlarının gruplar arası karşılaştırmalarını gösteren çizgi grafiği.....	78
<b>Şekil 6.2.2.7.1</b> Görsel-mekansal 2-geri görevi esnasında 0-200ms'de açığa çıkan olaya ilişkin teta faz kilitlenmelerinin lokasyon-grup farkını gösteren çizgi grafiği.....	80



<b>Şekil 6.2.3.2.1.</b> Sözel 2-geri görevi esnasında hedef uyarılarda 0-200ms'de açığa çıkan olaya ilişkin alfa faz kilitlenmelerinin gruplar arası farkını gösteren çizgi grafiği .....	84
<b>Şekil 6.2.3.2.2.</b> Sözel 2-geri görevi esnasında hedef uyarılarda 0-200ms'de açığa çıkan olaya ilişkin alfa faz kilitlenmelerinin lokasyon-grup farkını gösteren çizgi grafiği .....	85
<b>Şekil 6.2.3.2.3.</b> Sözel 2-geri görevinde hedef uyarıların sunulması sırasında 0-200ms'de parieto-okspital bölgede açığa çıkan olaya ilişkin alfa faz kilitlenmesinin uyku yoksunu ve kontrol gruplarına ait genel ortalamaları .....	86
<b>Şekil 6.2.3.2.4.</b> Sözel 2-geri görevi esnasında 0-200ms'de açığa çıkan olaya ilişkin alfa faz kilitlenmelerinin gruplar arası farkını gösteren çizgi grafiği .....	88
<b>Şekil 6.2.3.3.1.</b> Görsel-mekansal 2-geri görevi esnasında 0-200ms'de açığa çıkan olaya ilişkin alfa güç spektrumlarının lokasyon-hemisfer-grup etkileşimini gösteren çizgi grafiği.....	91

## 1. ÖZET

### AKUT UYKU YOKSUNLUĞU SONRASI ÇALIŞMA BELLEĞİ PERFORMANSININ EEG OLAYA İLİŞKİN OSİLASYONLAR İLE İNCELENMESİ

Çalışma belleği (ÇB); hedefe yönelik davranışın gerçekleştirilmesinde yeni bilginin öğrenilmesi, korunması ve manipüle edilmesini gerektiren sınırlı kapasiteli bir sistemdir ve uyku yoksunluğunun etkilediği temel kognitif fonksiyonlardan biridir. Bu çalışmada ise, 24 saat total uykusuzluğun çalışma belleği üzerindeki etkileri olaya ilişkin beyin salınımları ile incelenmiştir. Araştırmaya iyi uyku kalitesine sahip 30 sağlıklı genç yetişkin katılımcı (15 kontrol, 15 uyku yoksunu) dahil edilmiştir. Uyku yoksunu katılımcılar, bir gece boyunca hiçbir uyarıcı tüketmeden uyanık kalmışlar, kontrol grubu ise normal uyku sürelerinde uyumuşlardır. ÇB görevi esnasında EEG oturumu gerçekleştirilmiştir. Çalışma belleğinin değerlendirilmesi için sözel ve görsel-mekansal 2-geri görevi kullanılmıştır. Başarı oranları ve reaksiyon süreleri her iki grup için incelenerek karşılaştırılmıştır. Görev esnasında fronto-santral, temporo-parietal ve parieto-okspital bölgelerde açığa çıkan olaya ilişkin delta, teta ve alfa yanıtları zaman-frekans analizleriyle incelenmiştir. Sonuçlarda, uykusuz grubun uykululuk skorları kontrol grubundan yüksek bulundu. Sözel 2-geri görevinde 24 saat uykusuz grubun isabetli yanıt oranları kontrol grubuna göre azalmış, reaksiyon süreleri ise her iki görev türünde uzamıştır. EEG analizlerinde göre, sözel 2-geri görevi esnasında fronto-santral bölgede açığa çıkan olaya ilişkin delta ve teta yanıtları uyku yoksunu grupta azalmıştır. Ayrıca, teta ve parieto-okspital alfa faz kilitlemeleri uyku yoksunu grupta azalmıştır. Elde edilen bulgular doğrultusunda, uyku yoksunluğunun dikkat süreçlerini olumsuz etkilediği, böylece hem çalışma belleği performansında hem de fronto-santral ve parieto-okspital bölgede çalışma belleğine ilişkin osilatör yanıtlar üzerinde bozucu etkisi olduğu anlaşılmaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Beyin osilasyonları, çalışma belleği, dikkat, EEG, uyku yoksunluğu

## **2. ABSTRACT**

### **THE INVESTIGATION OF WORKING MEMORY PERFORMANCE AFTER ACUTE SLEEP DEPRIVATION BY EEG EVENT-RELATED OSCILLATIONS**

Working memory (WM) is a limited-capacity system that requires learning, maintaining, and manipulating new information to initiate goal-directed behaviors. WM is one of the main cognitive functions that can easily influence by sleep deprivation. During this study, the consequences of 24-hour total sleep deprivation on working memory were investigated by event-related brain oscillations. The study included thirty healthy young adults (15 sleep-rested, 15 sleep-deprived) with good sleep quality. In the sleep-deprived condition, the subjects were required to stay awake one night without consuming any stimulant. In the sleep-rested condition, subjects normally slept at night. EEG sessions were conducted during the WM task. Verbal and visuo-spatial 2-back tasks were used to assess the WM performance. Accuracy and reaction times were examined and compared between groups. The event-related delta, theta, and alpha oscillations were investigated in the fronto-central, temporo-parietal and parieto-occipital regions by time-frequency analysis. We found that sleepiness scores of the sleep-deprived group were higher than the control group. In the verbal 2-back task, accurate responses of the 24-hour sleep-deprived group were decreased compared to the control group, and the reaction times were increased for both tasks. According to EEG analysis, the sleep-deprived group showed reduced event-related delta and theta responses in the fronto-central region during the presentation of verbal stimuli. Besides, the theta and alpha phase-locking was reduced in sleep-deprived group. Following the results, sleep deprivation negatively affects attentional processes, thus impairing working memory performance and oscillatory responses related to WM in the fronto-central and parieto-occipital regions.

**Keywords:** Attention, brain oscillations, EEG, working memory, sleep deprivation

### 3. GİRİŞ VE AMAÇ

Uyku, tüm canlıların varlığını sürdürebilmesi için gerekli davranıştır. Uykunun beyin ve beden sağlığı açısından önemi literatürde geniş yer bulmaktadır. Uykuya neden ihtiyaç duyduğumuza yönelik başlıca teorilere göre uyku; enerjinin korunumu, bedenin restorasyonu ve beyin fonksiyonelliği için önemlidir (1-3). Yetişkin bir bireyin ortalama 7-8 saat gece uykusu uyuması gerektiği belirtilmektedir (4). Uyku yoksunluğunun bilişsel işlevler üzerindeki etkilerini anlamaya yönelik temel teoriler bulunmaktadır. Bunlardan ilki Williams ve arkadaşlarının genel etki yaklaşımıdır (5). Bu yaklaşıma göre, bilişsel performans; azalmış uyanıklık ve dikkatin neden olduğu kısa süreli dalgınlıklar, azalmış tepkisellik ve uyku-uyanıklık dengesinden etkilenir. Seçici etki yaklaşımına göre ise, uyku yoksunluğu birtakım beyin bölgelerini doğrudan etkileyerek bilişsel performansa bozulmaya yol açar. Bu yaklaşımı destekleyen en bilinen teorilerden biri de prefrontal hassasiyet hipotezidir (6).

Yapılan araştırmalarda uyku yoksunluğunun etkilerinde bireysel farklılıklara rastlanmaktadır. Birtakım kişiler uyku yoksunluğuna daha hassas olurken kimileri daha dirençli olabilmektedir (7). Bunun ardında yatan güçlü genetik faktörler olabileceğine değinilmiştir. Sirkadiyen ritim, uyku-uyanıklık ve genetik polimorfizmler bu bireysel farklılığı açıklayabileceği ifade edilmektedir (8).

Çalışma belleği; hedef yönelik davranışların gerçekleştirilmesi ve günlük işlevselliğin sağlanabilmesi için gerekli olan, sınırlı bilginin kısa süreliğine zihinde tutulabilmesi ve bu bilginin manipüle edilebilmesini sağlayan bir yürütücü beyin fonksiyonudur (9). Uykusuzluğun çalışma belleği üzerindeki etkileri literatürde geniş yer bulmaktadır. Yapılan nörogörüntüleme çalışmaları uyku yoksunluğundan en çok etkilenen bölgenin frontal lob olduğu ancak, çalışma belleğinin spesifik olarak incelendiği araştırmalarda frontal ve parietal lobları içeren daha geniş bir nöral ağı etkisi altına aldığı görülmektedir (10).

Nörogörüntüleme yöntemlerinden elektroensefalografi (EEG), beynin elektriksel sinyallerinin milisaniyeler içerisinde yüksek zamansal çözünürlükle kaydedilmesine olanak sağlar. Nöronlarda açığa çıkan eksitatör ve inhibitör post-sinaptik potansiyeller EEG'de kaydedilen bu verilen temelini oluşturur. Bu EEG

salınımlarının detaylı incelenmesi beynin elektrofizyolojik dinamiklerinin anlaşılmasını sağlamaktadır (11).

Artan uykusuzluğun insan üzerindeki fizyolojik, duygusal ve bilişsel etkilerini günümüz şartlarında bizzat deneyimlemekteyiz. Uykusuzluğun yol açtığı sorunlara rağmen içinde yaşanan sosyoekonomik koşullar, çalışma şartları, toplum yapısı ve bireysel alışkanlıklar dikkate alındığında uykunun öncelik olmaktan çıktığı görülebilmektedir (12). Üniversite öğrencileri, sağlık personelleri, vardiyalı çalışanlar düşünüldüğünde uyku değinilmesi gereken önemli bir konu olduğu anlaşılmaktadır. Bu hususta gerçekleştirilecek bilimsel araştırmalar uyku yoksunluğunun etki mekanizmalarının daha detaylı anlaşılmasını sağlayacaktır. Bu amaç doğrultusunda 24 saat uyku yoksunluğu durumunda çalışma belleği performansı elektroensefalografi yöntemi ile incelenmesi hedeflenmektedir. Çalışmanın temel hipotezlerine göre, 24 saat uykusuzluk sonrası görülen yüksek uyku eğilimi çalışma belleği performansında başarı oranı ve reaksiyon sürelerini olumsuz etkilemesi beklenmiştir. Bununla birlikte çalışma belleği görevi esnasında elde edilen EEG salınımlarının incelenerek uyku yoksunu grupta çalışma belleğine ilişkin beyin salınımlarında seçici şekilde lokasyonlara özgü düşüş göstermesi beklenmiştir. Literatürde uyku yoksunluğu sonrası çalışma belleğinin EEG yöntemi ile incelendiği çalışmalar olmasına karşın sayısı azdır. Üstelik, bu çalışmada kullandığımız zaman-frekans analizleri araştırmanın özgün değerini oluşturmaktadır.

## 4. GENEL BİLGİLER

### 4.1. Uyku

Uyku; tüm memeli canlılarda görülen ve azalmış fiziksel hareket, dışsal uyarana karşı azalmış tepkisellik, yavaş göz hareketleri ve düşük metabolik aktivite ile karakterize olan hızlıca geri döndürülebilir bir bilinçsizlik halidir. Bilinç kaybının görülmediği durumlardaki artmış yorgunluk ve azalmış tepkisellik, uykunun düzenlenmesini sağlayan homeostatik dengenin devreye girmesiyle gerçekleşir ve uyku halinden ayırt edilmesi önemlidir (13,14). Uyku hali davranışsal olarak gözlenebildiği gibi, derin uykuda açığa çıkan yavaş dalga aktivitelerinin kaydedilmesi ile elektrofizyolojik da olarak gözlemlenebilmektedir (15).

#### 4.1.1. Uyku fizyolojisi

Uyku, beyinde kortikal ve subkortikal pek çok alanın dahil olduğu bir dizi fizyolojik mekanizma içermektedir. Öncelikle, hipotalamusa gelen girdiler ve endojen kimyasalların uyarımı ile hipotalamusta ventrolateral preoptik çekirdeğin uykuyu başlattığı düşünülür. Uyanıklığı ise lateral hipotalamustan gelen oreksinerjik, beyin sapından gelen kolinerjik, noradrenerjik ve serotonerjik aktivasyonlar sağlamaktadır. Beyin sapından gelen bu eksitator sinyaller kortikal aktivasyonu artırarak uyanıklığın sağlanmasında rol alır. Beyin sapından gelen bu uyarılar temel olarak retiküler aktive edici sistem (RAS) olarak bilinir. Bu sistem, uykuya ilişkili beyin bölgelerini birbirine bağlar ve uyku uyanıklığının oluşmasında kritik öneme sahiptir. RAS'ın hasarlandığı araştırmalarda geri döndürülebilir uyanıklık kaybının olduğu gözlenmiştir. Buradan hareketle uyanıklığı sağlayan ek sistemler olduğu düşünülmektedir (16,17).

Borb ve Achermann, uykunun düzenlenmesinde rol alan üç temel süreçten bahsetmektedir (18). Bunlardan ilki, uyanıklık sırasındaki uyku eğilimi ve uyku sırasındaki uyanma eğilimini yöneten homeostatik süreç; ikincisi, homeostatik dengeden bağımsız olarak uyku-uyanıklık eğiliminin belirli zaman periyodlarında açığa çıkmasına neden olan sirkadiyen süreç ve üçüncü olarak uyku halinde görülen REM ve NREM uykularını içeren ultradyan süreçtir.

#### **4.1.1.1.Uykunun evreleri**

Uykunun anlaşılmasına yönelik incelemeler; elektroensefalografi (EEG), elektrookülografi (EOG) ve elektromiyografi (EMG) gibi fizyolojik ölçüm araçları ile gerçekleştirilmiş ve birbirinden farklı ve bağımsız fonksiyonlar gösteren hızlı göz hareketlerinin olmadığı uyku (NREM) ve hızlı göz hareketlerinin olduğu uykuyu (REM) tanımlamıştır (19). NREM uykusu ise kendi içinde dört evreden oluşur ve bu evreler elektrofizyolojik olarak, göz hareketleri ve kas tonusu gibi özellikler bakımından farklılıklar göstermektedir. Uykunun yapısal organizasyonuna bakıldığında REM ve NREM uyku durumu olarak ikiye bölünmüş olsa da uyku süresince, ultradyan ritim veya uyku döngüleri olarak adlandırılan NREM-REM döngüleri gerçekleşir (20).

Uyku periyodu öncelikle NREM uykusunun 1. evresi ile başlar ve sırasıyla 2., 3. ve 4. evreye geçer. 1. ve 2. evreler hafif uyku olarak değerlendirilir ve birinci evrede EEG’de düşük genlikli yüksek frekanslı aktiviteler gözlenir. İkinci evrede uyku içiği adı verilen kısa süreli 8-13 Hz’lik dalgalar ön plandadır. 3. ve 4. evreler ise derin uyku olarak adlandırılır ve EEG kayıtlarında yüksek genlikli yavaş dalga aktivitelerinin (slow-wave activity) kaydedilmesi ile tespit edilebilmektedir. Bu fazlardan sonra, son olarak REM uykusuna geçilir. REM uykusu rüyaların görüldüğü evre olarak bilinir ve hızlı göz hareketleri bu uyku durumunda görülmeye başlanır. Düzensiz solunum ve hızlı kalp atışları gözlemlenir. EEG kayıtlarında ise delta ve teta börtleri olarak adlandırılan dalgalar görülür (17,21,22).

Bahsedilen aşamaların ardından kişi REM uykusunda devamlı olarak kalmaz ve bu süreç tekrar NREM uykusuna geçilmesiyle uyku döngülerini oluşturur. NREM uykular total uykunun %75-80’ini oluştururken REM uykusu %20-25’ini oluşturur. Bir uyku döngüsü yaklaşık olarak 70-100 dakika sürmektedir. Bu süre uykunun ilerleyen döngülerinde 90-120 dakikaya kadar uzayabilir (23). Bu döngülerin ve uyku aşamalarının gerçekleşmesi uyku sağlığı bakımından önem arz etmektedir. Uyku döngüsündeki dengesizlikler veya bazı uyku aşamalarının eksikliği birtakım uyku bozukluklarına işaret edebilir (24).

#### ***4.1.1.2.Homeostatik süreç***

Homeostatik süreç, uyanıklık süresinin artışına bağlı gelişen uyku eğilimi/dürtüsünü ifade etmektedir. Sahip olduğumuz homeostatik süreç gün içerisindeki uyku eğilimimizi yönetir ve sirkadiyen ritim olarak da bilinen uyku-uyanıklık döngüsüne doğrudan etkisi bulunur (18). Borbely tarafından sunulan modele göre, uyku homeostazisi iki temel süreç ile incelenebilir (25). Bunlardan ilki uyanıklığın başlangıcından uykuya geçilene kadar artış gösteren “uyku eğilimi”dir. Uykuya geçildiğinde ise uyku eğilimi düşme eğilimi gösterir ve sonraki gün uyanıldığında tekrardan artışa geçer. Uykululuk süresinin daha da uzatılması halinde uyku eğilimi birikim gösterir ve uykuya geçildiği takdirde normalden daha uzun süren “telafi edici uyku” gözlemlenir. Uyanıklığın uzadığı koşulda telafi edici uyku sırasında artan NREM uykusu ve yavaş dalga aktiviteleri gözlenmektedir (26). Uyanıklığın uzamasına eşlik eden theta (5-8 Hz) dalgalarındaki artış da uyku eğilimini yansıtan temel bir elektrofizyolojik belirteçtir (27).

#### ***4.1.1.3.Sirkadiyen ritim***

Sirkadiyen Ritim, memeli beyinde hipotalamusun suprakiazmatik çekirdeğinde (SKÇ) merkezlenir. Bu nükleus, bağlantılı olduğu nöral ve hormonal sistemler ile vücudun fizyolojik ve davranışsal ritmini düzenler. Uyku-uyanıklık döngüsü olarak da adlandırılan sirkadiyen ritim, vücudun içsel biyolojik saati olarak görev alır ve 24 saatlik uyku-uyanıklığın dengeli bir şekilde sürdürülmesini sağlayan süreçleri içerir. Çevreye dair dışsal bilginin yokluğunda ise hafif bir sapma ile yaklaşık 25 saatlik bir döngü sergilemeye devam eder (28). Uyku-uyanıklık döngüsünden sorumlu SKÇ lezyona uğradığı durumlarda sirkadiyen ritmin etkilendiği, başka bir hayvandan alınan SKÇ hücrelerinin lezyonlu hayvana nakli ile sirkadiyen ritmin tekrar kendini restore ettiği gözlenmiştir. Bununla birlikte, sirkadiyen ritmi etkileyen birtakım dışsal faktörler bulunmaktadır. Bunlardan en temel olanı güneş ışığıdır. Sirkadiyen ritim, gece ve gündüz döngüsüyle senkronize bir şekilde hareket gösterir ve ışığın artışıyla birlikte uyanıklığa geçişi, gece karanlığı ile uyku eğilimini besler. Döngüyü senkronize eden temel nöral unsur ise melatonin hormonudur. Sempatik noradrenerjik girdilerin etkisiyle epifiz bezinde melatonin üretimi ve salınımı gerçekleşir. Karanlıkta ise bu melatonin salınımı maksimum seviyeye ulaşır. Aksi durumda retinal girdiler



SKÇ nöronlarını uyararak epifiz bezinde melatonin üretimi ve salınımının durdurulmasına yönelik sinyalleri iletmektedir. İkinci temel faktör ise aydınlık-karanlık döngüsüne paralel bir şekilde değişen vücut ısısındaki değişimdir. Gece boyunca vücut ısısı düşer ve gündüz vücut ısısı tekrar yükselmeye başlar. Uyku-uyanıklık döngüsü de bu değişim ile senkronize olarak faaliyet gösterir (22, 28-30).

Gece nöbetleri, vardiyalı çalışma ve jetlag gibi sirkadiyen ritmi bozacak veya sürükleyecek deneyim ve alışkanlıklar birtakım fiziksel ve bilişsel bozulmaları da beraberinde getirmektedir. Yapılan çok sayıda çalışma ile sirkadiyen ritmin desenkronize olmasının olumsuz sonuçları açıkça gösterilmiştir (31).

Sirkadiyen ritim üzerine gerçekleştirilen çalışmalar uzun süredir bireysel farklılıklar üzerine de bulgular sağlamaktadır. 24 saatlik döngüde bireyler arası farklı fizyolojik, biyokimyasal ve psikolojik süreçler kaydedilmiştir (32). Kerkhof'un aktardığına göre; Wuth yaptığı gözlemlere göre iki farklı uyku tipi sınıflamıştır. İlki; akşam yorgunluğu ile yatağa erken giden, kısa sürede uykuya geçen, kısa sürede maksimum uyku derinliğine ulaşan ve sabah oldukça dinç şekilde uyananlardır. Bu kişiler sabah saatlerinde kendilerini daha dinç hissettiği ve akşam saatlerine göre daha iyi performans gösterdikleri belirtilmiştir. İkincisi ise akşamları kendilerini daha verimli hisseden, akşam uykuya görece daha geç giden, maksimum uyku derinliğine sabaha doğru ulaşan, sabah uyanmakta güçlük çeken ve uyandıklarında tam uyanıklık seviyesine geç ulaşan bireylerdir. (32). Kleitmen ise bu sınıflamaları sabahçıl ve akşamcıl tip olarak tanımlamıştır. Ara tip olarak bir sınıf daha belirtilmesine karşın yüksek önem atfedilmemiştir (33).

Östberg, İnsan Sirkadiyen Ritminde Sabahçıl-Akşamcıl Tipleri Değerlendirme Anketini geliştirmiş ve farklı alanlarda uygulamıştır. Yaptığı çalışmalarda sabahçıl ve akşamcıl tiplerin beslenme ve vücut sıcaklıkları örüntülerinin farklılaştığını bulgulamıştır (34). Vardiyalı çalışma üzerinde yaptığı bir diğer araştırmada, sabahçıl sirkadiyen özelliklere sahip bireylerin, akşamcıl bireylere göre vardiyalı işlere daha zor adapte olduğunu göstermiştir (35). Türkçe'ye uyarlamasında güvenilirlik çalışmasını Pündük ve arkadaşlarının yaptığı Sabahçıl-Akşamcıl Anketi literatürde hala yaygın olarak kullanılmaktadır (36).

#### 4.1.2. Neden uyuruz?

Uykunun mekanizmaları incelenmekle birlikte, uykuya neden gerek duyarız sorusu sadece insanlar ve memeli canlılar için değil diğer canlı organizmaların da dahil edildiği kapsamlı araştırmaları beraberinde getirmiştir. Şunu söylemek mümkündür ki, uyku hayvanlar aleminde evrenseldir. Böcekler, amfibiler, balıklar ve sürüngenler, kuşlar ve insanlar evrimsel değişim serüvenine göre bakıldığında uykunun varlığı tüm hayvan türlerinde gözlenmektedir. Omurgasızlar üzerinde yapılan araştırmalarda, örneğin solucanlarda dışsal uyarana gösterilen düşük tepkiselliğin görüldüğü uyku fazları görülmektedir. Solucanlar beş yüz milyon yıl önce kambriyen patlamasında oluşmuşlardır ve bu süre tüm omurgalı yaşamından öncesine dayanır. Buradan yola çıkarak ilkel canlılarda uyku ve benzeri durumların varlığı uykunun tarihsel süreci konusunda fikir sağlamaktadır. Evrim ağacında daha geriye gittiğimizde, bakteriler gibi yirmi dört saatten fazla süre hayatta kalan tek hücreli organizmaların en basit formlarının, sirkadiyen ritmin uyku-uyanıklık döngüsüyle eş zamanlı seyreden aktif-pasif fazlara sahip olduğu bulunmuştur (37-39).

Uykunun temel işlevine yönelik kabul gören başlıca teoriler bulunmaktadır. Bunlardan ilki Oswald'ın öne sürdüğü restorasyon teorisidir. Teoriye göre, uyku bedenin tamir edilip restore edilmesi için gelişmiştir (2). Bir diğeri, Adam'ın enerji korunumu teorisidir. Uykunun temel işlevinin hücresel enerjinin yenilenmesi, gün içerisinde harcanan enerjinin uyku esnasında tekrar üretilmesi ve korunması olduğunu ifade etmektedir (1).

Evrimsel teoriye göre ise, uyku örüntüsü çevreye yönelik adaptif davranışın bir sonucudur ve hayatta kalma yetisi ile ilişkilendirilebilir. Uykunun temel amacı hayatta kalabilmek için enerjinin korunmasıdır. Canlılar çevresel tehlikelere, av/avcı ilişkisine göre uyku davranışı geliştirir ve türler arasında farklılık göstermektedir (40). Uyku süresi ve zamanlaması, canlı türleri arasında farklılıklar göstermektedir. Bu farklılığın nedenlerine dair birtakım açıklamalar getirilmiştir. Türün beslenme tipi, av/avcı ilişkisindeki konumları, sinir sisteminin karmaşıklığı ve metabolik aktivite düzeyi gibi faktörler uyku davranışı üzerinde belirleyici rol oynar. Organizmanın ne kadar yüksek metabolik aktivitesi varsa, restorasyon sürecinde ihtiyaç duyulan uyku süresi de o kadar uzamaktadır. Organizmanın beyin büyüklüğü ile vücut büyüklüğü oranının

türlere göre değişimi canlıların uyku sürelerindeki değişkenliği anlamamıza olanak sağlar. Daha yüksek beyin /beden oranına ve yüksek metabolik aktiviteye sahip canlılar daha fazla uykuya gereksinim duyarlar. İnsan türü, günün yaklaşık üçte birini uykuda geçirir. Fillerde bu süre neredeyse insanların yarısı kadardır, böceklerde ise süre insanlardan çok daha uzundur (38,39).

Uykunun beyin üzerindeki işlevine yönelik nöral teorilere göre, uyku temel olarak beyin içindir ve gösterdiği fonksiyon kendi içerisinde metabolik ve bilişsel olarak ayrılabilir. Metabolik yaklaşımlar, uyanıklık süresince beyinde biriken artık bileşenlerin uyku sırasında detoksifiye edildiğini, uyanıklığın nöral substratlar üzerinde yol açtığı hasarın tamiri ve bu bileşenlerin yenilenmesi sürecinin gerçekleştiğini ifade etmektedir. Bilişsel yaklaşımların gösterdiğine göre uyku, beyin plastisitesini artırarak nöral gelişim, öğrenme ve bellek gibi üst düzey fonksiyonların sürdürülmesine hizmet eder. Uyku ve uykusuzluk sırasında hücrel sinyal iletimi farklılık gösterir. Uykusuzluk durumunda sinaptik potensiyasyonun indüklenmesi için gerekli olan hücrel uyarılabilirlik azalır ve beyin plastisitesine ilişkin moleküler mekanizmaları etkiler (3,41).

Uykunun bilişsel fonksiyonlar üzerindeki etkilerine yönelik gerçekleştirilen çalışmalarda kullanılan temel manipülasyon yöntemi uyku yoksunluğu oluşturmaktır. Uykunun beyin ve davranış üzerindeki etkisinin anlaşılması adına bir sonraki bölümlerde çalışmalar, uyku yoksunluğu perspektifinden incelenmektedir.

#### **4.2.Uyku Yoksunluğu**

İnsan türü günün yaklaşık üçte birini uykuda geçirmektedir. 7-8 saatlik gece uykusunun sağlığımız için en elverişli zaman aralığı olduğu belirtilmektedir (4). Uykusuz kaldığımızda ise birtakım fizyolojik, duygudurumsal, algısal ve bilişsel değişimleri bizzat deneyimleriz. Uykusuzluğun verdiği sıkıntıya rağmen içinde bulunulan sosyoekonomik şartlar, yaşam ve çalışma standartları dikkate alındığında uykunun öncelik olmaktan çıkabildiğini görmekteyiz. Bu durum gece uyanıklığının artmasına veya sabah yetersiz uyku ile uyanılmasına yol açabilmektedir (12). Hublin ve arkadaşlarının yaptığı çalışmaya göre Amerika'daki yetişkinlerde verimsiz uyku oranı %20 olarak kaydedilmiştir (42). Türkiye'de üniversite öğrencileri arasında yapılan bir çalışma, katılımcıların %69'unun uyku kalitesinin kötü olduğunu

bulgulamıştır (43). Uyku süresi ve verimli uykunun önemini gösteren bir başka konu ise uykuyla ilişkili motorlu araç kazalarıdır. 4600 kişi ile yapılan anket çalışmasında, katılımcıların %17,9'unun son üç yıl içerisinde sürüş esnasında uyuklamaya bağlı kaza yaşadığı kaydedilmiştir (44).

Uyku yoksunluğunun insanın farklı fizyolojik sistemlerinde bozulmalara neden olduğu ve birtakım risk faktörlerini arttırdığı araştırmalarca gösterilmiştir. Uyku yoksunluğunun, kan basıncı, glukoz metabolizması, hormon regülasyonu ve inflamasyon gibi kardiyovasküler risk faktörleri üzerinde geniş etkisi olduğu bilinmektedir. Ayrıca, uyku yoksunluğuna eşlik eden nöro-hormonal değişimlerin insülin direncini artırabildiği ve diyabet için bir risk faktörü olduğu belirtilmektedir (45,46). Pek çok üniversite öğrencisi, meslek çalışanı, özellikle sağlık görevlileri, askeri personeller ve vardiyalı çalışanlar düşünüldüğünde uykunun toplum sağlığı bakımından değinilmesi gereken önemli bir konu olduğu anlaşılmaktadır.

Literatürdeki uyku yoksunluğu araştırmalarına göre yoksunluk koşulu, yoksunluğun süresine ve türüne göre farklı sınıflandırmalar yapılarak incelenmektedir. Yoksunluğun türüne göre akut veya kronik uyku yoksunluğu araştırmaları gerçekleştirilmektedir. Kronik uyku yoksunluğu herhangi bir deneysel manipülasyonun kullanılmadığı klinik düzeydeki uyku bozukluğunu kapsayan araştırmaları içermektedir. Akut uyku yoksunluğu ise araştırmaları kendi içerisinde; gece uykusunun süresinin kısıtlandığı kısmi uyku yoksunluğu, bunun günlerce tekrarlanarak gerçekleştirildiği tekrarlı kısmi uyku yoksunluğu veya gece uykusunun tamamen ortadan kaldırıldığı kısa süreli (<45 saat) ve uzun süreli (>45 saat) total uyku yoksunluğu şeklinde sınıflandırılabilir (47).

#### **4.2.1. Uyku yoksunluğu ve bilişsel performans**

Uyku yoksunu bireylerde dikkatin sürdürülmesinde güçlük, uyarılara verilen yanıt sürelerinde azalma, artan impulsif davranış ve davranışsal inhibisyonda zayıflama, planlama becerisinde kayıp, yeni bilgi öğrenme ve beceri kazanma kabiliyetinin zayıflaması gibi çok yönlü bilişsel bozulmalar açığa çıkmaktadır (48-50). Azalmış uykunun yanı sıra artan uykunun da bilişsel işlevler üzerinde etkisi bulunmaktadır. Yapılan bir araştırmada, 11 saat veya daha fazla gece uykusunun,

ortalama 7 saat uyuyan bireylere göre genel bilişsel değerlendirme skorlarının daha düşük olduğu tespit edilmiştir (51).

Bilişsel işlevlerin neden artan uykusuzluğa karşı hassas olduğunu tartışan birtakım hipotezler sunulmuştur. Buna göre uyku yoksunluğunun etki mekanizmasına yönelik temel iki yaklaşım bulunmaktadır. İlki, uyku yoksunluğunun dikkat ve uyanıklık üzerinde genel bir etkiye sahip olduğunu belirtirken diğer yaklaşım, uyku yoksunluğunun belirli beyin yapıları ve işlevleri üzerinde seçici bir etki gösterdiğini öne sürmektedir. Genel etki yaklaşımına göre bilişsel performans; azalmış uyanıklık ve dikkatin neden olduğu kısa süreli kopmalar (lapse hypothesis), azalmış tepkisellik ve uyku-uyanıklık dengesizliği sebebiyle etkilenir (5,52). Dikkatte kaymalar ve kısa süreli dikkatsizliğin bilişsel performanstaki etkilenmenin temelini oluşturduğu düşünülmektedir. Bu dikkat boşluklarının uykusuzluğa bağlı açığa çıkan mikro-uykular (uyku durumuna benzer çok kısa süreli EEG aktiviteleri) sebebiyle oluştuğu belirtilmektedir (53). Mikro-uykuların arasında bilişsel fonksiyonların tekrar göreve odaklı hale geldiği düşünülürken, bu dikkat kaymalardan bağımsız olarak yavaşlamış bilişsel işleme gözlenmiştir. Yine aynı hipoteze göre uyku yoksunluğu; reaksiyon hızı ve tetiklik gerektiren uzun süreli, basit ve monoton testlerde bilişsel performansı daha çok etkilemektedir (54,55). Doran ve arkadaşlarının hipotezine (state instability hypothesis) göre, yukarıda bahsedilen dikkat sapmaları ve yavaşlamış reaksiyonun ötesinde, vijilans görevlerinde sergilenen efordaki dalgalanmalar uykusuzluk süresinin artışına paralel şekilde artış gösterir. Başka bir deyişle uykusuzluğun artışına bağlı düşük alert olma halinin, performanstaki dengesizliği yansıttığı öne sürülmektedir (56).

Seçici etki yaklaşımına göre, uyku yoksunluğu belirli beyin bölgelerine doğrudan etkide bulunarak bilişsel performansta bozulmaya yol açar. Bu beyin bölgeleri, fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI) ve pozitron emisyon tomografisi (PET) gibi metotlar ile tespit edilebilmektedir. Bu yaklaşımı destekleyen teorilerden en bilineni, ilk olarak Horne tarafından bahsedilen prefrontal hassasiyet hipotezidir (6). Teorinin temel varsayımı, uyku yoksunluğunun yargılama ve muhakeme etme, karmaşık düşünebilme, çalışma belleği, dil işlevleri ve yaratıcılık gibi fonksiyonlardan sorumlu olan prefrontal korteks üzerinde bozucu etki göstermekte olduğu yönündedir (57,58). Aynı yaklaşıma göre, deneklerin uzun ve

basit bilişsel görevlerdeki performans bozulmalarının temel sebebinin sıkılgnalık olduğu düşünülmektedir ve bu sebeple görevler karmaşık, yeni ve ilginç olmalıdır.

#### **4.2.2. Uyku yoksunluğunda beyin işlevselliği**

İnsan beyninin görev esnasında, dışsal uyarana maruz kalırken veya zihinsel bir efor sergilerken belirli sinir yapıları ve ağlarında açığa çıkan nöral aktiviteler, beyin fonksiyonel işlevselliğini yansıtmaktadır. Bununla birlikte beyin dinlenim halinde hiçbir görevle meşgul olmadığı durumlarda da aktive olduğu tespit edilen nöral sinir ağları bulunmaktadır. Literatürde default-mode network olarak geçen “varsayılan mod ağı” (VMA); medial prefrontal korteks (MPK) ve posterior singulat korteksi (PSK) içeren orta hat fronto-parietal beyin bölgelerini kapsar. Bir görev esnasında VMA’da aktivite düşüşü gerçekleşir ve görevin bitmesiyle tekrar aktivite artışı görülür. Bu görev, otobiyografik anılar veya önceden öğrenilmiş tahmin yürütmeye ilişkin ipuçları gibi depolanmış ilgili bilgilere erişim gerektirmedikçe, başarılı bir hedefe yönelik davranış elde etmek ve göreve ilişkin beyin ağlarını harekete geçirmek için VMA’nın baskılanması gereklidir (59,60).

Uyku yoksunluğunun etkilediği temel yapılardan biri de VMA’dır ve bu etki temel olarak iki yol ile gerçekleşir. İlki, VMA’nın görev ile ilişkili nöral yapılardan fonksiyonel olarak ayırt edilebilirliğinin azalmasıdır. Akut uyku yoksunluğu sonrasında, dikkat ilişkili görevler esnasında baskılanması beklenen dinlenim aktivitesinin sürdüğü görülmekte ve gözlenmesi beklenen göreve-ilişkin aktivite ile arasında dengesizlik oluşmaktadır. Başka bir ifadeyle, aktivasyon beklenen göreve-ilişkin beyin bölgelerinin baskın olamadığı, VMA’nın ise tam anlamıyla desenkronize olamadığı görülmektedir. Bunun temel sebebinin talamustan gelen ve uyarılma aktivitesinin düzenlenmesinde rol alan asendan nöral sinyallerin dengesizliği olduğu belirtilmektedir (61).

Uykusuzluk, göreve ilişkin ve dinlenim durumu nöral aktiviteleri değiştirmekle birlikte beyin bağlantısallığını da olumsuz etkilemektedir. Yoksunluğun etki gösterdiği ikinci mekanizma, bu sinir ağlarının farklı nodları arasındaki entegrasyonu bozmasıdır. Dinlenim durumu bağlantılarının ötesinde uyku yoksunluğu, dorsal dikkat ağı ve işitsel, görsel ve motor sinir ağlarındaki azalmış bağlantısallık ile de ilişkilendirilmektedir (62). Tüm beyin bağlantısallığının ölçümü göz önünde

bulundurulduğunda, bireylerin uyku yoksunu veya uykusunu almış olma durumları %60'ın üzerinde bir doğrulukla sınıflandırılabilir (63).

Genel itibariyle; uykusuzluğun beynin bağlantısal yapısını bozduğu, farklı beyin yapıları ile entegrasyonunu olumsuz etkilediği ve böylece beyinde işlevsel ayırımın etkilenecek hedefe yönelik adaptif davranışın geliştirilmesinin önüne geçtiği söylenebilir. Dinlenme durumu bağlantısallığın bozulması, göreve ilişkin etkilenmenin şiddeti üzerinde belirleyici olabileceği düşünülmektedir (60).

#### **4.2.3. Bireysel farklılıklar**

Uykusuzluğun insan fizyolojisi ve davranışı üzerindeki olumsuz etkisi bilinmekle birlikte, yorgunluk ve uyku yoksunluğuna verilen reaksiyon da bireyler arası farklılıklar göstermektedir. Bazı bireylerin uyku eksikliğine karşı daha kırılğan olduğu ve yol açtığı bilişsel yıkımın daha şiddetli olabileceği belirtilirken, diğer kimselerin uykusuzluk karşısında daha dirençli olduğu ve bilişsel performanslarının bir düzeye kadar korunduğu gözlenmiştir (7). Yeo ve arkadaşları yaptıkları bir çalışmada, uykusuzluğun etkilerine karşı daha hassas olan bireylerin genel beyin bağlantısallığının, uykusuzluğa dirençli bireylere göre azalma eğiliminde olduğunu gösterişlerdir (64). Bu fenotipik farklılığın nörobiyolojik kökeni tam olarak bilinmemektedir. Bireyler arası demografik özelliklerin ne derece değişkenlik gösterdiği net değildir. Ancak, akut uyku yoksunluğuna gösterilen hassasiyetin altında yatan güçlü genetik faktörler olduğundan bahsedilmektedir. Sirkadiyen ritim, uyku-uyanıklık ve bilişsel regülasyonda yer alan genetik polimorfizmler, uyku yoksunluğuna gösterilen hassasiyete ilişkin geniş fenotipik farklılıkların altında yatan mekanizmayı açıklayabilir (8).

### **4.3. Çalışma Belleği**

#### **4.3.1. Tarihsel bakış**

1950'lerin sonlarına kadar belleğin tek ve bölünmez bir yapıdan oluştuğu görüşü hakimdi. Yine yakın tarihlerde Brown (65) ve Peterson ve Peterson'un (66) yaptığı araştırmalarda, az miktarda bilginin tekrar edilmediği taktirde unutulduğunu gözlemler ve buradan yola çıkarak kısa süreli bellek (KSB) ve uzun süreli bellek (USB) sistemlerini öne sürdüler. Bellek sistemlerinin ayırımına yönelik daha açıklayıcı

bulgular, iki farklı nöropsikolojik hastalığın incelenmesi sonrası açığa çıkmaya başladı. Bunlardan ilki, bilgilerin bellekte uzun süreli tutulamaması ile kendini gösteren klasik amnestik sendromdur. Milner (67) tarafından çalışılan ve amnezisi bulunan H.M. vakasıydı. Yapılan değerlendirmeler sonucu H.M'nin yaptığı gündelik işleri, örneğin yemekte ne yediğini unuttuğu görüldü ancak hastalık öncesine dair uzun süreli belleği ise normaldi. İkincisi ise, Shallice ve Warrington (68) tarafından, tam ters şekilde kısa süreli belleğin korunduğu ancak uzun süreli belleğe ilişkin bilgilerde kaybın gözlemlendiği bir hasta tanımlanmıştır. Biriken bilimsel veriler ışığında birçok bellek modeli ortaya konulmuş olup en çok dikkate alınmış olan yaklaşımlardan biri Atkinson ve Shiffrin'in bellek modelidir (69). Bu modelin çalışma belleğine yönelik yaklaşımını geliştiren, Baddeley ve Hitch'in ortaya koyduğu çok bileşenli çalışma belleği modeli literatürde yaygın olarak kabul görmektedir (70). Baddeley'in modelinde değişiklikler yapan Cowan'ın çalışma belleği modeli de literatürde yer almaktadır (71).

#### **4.3.2. Çalışma belleği nedir ve nasıl çalışır?**

Çalışma belleği (ÇB); günlük aktivitelerin temelini oluşturan karar verme, harekete geçme, konuşmaları takip etme, yön bulma, yaratıcı düşünme ve problem çözme gibi zihinsel faaliyetlerin sürdürülmesini sağlayan, sınırlı sayıda bilginin hazırda tutulması ve bu bilginin manipüle edilmesi süreçlerini gerçekleştiren aktif bir sistem olarak tanımlanabilir (72).

Çevresel uyaranların alınması ve buna uygun yanıtların üretilmesi, öğrenme sayesinde gerçekleşir. Öğrenme süreci ise belleğin ürünüdür. Belleğin merkezde konumlandığı bilişsel bir yapıda dört farklı alt sistemden bahsedilebilir. Bunlar; kısa süreli bellek (KSB), uzun süreli bellek (USB), duyuşsal bellek (DB) ve çalışma belleğidir (ÇB). Duyuşsal bellek, çevresel uyaranlardan alınan bilginin anlık olarak tutulduğu sistemdir. KSB, elde edilen bilginin kısa süre pasif bir şekilde korunmasını sağlarken ÇB, sembolik bilginin kısa süreli aktivasyonu ve depolamasını sağlar ve aynı zamanda bilginin manipülasyonuna olanak sağlayarak ilişkisel belleği tamamlayıcı faaliyet gösterir. Bu bakımdan ÇB, pasif bir sistem olan USB ile bağlantılı bir konumdadır. Çalışma belleğini içeren basit bir aktivite; bir sayı dizisini akılda tutmak, bir toplama işlemi yaparken bir başka toplama işleminin sonucunu akılda tutmak gibi

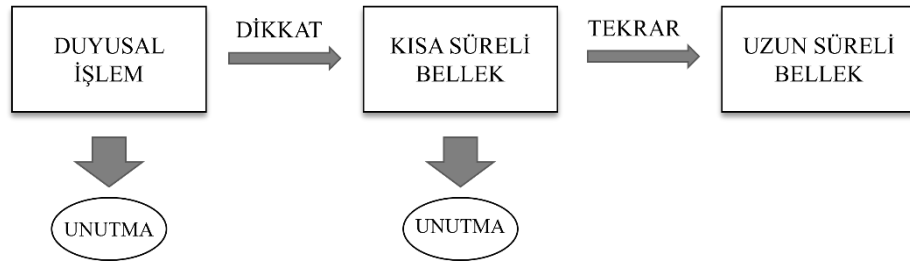


mental aritmetik becerilerinin yürütülmesini sağlar. Daha karmaşık görevler ise, bir satranç hamlesi planlamayı veya karmaşık bir cümle kurmayı içerir (73,74).

İnsanın zihinsel bir yetisi olarak ÇB ilk kez Miller ve arkadaşları tarafından bahsedilmiş (75), Atkinson ve Shiffrin bu terimi öne sürdükleri bellek konsepti içerisinde kullanmış (69) ancak, ÇB'nin teorik çerçevesinin oluşturulması ve ampirik kanıtlar ile desteklenmesi Baddeley ve Hitch tarafından gerçekleştirilmiştir (70).

#### 4.3.3. Atkinson ve Shiffrin'in bellek modeli

Atkinson ve Shiffrin'in modeline göre, bilginin çevresel uyarandan alınıp geçici bir duyuşal sistemde işlenmekte ve sınırlı kapasiteli bir kısa süreli depolamada tutulmaktadır. Bu sürecin çalışma belleği olarak görev aldığı, uzun süreli belleğe bilgi aktarımı ve bilginin geri çağırılması gibi faaliyetlerde rol aldığı öne sürülmüştür. KSB'den USB'ye bilgi aktarımının bilginin kısa süreli depolamada ne kadar kaldığına bağlı oldu belirtilmiştir (69).



**Şekil 4.3.3.1.** Atkinson ve Shiffrin'in Bellek Modeli. Baddeley'den uyarlanmıştır (76).

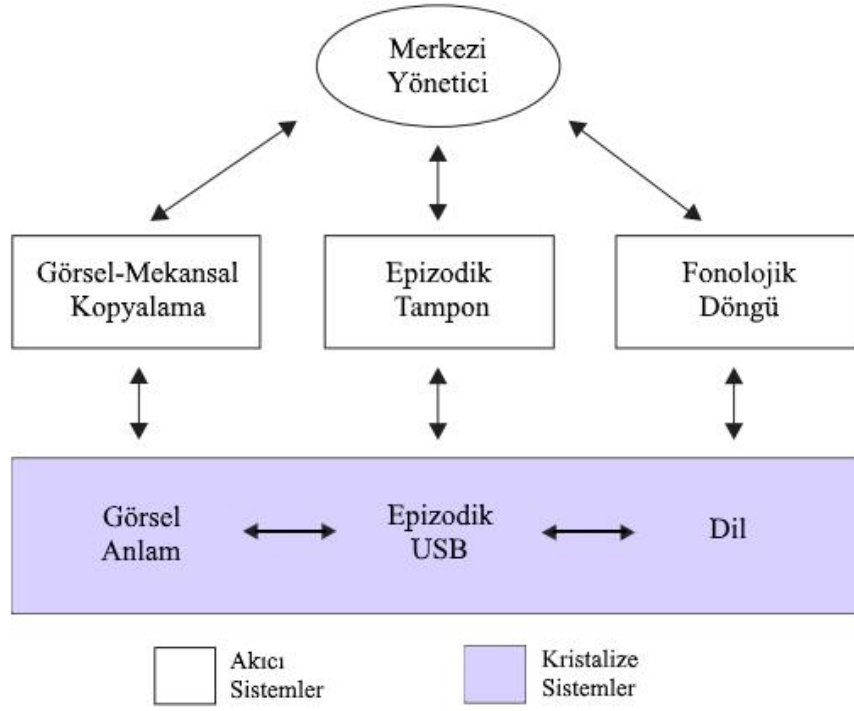
#### 4.3.4. Baddeley'in çok bileşenli çalışma belleği modeli

Atkinson ve Shiffrin'in bellek modelinde kısa süreli depolama sisteminin çalışma belleği gibi hareket ettiği, öğrenme ve bilişte aktif rol aldığı öne sürülmekteydi (69). Baddeley'e göre bu sistemin iki problemi vardır (77).

Bunlardan ilki öğrenme varsayımı ile ilgilidir. Kısa süreli bellekte tutulan bilginin uzun süreli öğrenmeyi gerçekleştireceğini garanti edememesi bakımından sistem sorunlu olarak değerlendirilir. Çünkü, öğrenme düzeyinin bilginin işleme şekline bağlı olduğuna dair veriler bulunmaktadır. Bellek öğelerine dair ayrıntılı

kodlamanın (ilişkisel bellek bağlantıları), kaydedilen itemin özelliklerine dikkat edilmesinden çok daha etkili olduğunu gösteren bulgular sunulmuştur. Craik ve Lockhart'ın bilginin işleme seviyelerini izah ettiği konseptte göre, bilginin uzun vadeli korunumu için zengin ve derin anlamlar aracılığı ile kodlanması gereklidir. Dolayısıyla, bir kelimeyi algısal ipuçları ile kaydetmektense anlamı ve duygusal ipuçları ile kaydetmenin daha kalıcı ve uzun süreli olacağı yönünde görüşlerini belirtmişlerdir (78).

İkinci sorun, nöropsikolojik değerlendirmelerden elde edilmiş olan, KSB'nin bozulduğu ancak USB'nin işlevini koruduğu vakalardır. Atkinson ve Shiffrin'in modeline göre KSB'nin yokluğunda bilgi hızla kaybolmalı ve öğrenme süreci olumsuz etkilenmelidir. KSB'ye atfedilen aktif bilişsel süreçler düşünüldüğünde bireylerin günlük işlevselliğinin şiddetle etkilenmesi beklenmektedir (76). Baddeley ve Hitch, bu sistemi değerlendirmek istediler ve KSB hastalarına erişim sağlayamadıkları için sağlıklı bireylerde akıl yürütme, anlama ve öğrenme gibi karmaşık görevlerin KSB'yi bozucu etkisini gözlemeyi hedefledikleri ikili bir görev simüle ettiler (70). Bireylere 8 itemli bir sayı dizisinin tekrar edilmesini içeren görev verildi ve aynı zamanda sunulan 2 harfin alfabetik sıralamasının doğrulanmasını gerektiren ek görev sunuldu. Beklenene göre, sekiz itemli bir görevde kişilerin KSB kapasiteleri sınırda olmalıydı. Sonuçlara bakıldığında bireylerin yanıt süreleri yüzde elli daha uzun sürmüştü ancak manidar düzeyde performans bozulması gözlemlenmedi. Buradan yola çıkarak Baddeley ve Hitch, bütüncül bir depolama sistemi yerine "üç bileşenli çalışma belleği modelini" öne sürdüler (70). Bu model, dikkat süreçlerinin sınırlı kapasitede kontrol edildiği "merkezi yönetici" ve ona bağlı iki alt sistem olan verbal ve akustik bilginin işlendiği "fonolojik döngü" ile görsel ve mekansal bilginin işlendiği "görsel-mekansal kopyalamadan" oluşmaktadır. Daha sonradan bu modele dördüncü bir bileşen olarak "epizodik tampon" eklenmiştir. (79).



**Şekil 4.3.4.1.** Baddeley ve Hitch'in Çok Bileşenli Çalışma Belleği Modeli. Baddeley'den uyarlanmıştır (80).

Merkezi yürütücü; akıl yürütme ve öğrenme gibi süreçlere hizmet eden girdilerin tutulması ve genel işlemlerini sağlayan sınırlı kapasiteli bir sistemdir. Baddeley, merkezi yürütücünün işlevini açıklayabilmek için Norman ve Shallice'in "denetleyici dikkat alt sistemi" yaklaşımını referans almışlardır (81). Bu yaklaşıma göre yürütücü sistemin birtakım temel yeterlilikleri vardır. Bunlardan ilki, dikkat kapasitesini sınırlayıcı herhangi faktörün bilişsel performansı bozacağı fikriyle öne sürülen dikkat odaklama kapasitesidir. İkinci olarak bu dikkate sınırlı sistem USB ile bilgi alışverişinde bulunarak çözüm üretme ve akıl yürütmenin gerçekleştirilmesini sağlamasıdır. Merkezi yürütücünün bir diğer özelliği, dikkatin bölünmesini sağlayarak çoklu görevlerin gerçekleştirilmesine olanak vermesidir. Yürütücünün son potansiyel kapasitesi olarak da dikkatin yer değiştirilmesi becerisi sayılabilir. Çalışma belleği modeline göre dikkat süreçleri yalnızca merkezi yürütücünün erişimindeyken alt sistemlerin dikkate yönelik aktif dahiliyeti bulunmamaktadır. (76,80).

Fonolojik döngü; kısa süreli depolamanın değerlendirildiği klasik sözel sayı dizisi prosedürüyle ilişkilendirilebilir. Seslendirme döngüsünün fonolojik depo ve içsel tekrarlar sistemi olarak iki bileşenden oluştuğu belirtilmiştir. İşitsel girdi ile elde edilen vokal izlerin içsel tekrarlar ile prova edilmediği durumlarda iki saniye içerisinde silindiği varsayılmaktadır. Fonolojik döngüye artikülasyon döngüsü dahil olursa bilginin hatırlanması devam etmektedir. Sadece işitsel değil ayrıca görsel bilginin de artikülasyon döngüsü yani iç ses ile fonolojik kodlara dönüşerek bilginin korunumu sağlanabilir. (80,82).

Görsel-mekansal kopyalama; görsel-mekansal bilginin geçici olarak tutulması ve manipüle edilmesini sağlayan, mekansal yön bulmada ve görsel-mekansal problemlerin anlaşılmasında önemli bir yere sahip olan sistemdir. Sistemin görsel ve mekansal bilgi arasında bir arayüz oluşturduğu ve USB'nin de dahil edilerek bilginin entegrasyonunu sağladığı varsayılır. Logei'nin içsel çizim olarak bahsettiği, fonolojik döngüye benzer şekilde görsel-mekansal bilgiyi içsel temsil ile tekrar etmenin bilginin saklanmasına yönelik bir mekanizma olabileceği düşünülmektedir (83). Ancak, bu sistemin alt bileşenlerini incelemenin fonolojik döngüden daha zor olduğu belirtilmiştir. Hem nöropsikolojik hem de nörogörüntüleme bulguları ışığında; oksipital lob aktivasyonunun görsel örüntünün işlenmesini, parietal aktivasyonun uzamsal bilginin temsilini ve frontal aktivasyonun ise koordinasyon ve kontrolü yansıtan kapsamlı bir görsel-mekansal kopyalama sistemini açıklayabileceği anlaşılmaktadır (80,84).

Epizodik tampon; çeşitli kaynaklardan gelen bilgileri bütünleştirebilen sınırlı kapasiteli geçici bir depo sistemi olarak değerlendirilmektedir. Bu sistemin, bilginin depodan getirilerek bilinçli farkındalığa ulaştırılmasını sağlayan merkezi yürütücü tarafından yönetildiği ve böylece algılanan bilgi ile USB arasında bir arayüz oluşturduğu varsayılmaktadır. Belirtilen tampon, bilginin uzay ve zaman bilgisinin bütünleştirilmesi bakımından epizodiktir. Epizodik USB'nin bozulduğu amnestik hastalarda da geçici depolamanın korunması bakımından Tulving'in (85) epizodik bellek teorisinden farklılaşmaktadır (77-79).

#### 4.3.5. Çalışma belleğinin nöral mekanizmaları

Çalışma belleğinin bilişsel konseptine dair teorileri takiben, nörogörüntüleme çalışmaları da çalışma belleğini ve bileşenlerini beynin organizasyonel yapısı içerisinde tanımlamayı ve nöral aktivasyon örüntüleri aracılığıyla göstermeyi hedeflemiştir. Lezyon çalışmaları ilk olarak çalışma belleği işlevini frontal lob ile ilişkilendirmiştir (86,87). Daha sonra maymunlar üzerinde yapılan nörofizyolojik kayıtlarda prefrontal korteks (PFK) nöronlarının bilginin zihinde aktif olarak tutulmasını gerektiren bir çalışma belleği görevi esnasında süregelen nöral aktivite gösterdiği kaydedilmiştir (88) Son birkaç on yıl içerisinde gerçekleştirilen çalışmalar çalışma belleğinin nöral bağlantılarının daha iyi anlaşılmasına yönelik çok sayıda bulgu sağlamıştır.

D'Esposito ve Postle, çalışma belleği işlevinin altında yatan 5 nöral mekanizmaya değinmişlerdir (89). İlk olarak, EEG ve fMRI yöntemlerinden elde edilen bulgulara göre çalışma belleği depolamasının süregelen nöral aktiviteden ziyade, sinaps yüklerinin geçici olarak yeniden organize olmasına bağlı olduğu düşünülmektedir. Bir başka deyişle belirli beyin bölgesindeki nöron popülasyonları amaca yönelik davranışın gerçekleştirilmesine hizmet eden bilgileri depolayabilir ve aktifleştirebilir.

İkinci olarak, PFK'nin hiyerarşik bir işlevsel organizasyona sahip olduğu ve fonksiyonun karmaşıklığının kaudalden rostrale doğru yapılandığı belirtilmiştir (90). Buradan hareketle öne sürülen fonksiyonel hiyerarşiye göre -frontal işlevler gerektirdiği karmaşık işlem bakımından seviyelendirilirse- herhangi bir seviyede değer düşüklüğünün varlığı, tüm üst düzeylerde bozulma olasılığını artırmalı, ancak daha düşük seviyede bir bozulma olasılığını artırmamalıdır.

Üçüncü mekanizmaya göre, PFK'in herhangi bir bölgesinden gelen aşağı yönlü sinyal, sinyali alan beyin bölgesine bağlı olarak farklı etki ve davranışsal çıktılara sebep olabilir. PFK yukarıdan aşağı kontrol sinyalleri ile iki şekilde faaliyet gösterir. Görevle ilgili bilgileri pekiştirip alakasız bilgileri bastırarak kazancı artırır. İkinci fonksiyonu ise posterior kortikal bölgelerde temsil edilen girdilerin seçiciliğini modüle etmesidir (91).

Dördüncü mekanizma, uzun mesafe bağlantısallığıdır. Posterior korteksin temsil ettiği uyarana özgü özelliklere kıyasla PFK'de görev kuralları, hedefler ve soyut temsiller gibi daha üst düzey bilgiler temsil edilir. Bununla birlikte PFK'nin diğer beyin bölgeleri ile senkronizasyonu, ÇB için kritik öneme sahiptir. Son mekanizma, beyin sapı nöromodülatörleridir. Dopamin, çalışma belleğinin işleminde önemli rol oynar. Beyin sapı, striatal ve prefrontal devredeki dopaminin bilişsel esneklik ve stabilitenin dengeli şekilde yürütülmesini sağlamaktadır (89).

#### **4.3.5.1. Materyalin türüne göre nöral organizasyon**

ÇB sisteminin fonolojik döngü ve görsel-mekansal kopyalama gibi alt bölümlere ayrılıyor olması, ÇB'de depolanan malzeme türünün farklı nöral organizasyonlar tarafından işlendiğini de göstermektedir. Araştırmalarda sözel, mekansal ve nesne bilgisi olmak üzere 3 temel materyal tipi kullanılmaktadır. Sözel bilgi; kelime, harf veya temel olarak dil ile ilişkili kodlanmış bellek materyalinin içsel ses ile tekrar edilmesiyle sürdürüldüğü bilgilerdir. Mekansal bilgi, uyarının uzaydaki konumuna ilişkin bilginin saklanması gerektirir. Nesne bilgisi ise mekansal özelliğin önemsiz olduğu nesnenin kimliğini ve görsel özelliklerini içeren bilgilerdir (92).

Wager ve Smith, ÇB'nin materyale ilişkin organizasyonuna yönelik 3 temel prensipi değerlendirmişlerdir (92). İlki, dorsal ve ventral ağı sırasıyla mekansal ve nesne bilgisi için işlev gösterdiği bulgusudur. Dorsal akım, ekstrasriat korteksten köken alarak intraparietal sulkusa (IPS) projekte olur. Ventral akım ise ekstrasriat korteksten inferior frontal pole ulaşır (93,94). Frontal kortekste materyale özgü organizasyona ilişkin ikinci yaygın hipotez, verbal ve akustik bilginin beyinde sol hemisferde temsil edildiğidir. Bunun sebebinin, bilginin içsel vokal tekrarıda rol alan Broca alanı olduğu belirtilir. Üçüncü temel prensibe göre, görsel-mekansal bilgi sağ hemisfere lateralize olmuşken, nesne bilgisi ise sol hemisferde temsil edilir (95).

Yapılan çok sayıda araştırma, çalışma belleği fonksiyonunun dorsolateral prefrontal korteks (DLPFK), anterior singulat korteks (ACC) ve parietal korteksi (PK) içeren nöral ağı içerdiğini göstermiştir (95,96). Daha spesifik olarak, DLPFK'nin Baddeley'in merkezi yürütücü olarak tanımladığı sisteme karşılık gelen, bilginin işlenmesi ve entegre edilmesini sağlayan, karar verme süreçlerini yöneten, bilginin sürdürülmesi ve kapasiteye bağlı geri getirilmesinden sorumlu merkez olduğu

düşünülmektedir (97,98). ACC'nin, elde edilen bilginin gereksinime göre uyarlanması ihtiyacını denetleyen dikkat denetleyicisi olarak rol almaktadır (99). Parietal korteks ise duyuşsal ve algısal işlemenin gerçekleştiğı bir çalışma alanı olarak tanımlanmıştır (100,101).

Çalışma belleğine ilişkin güncel sinirbilimsel yaklaşım, tıpkı diğler sistemlerde olduğı gibi sisteme özgü nöral yapıların entegre şekilde bir bütün olarak faaliyet gösterdiği yönündedir. Yine de çok bileşenli ÇB modelinin beyindeki temsili, modelin işlevsel olarak ayrıştırılmasına yönelik bakış sunmaktadır (100).

#### ***4.3.5.2. İşleme türüne göre nöral organizasyon***

Materyalin türüne göre organizasyon; sözel, mekansal ve nesne ilişkili bilginin ayrıştırılması, tutulması ve farklı çağırma stratejilerine yönelik özelleşmiş nöral yapılar bulunması bakımından oldukça karmaşıktır. Buradan yola çıkarak işleme özgü nöral sistemlerin varlığı D'Esposito ve arkadaşları tarafından bahsedilmiştir (102). Bu organizasyon yaklaşımına göre frontal kortekste materyal tipinden bağımsız ancak farklı işleme türleri ile çalışan dorsal-ventral bir gradyanın varlığına dair bulgular sunulmuştur. Görüşe göre, superior frontal korteks (SFK) bilginin gözetimi ve manipülasyonuna dahil olurken, ventral frontal korteks (VFK) daha çok basit depolama görevlerinde tekrarlama (rehearsal) için gereklidir (103). Bu yaklaşım, genel olarak dorsal-yürütücü ve ventral-depolama hipotezi ile tutarlıdır. D'Esposito ve Postle'in değındiğı frontal korteksin hiyerarşik yapısının anlaşılması, çeşitli yürütücü süreçlerin dorsal-ventral gradyanda detaylı sınıflandırılmasına katkı sağlayabilir (89).

#### **4.4. Uyku Yoksunluğu Çalışma Belleğini Nasıl Etkiler?**

Önceki bölümlerde uyku yoksunluğunun beynin işlevselliğı ve kognitif işlevler üzerindeki etkilerinden ve bunun olası sebeplerine dair teorilerden bahsedilmiştir. Bu bölümde yalnızca çalışma belleğı özelinde uyku yoksunluğunun etkilerine değinilmektedir. Çalışma belleğinin değerlendirilmesi çok sayıda paradigma ile gerçekleştirilebilmektedir. Bu paradigmalardan biri de araştırmalarda yaygın olarak kullanılan n-geri görevidir. N-geri görevinin de kendi içerisinde işitsel, görsel, spasyal, nesne varyasyonları bulunmaktadır. Owen ve arkadaşlarının yaptıkları meta-analiz çalışmasında n-geri görevi ile gerçekleştirilen çalışma belleğı araştırmalarına göre,

görev varyasyonlarından bağımsız 6 bölgede istikrarlı aktivasyon tespit edilmiştir (101). Bilateral ve medial posterior parietal korteks, bilateral premotor korteks, bilateral dorsolateral prefrontal korteks, bilateral rostral prefrontal korteks ve bilateral mid-ventrolateral prefrontal kortekstir.

Çalışma belleğinin uyku yoksunluğundan nasıl etkilendiğine yönelik araştırmalar literatürde geniş bir yer bulmuştur. Uyku yoksunluğu dikkat ve çalışma belleğini içeren yürütücü işlevler üzerinde geniş ölçekli bozucu bir etkiye sahiptir. Uyku yoksunluğu sonrasında dikkatin sürdürülmesi gereken görevlerde yanıt sürelerinin azaldığı ve daha çok görev hatalarının yapıldığı gözlenmektedir (52). Bununla birlikte yeni strateji geliştirmede güçlük ve hatalara karşı yeni strateji geliştirmeden ziyade eski stratejiyi sürdürme davranışı görüldüğü belirtilmektedir (49). Uyku yoksunluğu; çalışma belleğinin incelendiği çok sayıda araştırmada kullanılan görevin içeriği ve materyalindeki çeşitliliğe rağmen işitsel, görsel ve mekansal dikkat görevlerinde, basit dikkat görevlerinde ve psikomotor uyanıklık değerlendirmelerinde yavaşlamış yanıt süreleri ve azalmış başarı oranları ile ilişkilendirilmiştir (104,105). Buradan uyku yoksunluğunun çalışma belleğini tüm boyutlarıyla etkilediği anlaşılmaktadır (106).

Yapılan nörogörüntüleme araştırmalarınca Horne'un prefrontal hassasiyet teorisi ile uyumlu olarak uyku yoksunluğundan en çok etkilenen bölgenin frontal lob aktivitesi olduğu ancak, çalışma belleğinin spesifik olarak incelendiği çalışmalarda uyku yoksunluğunun frontal ve parietal kortekslerin dahil olduğu daha geniş bir nöral ağı etkisi altına aldığı görülmektedir (10). Uyku yoksunluğu sonrası hem görevle ilişkili seçici beyin bölgelerinin hem de global bir nöral etkilenmenin görüldüğü bilinmektedir. Etkilenen spesifik beyin bölgeleri prefrontal korteksi ve özellikle bilginin manipüle edilmesi ve sürdürülmesinde kilit rolü olan dorsolateral prefrontal korteks, posterior parietal korteks, broca alanı ve sözel tekrarlamanın dahil olduğu premotor alanlardır (107). Chee ve Choo yaptıkları çalışmada dorsolateral prefrontal kortekste uyku yoksunluğu sonrası artan aktivite kaydedilmiş ve bunu uyku yoksunluğunun muhtemel bir telafi çabası olarak yorumlamışlardır (10). Artan görev karmaşıklığının uyku yoksunluğu sonrası bu bölgelerde görülen aktivitenin korunmasını sağladığına dikkat çekmişlerdir. Tüm bu sonuçlarla birlikte, yapılan



araştırmalarda defalarca elde edilen bulgu uyku yoksunluğu sonrası fronto-parietal ağ aktivitesinde azalmadır. Parietal bölgelerdeki aktivite azalması çalışmalar arası oldukça tutarlı olsa da frontal bölgedeki tartışmalı bulgular uyku yoksunluğu sonrası bilişsel yüke gösterilen telafi edici aktiviteyle ilişkilendirilmiştir (106). Diğer spesifik örüntülerden bağımsız olarak şunu söylemek mümkündür ki uyku yoksunluğu çalışma belleğiyle ilgili olarak frontal ve parietal bölgedeki aktivasyonları ve bu bölgeler arasındaki bağlantısallığı etkilemektedir (108).

Olaya ilişkin potansiyel çalışmaları da uyku yoksunluğunun B üzerindeki olumsuz etkilerini ortaya koymuştur. Peng ve arkadaşları 36 saat uykusuzluk sonrası çalışma belleği ile ilişkili N2 ve P3 yanıtlarının frontal-parietal bölgelerde azaldığını ancak, asıl etkinin frontal bölgede görüldüğünü bulgulamışlardır (109).

#### **4.5.Elektroensefalografi (EEG)**

Elektroensefalografi (EEG), beynin elektriksel aktivitesinin yüksek zamansal çözünürlükle milisaniyeler içerisinde kaydedilmesini sağlayan bir fonksiyonel nörogörüntüleme yöntemidir. Elektriksel sinyaller, elektrik yüklerinin sinir sistemi boyunca hareketinin bir sonucudur. Kaydedilen bu elektriksel potansiyeller sinir sisteminin içsel elektrofizyolojik özelliklerini yansıtmaktadır. Sinir sisteminde nöronların dinlenme membran potansiyelindeki değişimin neden olduğu aksiyon potansiyelleri, kurdukları bağlantıya göre eksitatör (EPSP) veya inhibitör post-sinaptik potansiyellere (IPSP) yol açar. EEG'de kaydedilen elektriksel sinyallerin temel kaynağı serebral korteksteki piramidal nöronlardan elde edilen bu post-sinaptik potansiyellerdir. Açığa çıkan bu potansiyelleri üreten kaynakların ve elektriksel alanların belirlenmesi beynin elektrofizyolojik örüntülerinin anlaşılmasına katkı sağlamaktadır (11).

Beynin elektriksel aktivitesi ilk defa 1875 yılında Caton tarafından gözlemlenmiş ancak, devamında insan dışı canlılarda beynin elektriksel aktiviteleri incelenmiş olmasına rağmen insan beyninde yapılan ilk elektroensefalografi kaydı 1929'da Hans Berger tarafından gerçekleştirilmiştir (110). EEG, temel olarak iki elektrot arasında değişen potansiyel farklarının kaydedilmesine dayanır ve iki farkı kayıt yöntemi kullanılır. Bipolar kayıta, her iki elektrot baş üstünde aktif doku üzerinde yer alırken monopolar kayıta bir elektrot baş üzerinde aktif dokuya

yerleştirilirken, referans elektrotu kulak lobu gibi bir inaktif dokuya yerleştirilir. Açığa çıkan potansiyeller devamlı olarak iki elektrot arasında genlik ve frekanslar bakımından bölgeden bölgeye ve gerçekleşen farklı nöral süreçlere göre değişkenlik gösterir (111). Beyinde açığa çıkan dalgaların farklı frekans bantlarına göre sınıflandırmasını yapmak mümkündür. Beynin doğal frekansları olan bu sınıflandırmaya göre; delta (0,5-3,5 Hz), teta (4-7 Hz), alfa (8-13 Hz), beta (15-28 Hz) ve gama (30-70 Hz) şeklindedir.

Uzun yıllar EEG sinyallerinin aslında sadece bir arka plan gürültüsü olduğu veya beynin rölantisini yansıttığı düşünceleri bulunmaktaydı. Ancak, sonrasında uyarılmış potansiyeller üzerine gerçekleştirilen çalışmalar, elde edilen sinyallerin beynin elektrofizyolojik işleyişi hakkında göz ardı edilemeyecek bilgiler barındırdığı fikrini kuvvetlendirmiştir (112). Berger, 1929'da insan beyni üzerinde yaptığı elektroensefalografi kaydı ile gözler kapalı sakin bir ortamda artan alfa frekansı (8-13Hz) aktivitesinin arttığını göstermiştir. Davis (113), işitsel uyarının insan beynindeki elektrofizyolojik süreçler üzerindeki etkisini inceleyerek uyarılmış potansiyellere yönelik bu alandaki çalışmalara öncülük etmiştir.

EEG verisi hem klinik hem de bilimsel uygulamalar için oldukça kullanışlı olduğu görüldü. Fakat, sinyallerin ham halinin spesifik nöral süreçlerin incelenmesi için elverişli olmayışı bilişsel sinirbilim çalışmaları için yeni tekniklerin gelişmesini sağladı. Kaydedilen EEG birden fazla kaynaktan sinyal topladığı için bir nörobilişsel süreci ayırt etmek güçtü. Nöral yanıtı yönelik basit olarak averajlama tekniği veya daha karmaşık olan zaman-frekans analizi gibi teknikler kullanmak mümkündür. Averaj alma yöntemi ile spesifik bir bilişsel veya emosyonel uyarana verilen spesifik yanıtlar, uyarının geldiği an sıfır noktası olarak referans alınarak incelemeye tabi tutulmasını sağlamıştır. Bu spesifik yanıtlar "olaya ilişkin potansiyeller" olarak adlandırılmaktadır (114). Olaya ilişkin potansiyellerdeki en önemli keşif 1965 yılında, uyarın sonrası üç yüzüncü milisaniyede açığa çıkan pozitif yönlü dalgayı ifade eden P300 bileşeninin bulunması ve bilişsel fonksiyonlarla ilişkili olduğu gösterilmesidir (115).

#### **4.5.1. Olaya İlişkin Osilasyonlar**

Uyarılmış ve olaya ilişkin potansiyeller üzerinde yapılan çalışmalar EEG sinyallerinin spesifik göreve özgü yorumlanmasının önünü açmış ve olaya ilişkin potansiyellerin aslında farklı frekans bantlarındaki salınımların bir araya gelmesiyle oluştuğu prensibinin ortaya atılmasıyla bilimsel araştırmalara yeni boyut kazandırmıştır (116). Erol Başar, 1980’de EEG olaya ilişkin osilasyonlara yönelik düşünce ve yaklaşımlarını bir araya getirdiği kitabı ile osilasyon çalışmalarına öncülük etmiştir (117).

Olaya ilişkin osilasyonlar; bir uyaran sonrası açığa çıkan, beyinde seçici olarak dağılım gösteren ve fonksiyonel olarak duyuşal ve kognitif süreçlerle ilişkili olan salınımlardır. Bu salınımlar olaya ilişkin potansiyellerin farklı frekans bantlarında filtrelenmesiyle elde edilip incelenebilmektedir (118).

##### **4.5.1.1.Delta**

0,5-3,5 Hz delta osilasyonunun yüksek frekanslara göre beynin en ilkel salınımı olduğu öne sürülmüştür (119). Stampfer ve Başar ise olaya ilişkin delta yanıtlarının bilişsel süreçlerdeki öneminden ilk bahseden araştırmacılarıdır (120). Delta osilasyonunun beyinde birçok generatörü olduğu bilinmektedir. Bunlardan bazıları piramidal nöronlar, beyin sapı, nükleus akumbens ve glial hücrelerdir. Deltanın bilişsel korelatlarına bakıldığında, seyrek uyaran paradigmasında hedef uyarılara verilen yanıtlar delta osilasyonu ile ilişkilendirilmiştir. Ancak delta bu yanıtın sadece bir kısmını oluşturur. Delta yanıtı 200 milisaniyede negatif, 400 milisaniye civarında ise pozitif pik yapan geniş bir salınımdır ve teta osilasyonu ile seyrederek. Seyrek uyaran paradigmasında açığa çıkan P300 yanıtının çok sayıda frekansın birlikteliği ile oluştuğu, özellikle delta ve teta salınımlarının P300’ün temel bileşenleri olduğu belirtilmektedir (121). Bu sebeple deltanın bilişsel görevlerdeki rolünün öneminin arttığı söylenebilir. Delta yanıtının dikkat, algılama, öğrenme, sinyal algılama ve karar vermeye ilişkin bilişsel yükler ile açığa çıktığı ve bilişsel bozulmalara duyarlı olduğu ifade edilmiştir (122).

Delta salınımlarının çalışma belleğindeki rolü de yapılan araştırmalarla ortaya konmuştur. Knyazev’in yaklaşımına göre delta osilasyonu motivasyonla ilişkilidir ve

amaca yönelik bir işin gerçekleştirilmesi için motivasyon gereklidir (123). Buradan yola çıkarak çalışma belleğinde iyi performans gösterilmesi yüksek motivasyon gerektirdiği ve delta osilasyonlarının ÇB performansı ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Deltanın mental görevler sırasındaki dikkatin bir göstergesi olduğu ve görev gerekliliklerinin artışıyla delta bandındaki yanıtın da arttığı belirtilmiştir (124). Zarjam ve arkadaşları, çalışma belleği görevinde farklı frekans bantlarının bilişsel yük seviyeleri karşısındaki değişimini incelemiş ve delta salınımının bilişsel yüke en duyarlı frekans bandı olduğunu bulgulamışlardır (125). Harmony, derlemesinde deltanın birçok bilişsel proseslerde rol almasının farklı nöral ağları modüle ediyor oluşuyla açıklamakta ve dikkat gerektiren bilişsel görevler esnasında frontal korteksten kaynaklanan deltanın uzak nöral popülasyonlara etki etmesinin mümkün olduğunu belirtmektedir (126). Başar'ın teorisine göre farklı görevler ve fonksiyonlar farklı salınım dinamiklerinin ortaya çıkmasına neden olur. Bir frekans yalnızca bir göreve özgü olmadığı ve farklı görevlerde yer alabileceği ve buna farklı frekans bantlarının eşlik edebileceğini vurgulamaktadır. Böylece bütüncül bir beyin işleyişi ve fonksiyonel etkileşimleri açıklamak mümkün olabilir (111,118).

#### ***4.5.1.2.Teta***

4-7 Hz teta osilasyonları ilk kez W. Grey Walter tarafından literatüre kazandırılmış, bilişsel korelasyonları ise Grastyan ve arkadaşları tarafından ilk kez sıçan hipokampusunda gösterilmiştir (127). Erken çalışmalar tetanın epizodik bellek ve görsel-mekansal işleme ile ilişkisine odaklanmıştır. Devamında gelen araştırmalar, tetanın bilişsel-duygusal olarak geniş bir spektrumda rol aldığını, duyuşsal ve motor işleme ile, pasif-aktif dikkat süreçleri ile ilgili olduğunu göstermiştir. Teta, hipokampal fizyolojinin temel bir bileşeni olmasına karşın bilişsel korelasyonları hipokampusla sınırlı değildir. Seçici olarak prefrontal korteks, parieto-temporo-okspital ve limbik kortekslerde yer bularak kortiko-hipokampal etkileşimi oluşturur (121,128). Teta salınımlarının ayrıca medial septumda gabaerjik inhibitör nöronlarca üretildiği belirtilmiş (129) ve yürütücü işlevlerde fonksiyonel bir inhibisyon görevi üstlendiği Huster ve arkadaşları tarafından bahsedilmiştir (130).

Başar ve arkadaşları teta salınımlarının önemine ilişkin birtakım bulgular paylaşmışlardır. Bu bulgulara göre teta yanıtı, kedi beyinde P300 yanıtının en sabit

komponentidir. Bimodal duyuşsal uyarımların frontal bölgede yüksek teta yanıtlarını indüklediği görölmüş ve daha karmaşık etkinliklerin frontal işlemeyle ilişkin teta salınımlarını artıracakđı belirtilmiştir. Teta'nın başka bir özelliğine göre, seyrek uyarın paradigmasında hedef uyarınlara verilen olaya ilişkin teta yanıtının yaklaşık 300 milisaniyeden sonra ikinci bir zaman penceresine sahip olduğu veya uzadığı görölebilmektedir. Tetanın uzaması seçici dikkat ile ilişkilendirilmiştir. Odaklanmış dikkati, P300'ü ve yüksek beklenti durumlarını indükleyen uyarınlarla elde edilen potansiyellerin frontal korteks, parietal korteks ve limbik sistemde değişiklik gösterdiği belirtilmektedir (131). Teta osilasyonunun çalışma belleği ile ilişkinini gösteren araştırmalar literatürde geniş bir yere sahiptir. (132-135). Raghavacari ve arkadaşları çalışma belleği görevi sırasında sözel bilginin işlenmesinde açığa çıkan kuvvetli kortikal teta aktivitesini göstermiştir. Bu aktivite bilginin geri getirilmesi gereken bir saklama süresi boyunca sürdürölmüştür. Buradan yola çıkarak teta salınımlarının alakalı ve alakasız bilgiyi denetleyen bir kontrol mekanizması olduğunu öne sürmüşlerdir (136). Ayrıca, kodlanması gereken bilgi sayısının artmasıyla gerçekleşen çalışma belleği yükündeki artış frontal teta yanıtlarını kuvvetlendirdiği gösterilmiştir. Çalışma belleğinin materyal türündeki varyasyonlarına rağmen teta salınımlarının tutarlı bulguları sürdürdüğu belirtilmektedir (137).

#### **4.5.1.3. Alfa**

Spontane ve uyarılmış 10 Hz alfa salınımları hücresele seviyede incelenmiş ve bir gürültü değil, beynin temel fizyolojik özelliklerini yansıttığı ortaya konmuştur. Çok sayıda çalışmanın da gösterdiği üzere bilişsel hedeflere yönelik tekrarlanabilen alfa salınımları açığa çıkmaktadır. Alfa genel itibariyle beynin pasif durumunu veya rölantisini yansıtmaz, dahası bu pasif durumlar beynin bazı proseslerini yansıtan bileşenler olabilir (138).

Alfanın duyuşsal, bilişsel ve motor bileşenleri de bulunan çok boyutlu fonksiyonelliğe sahiptir. Olaya ilişkin alfa salınımlarının bilişsel komponenti birçok grup tarafından çalışılmıştır. Alfa'nın çalışma belleği ile ilişkinisi ilk defa Başar ve Stampfer tarafından bahsedilmiş (139), Klimesch grubunun yayınları ile bu konuda yeni bilgiler literatüre kazandırılmıştır. Bilişsel yükün frontal kortekste 10 Hz salınımları artırdığı gösterilmiştir. Başar ve Güntekin, alfa salınımlarının yalnızca

bilişsel olayların bir işareti olarak görmekten ziyade beyin ve vücutta işleyişi ve iletişimi sağlayan temel yapı taşları arasında olduğunu vurgulamışlardır (140).

#### ***4.5.1.4.Beta***

15-28 Hz beta salınımının özellikle motor sistemlerde, hareket bozukluklarının patofizyolojisinde ve yukarıdan aşağıya işlemeyle ilgili algısal ve bilişsel süreçlerde fonksiyonel rol aldığı bilinmektedir. Motor sistemlerde daha çok motor görevin başlatılması ve sürdürülmesi, bilişsel ve algısal boyuttan ise, bilişsel görevin sürdürülmesi ve istenmeyen-alakasız uyarıların yukarıdan aşağı elimine edilmesi görevlerini üstlenmektedir (141).

#### ***4.5.1.5.Gama***

Nöral popülasyonların aktivasyonu beyinde görsel, işitsel, somatosensoriyel, motor kortekslerde, parietal korteks ve hipokampusta gamma bandında ritmik salınımlara yol açtığı bilinmektedir. İnhibitör ara nöronların gama senkronizasyonunun temel kaynağı olduğu belirtilirken, hızlı frekanstaki gamaların kortikal aktivasyonla bağlantılı olduğu öne sürülmüştür. Gama salınımları ayrıca duyuşsal uyarımlarda, dikkatin yönlendirilmesinde ve çalışma belleğinin sürdürülmesinde rol aldığı gösterilmiştir. Bu sebeple gama bandında görülen senkronizasyonların nöral aktivitenin temel bir bileşeni olduğu söylenebilir (142).

## **5. MATERYAL VE METOT**

### **5.1.Örnekleme**

Araştırmaya gönüllülük esasına dayalı olarak 18-30 yaş aralığında 30 katılımcı dahil edilmiştir. Katılımcılar çalışma hakkında bilgilendirilmiş ve gönüllü onam formu imzalatılmıştır. Çalışma kapsamında 24 saat uyku yoksunluğu koşulu için 15 katılımcı (8K-7E), dinlenmiş/uykusunu almış kontrol grubu için 15 katılımcı (8K-7E) çalışmaya dahil edilmiştir. Katılımcıların tümü baskın olarak sağ elini kullanmakta, hiçbirinin nörolojik veya psikiyatrik tanısı bulunmamakta ve ilgili bir ilaç kullanmamaktadır. Katılımın ön koşulu olarak yalnızca iyi uyku kalitesine sahip bireylere çalışmada yer verilmiştir. Sirkadiyen ritimleri değerlendirilen adaylardan akşamcıl ve akşamcıla yakın özelliklere sahip olanlar çalışmanın dışında tutulmuştur.

### **5.2.Kullanılan Ölçekler**

#### **5.2.1. Pittsburg uyku kalitesi indeksi (PUKİ)**

Katılımcıların uyku kalitelerini değerlendirmek amacıyla Pittsburgh Uyku Kalitesi İndeksi'nin Türkçe Versiyonu kullanılmıştır (143). Ölçek, 19 maddeden ve 7 bileşenden oluşmakta; uyku kalitesi, uyku latansı, uyku süresi, uyku verimliliği, uyku şikayetleri, uyku ilacı kullanımı ve gün içi işlevselliği son bir ayı göz önünde bulundurarak değerlendirmektedir. Çalışma kapsamında uykusuzluğun etkilerinin daha iyi gözlenebilmesi ve çalışmanın literatürle uyumlu olması amacıyla yalnızca iyi uyku kalitesine sahip bireyler ( $PUKİ < 6$ ) araştırmaya dahil edilmiştir.

#### **5.2.2. Sabahçıl-akşamcıl anketi (SAA)**

Sirkadiyen ritim tiplerinin değerlendirilmesi amacıyla Sabahçıl-Akşamcıl Anketi'nin Türkçe Versiyonu kullanılmıştır (36). Ölçek 19 sorudan oluşmakta ve elde edilen skora göre;

- 16-30 kesinlikle akşamcıl,
- 31-41 akşamcıl tipe yakın,
- 42-58 ara tip,
- 59-69 sabahçıl tipe yakın,
- 70-86 kesinlikle sabahçıl tip olarak değerlendirilmektedir.

Uygulanan ölçek doğrultusunda akşamcıl tipe yakın ve kesinlikle akşamcıl sirkadiyen özelliklere sahip bireyler araştırma kapsamı dışarısında tutulmuştur.

### **5.2.3. Stanford uykululuk ölçeği (SUÖ)**

Anlık uyanıklık durumunun değerlendirilmesi için Stanford Uykululuk Ölçeği kullanılmıştır (144). Ölçek, uyanıklıktan uykuluğa doğru seyreden 7 seviyeli tek bir sorudan oluşmaktadır. Ölçeğe göre günün herhangi bir dilimindeki anlık uyanıklık durumları 7 seviye üzerinden puanlanır. Çalışma kapsamında bu ölçek, EEG oturumunun hemen öncesinde katılımcıların uykululuk durumlarının belirlenmesi amacıyla kullanılmıştır.

### **5.2.4. Epworth uykululuk ölçeği (EUÖ)**

Güvenirlilik ve geçerlik çalışması Ağargün ve arkadaşları tarafından yapılan Epworth Uykululuk Ölçeği 8 sorudan oluşmaktadır ve bireyin gün içi uykululuk durumunun değerlendirilmesinde kullanılmıştır (145).

## **5.3. Deney Dizaynı ve Prosedür**

### **5.3.1. Uyku yoksunluğu prosedürü**

Deney grubu katılımcıları; EEG oturumundan 2 gece önce yaklaşık 7-9 saat kadar gece uykusu uyumuş olmaları gerektiği konusunda bilgilendirilmiştir. Katılımcılar, uyandıktan sonraki 24 saat boyunca hiçbir şekilde uyumamışlardır. Uyandıktan sonraki 12 saatlik gündüz vaktinde günlük tüketim rutinleri dahilinde çay ve kahve vb. gibi kafeinli içecek, alkol ve sigara kullanımı serbest bırakılmış; 12 saatlik gece süresince hiçbir uyarıcı veya yatıştırıcı madde tüketmemişlerdir. 24 saatlik uykusuzluğun sonunda ise EEG oturumu gerçekleştirilmiştir. Katılımcılar uykusuzluk süresini kendi tercih ettikleri yerde geçirmişlerdir. 24 saat uykusuzluk süresi boyunca rutinleri dışında aşırı fiziksel aktiviteden kaçınmaları gerektiği konusunda bilgilendirilmişlerdir. Katılımcılar onayladıkları takdirde EEG oturumundan önce ve sonra, laboratuvara ulaşım ve dönüş yolunda kendilerine eşlik edilmiştir.

### **5.3.2. Kontrol grubu prosedürü**

EEG oturumundan önceki 2 gece boyunca yaklaşık 7-9 saat kadar gece uykusu uyumuş olmaları gerektiği konusunda bilgilendirilmiştir. Deneyden önceki gün 12



saatlik gündüz vaktinde günlük tüketim rutinleri dahilinde çay ve kahve vb. gibi kafeinli içecek, alkol ve sigara kullanımı serbest bırakılmış; 12 saatlik gece süresince hiçbir uyarıcı veya yatıştırıcı madde tüketilmemesi gerektiği ve rutinleri dışında aşırı fiziksel aktiviteden kaçınmaları gerektiği konusunda bilgilendirilmişlerdir.

### **5.3.3. N-geri görevi**

Çalışma belleğinin değerlendirilmesi amacıyla N-geri görevinin 2-geri koşulu seçilmiş, “Sözel 2-geri” ve “Görsel-Mekansal 2-geri” versiyonları uygulanmıştır (101,146). Deney tasarımı E-Prime 2.0 yazılımı kullanılarak oluşturulmuş ve sunulmuştur.

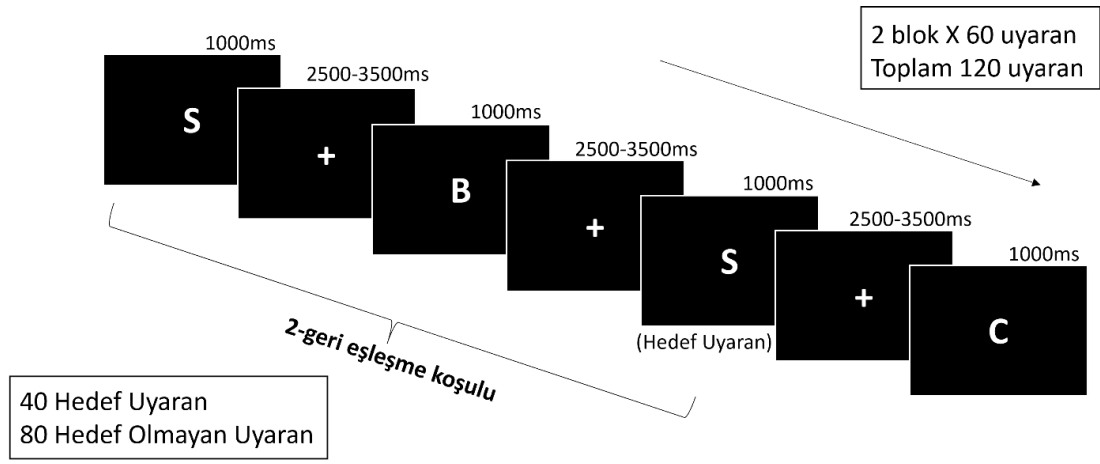
2-geri görevine göre, ekranda belirli zaman aralıklarıyla bir dizi uyarıcı sunulur ve katılımcıdan o an ekranda beliren uyarıcının kendisinden “2” önce sunulmuş uyarıcı ile aynı olup olmadığını takip etmesi beklenir. Eğer ekranda görülen uyarıcı kendisinden 2 önce sunulmuş olan uyarıcı ile aynı ise “hedef uyarıcı” olarak adlandırılır ve klavyede önceden belirtilmiş bir tuşa basılması istenir, eğer aynı değil ise “hedef olmayan uyarıcı” olarak adlandırılır ve klavyede önceden belirtilmiş başka bir tuşa basması istenir. Bu görev, ekranda sunulan her uyarıcı için arka arkaya tekrarlanır.

### **5.3.4. Sözel 2-geri görevi**

Çalışmada kullanılan sözel 2-geri görevinde uyarıcılar 12 büyük sessiz harften oluşmaktadır (B, C, D, G, H, K, M, P, S, T, Y, Z). Harf seçiminde şekil benzerliği bulunan harflerin bir arada bulunmasından kaçınılmaya çalışılmıştır. Harfler, siyah arka planının üzerine gümüş renkte, ekranın tam ortasında konumlanmakta, katılımcı ile ekran arasındaki mesafe ise 100 cm'dir. Uyarıcılar ekranda 1000 milisaniye süreyle sunulmuş olup, iki uyarıcı arasındaki süre 2500-3500 milisaniye arasında değişmektedir ve ekranın ortasında fiksasyon amacıyla “+” işareti bulunmaktadır. Sözel 2-geri deney oturumu 60 uyarıcıdan oluşan bloklar halinde 2 blok olarak uygulanmış, toplamda 120 uyarıcı sunulmuştur (Şekil 5.3.4.1). Uyarıcıların üçte biri hedef uyarıcılardan oluşmaktadır. Ekranda sunulan uyarıcı hedef uyarıcı ise klavyede “1” tuşuna basması, hedef uyarıcı değil ise klavyede “2” tuşuna basması istenmiştir.

Katılımcılara mümkün olduğunca hızlı yanıtlamaları talimatı verilmiş, uyarın ekrandan kaybolduktan sonra verilen yanıtlar geçersiz yanıt olarak kabul edilmiştir.

Deney oturumu öncesinde katılımcıların deneyi kavraması amacıyla 30 uyarandan oluşan alıştırmaya oturumu uygulanmıştır. Sadece alıştırmaya oturumunda, katılımcılara her uyarandan sonra ekranda “√”, “X” veya “yanıt verilmedi” şeklinde geri bildirim verilmiştir. Alıştırma oturumu %80 başarıya ulaşılan kadar tekrar edilmiştir.

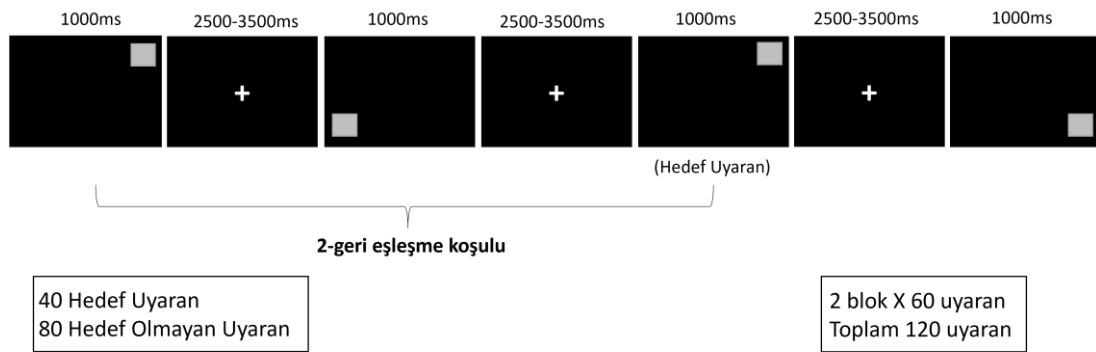


Şekil 5.3.4.1. Sözel 2-geri görevi deney dizaynı

### 5.3.5. Görsel-mekansal 2-geri görevi

Çalışmada kullanılan 2-Geri görevinin görsel mekansal versiyonunda uyarınlar, ekranın 8 farklı noktasında konumlanan dörtgenlerden oluşmaktadır. Dörtgenler, siyah arka planın üzerine gümüş renkte ve ekran büyüklüğünün %15'i ölçüsünde ayarlanmıştır. Katılımcı ile ekran arasındaki mesafe, istenmeyen göz hareketlerinin azaltılması amacıyla 100 cm olarak ayarlanmıştır. Uyarınlar ekranda 1000 milisaniye süreyle sunulmuş olup, iki uyarın arasındaki süre 2500-3500 milisaniye arasında değişmektedir ve ekranın ortasında fiksasyon amacıyla “+” işareti bulunmaktadır. Görsel-mekansal 2-geri deney oturumu 60 uyarından oluşan bloklar halinde 2 blok olarak uygulanmış, toplamda 120 uyarın sunulmuştur (Şekil 5.3.5.1). Uyarınların üçte biri hedef uyarınlardan oluşmaktadır. Ekranda sunulan dörtgenin konumu kendisinden iki önce sunulan dörtgenin konumu ile aynı ise hedef uyarın olarak kabul edilmiş ve klavyede “1” tuşuna basması, hedef uyarın değil ise klavyede “2” tuşuna basması

istenmiştir. Katılımcılara mümkün olduğunca hızlı yanıtlamaları talimatı verilmiş, uyarı ekrandan kaybolduktan sonra verilen yanıtlar yanlış yanıt olarak kabul edilmiştir. Deney oturumu öncesinde katılımcıların deneyi kavraması amacıyla 30 uyarıdan oluşan alıştırmaya oturumu uygulanmıştır. Sadece alıştırmaya oturumunda, katılımcılara her uyarıdan sonra ekranda “√”, “X” veya “yanıt verilmedi” şeklinde geri bildirim verilmiştir. Alıştırma oturumu %80 başarıya ulaşılan kadar tekrar edilmiştir.



**Şekil 5.3.5.1.** Görsel-mekansal 2-geri görevi deney dizaynı

#### 5.4.EEG Kaydı

Deney grubu katılımcıları yirmi dört saat uykusuzluk sonrasında, kontrol grubu katılımcıları ise dinlenmiş bir şekilde laboratuvara gelmiş ve EEG oturumu gerçekleştirilmiştir. İlk olarak dört dakika gözler açık ve dört dakika gözler kapalı olacak şekilde spontane aktivite kaydı alınmış, sonrasında sırasıyla sözel 2-geri görevi ve görsel-mekansal 2-geri görevi esnasında EEG kaydı gerçekleştirilmiştir. Kayıt için BrainAmp 32 Channel DC System kullanılmış, uluslararası 10/20 sistemine göre düzenlenmiş 32 Ag-AgCl elektrot yerleşimli elastik kepe ile Fp1, Fp2, F7, F3, Fz, F4, F8, Ft7, Fc3, Fcz, Fc4, Ft8, Cz, C3, C4, T7, T8, Tp7, Cp3, Cpz, Cp4, Tp8, P3, Pz, P4, P7, P8, O1, Oz ve O2 elektrotlarından kayıt alınmıştır. 500 Hz örnekleme hızı ve 0.01-250 Hz bant limitleri ile kayıt gerçekleştirilmiştir. Referans elektrotu olarak sağ ve sol kulak memesine (A1+A2) iki Ag-AgCl elektrot yerleştirilmiştir. Sol gözün medial üst kısmına ve lateral orbital kısmına yerleştirilen elektrotlar aracılığıyla oküler aktivite kaydedilmiştir. Çalışma boyunca tüm elektrotların empedans değerleri 10 kOhm'un altında tutulmuştur.

## 5.5.EEG Analizi

EEG verileri ilk olarak gürültülerin temizlenmesi ve verinin istenmeyen sinyallerden arındırılması amacıyla birtakım ön işleme aşamalarından geçmiştir. Sonrasında ise Dalgacık Dönüşümü Analizi (DDA) yöntemi kullanılarak Güç Spektrumu Analizi ve Faz Kilitlenmesi Analizi (FKA) ile olaya ilişkin EEG yanıtları farklı frekans bantlarında (delta 0.5-3.5 Hz, teta 4-7 Hz, alfa 8-13 Hz) incelenmiştir. Analizler BrainVision Analyzer 2.2 yazılımı ile gerçekleştirilmiştir.

### 5.5.1. Ön işleme aşaması ve uygulanan analizler

EEG kaydı, 2-geri görevlerinde hedef olan ve hedef olmayan uyaranlar olarak bölünerek iki farklı işlem ağacı üzerinde analizler gerçekleştirilmiştir. Analize yalnızca doğru ve zamanında yanıt verilen uyaranların bulunduğu epoklar dahil edilmiştir. Öncelikle EEG verisine 0.1-60 Hz dijital filtre uygulanmış ve 50 Hz şebeke gürültüsü veriden ayıklanmıştır. Bağımsız Bileşen Analizi (BBA) kullanılarak göz kırpması ve göz hareketlerine bağlı gürültüler tespit edilip çıkarılmıştır. Uyarının geldiği nokta sıfır noktası olacak şekilde kayıt -3000ms ve 3000ms aralığında 6 saniyelik epoklara ayrılmış, -1000ms ile 1000ms aralığı göz önünde bulundurularak artefaktlardan arındırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Artefakt temizleme işleminden sonra epoklar -1000ms ile 1000ms zaman penceresinde tekrar segmente edilmiştir. Yine BrainVision Analyzer programı ile epoklar üzerine farklı frekans bantları için (delta 0.5-3.5 Hz, teta 4-7 Hz, alfa 8-13 Hz) olaya ilişkin güç spektrumu ve faz kilitlenmesi analizleri uygulanmış ve tüm epokların ortalaması alınmıştır. Bu işlemler her katılımcının EEG kaydı için uygulandıktan sonra deney ve kontrol grubunun genel ortalamaları alınarak her bir frekans bandı için karşılaştırılmıştır.

### 5.5.2. Olaya ilişkin güç spektrumu analizi

Uyaran sonrası açığa çıkan sinyalin güç değerinin zaman-frekans düzleminde hesaplanmasını sağlayan analiz yöntemidir. Uyaran öncesi belirli bir zaman aralığı referans alınarak uyaran öncesi aktivite uyaran sonrası yanıtta çıkarılmaktadır. Uygulanan analizde “sürekli dalgacık dönüşümü” kullanılmıştır. Uyarının geldiği an “0” noktası kabul edilmiş, yavaş frekanslar için (0.5-13 Hz) uyaran öncesi [-500,-300ms] aralığı referans alınmış ve morlet parametresi 3 olarak seçilmiştir. Elde edilen

güç spektrum sonuçlarına göre 1-3,5 Hz için uyarın sonrası 150-550 milisaniyelik zaman aralığı, 4-6,5 Hz için 0-200 ve 200-400 milisaniyelik zaman aralığı, 8-13 Hz için 0-200 milisaniyelik zaman aralığına ait ortalama güç değerleri hesaplanmış ve istatistiksel analizlere geçilmiştir.

### **5.5.3. Olaya ilişkin faz kilitlenmesi analizi (FKA)**

Faz kilitlenmesi, uyarın sonrası açığa çıkan sinyalin faz açısının uyarınlar arası benzerliğini hesaplayan analiz yöntemidir. Faz kilitlenmesi 0 ile 1 arasında değer almaktadır. 0 düşük faz kilitlenmesi, 1 ise yüksek faz kilitlenmesini göstermektedir. Elde edilen faz kilitlenmesi sonuçlarına göre 1-3,5 Hz için uyarın sonrası 150-550 milisaniyelik zaman aralığı, 4-6,5 Hz için 0-200 ve 200-400 milisaniyelik zaman aralığı, 8-13 Hz için 0-200 milisaniyelik zaman aralığına ait ortalama faz kilitlenmesi değerleri hesaplanmış ve istatistiksel analizlere geçilmiştir.

## **5.6. İstatistiksel Analiz**

İstatistiksel yöntem olarak “Tekrarlı Ölçümler ANOVA” analizi Jamovi 1.6.23. programı ile gerçekleştirilmiştir. EEG verileri üzerinde yapılan analizler ile elde edilen elektrotlara ait sayısal verilerin karşılaştırılması için iki farklı Tekrarlı Ölçümler ANOVA analizi uygulanmıştır. Elektrotlar kümelenecek 3 lokasyon oluşturulmuştur (F3-C3, T7-TP7, P3-P7-O1). İlk analiz; 2 grup, elektrotların kümeleneşiyle oluşturulan 3 lokasyon (fronto-santral, temporo-parietal ve parieto-oksipital) ve 2 hemisfer (sağ ve sol) sadece hedef uyarınlar için uygulanmıştır. İkinci analizde ise yine 2 grup, elektrotların kümeleneşiyle oluşturulan 3 lokasyon (fronto-santral, temporo-parietal ve parieto-oksipital), 2 hemisfer (sağ ve sol) ve 2 uyarın türü (hedef olan ve hedef olmayan) faktörleri olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Anlamlılık düzeyleri Greenhouse-Geisser düzeltmesi yapılmış  $p$  değerleri üzerinden yorumlanmıştır. Analizin devamında ise çoklu karşılaştırmalar için post-hoc testlere hem alfa düzeltmesi uygulanmadan hem de Bonferroni ile bakılmıştır. Çoklu karşılaştırmalar, Jamovi 1.6.23. yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Karşılaştırmalar için anlamlılık düzeyi  $p < ,05$  olarak sabitlenmiştir. 2-geri görevinden elde edilen davranışsal sonuçların gruplar arası karşılaştırılması Mann Whitney U Testi ile incelenmiştir. Bu yöntem ek olarak grup içi hedef ile hedef olmayan

uyaranlara verilen cevaplar arasındaki farkı incelemek için Wilcoxon Testi uygulanmıştır.

### **5.7.Etik Kurul Onayı**

Bu araştırma, İstanbul Bağcılar Medipol Mega Üniversite Hastanesi EEG Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiş olup, İstanbul Medipol Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı E-10840098-772.02-2603 sayılı etik kurul kararı ile onaylanmıştır.

## 6. BULGULAR

Uyku yoksunluğunun çalışma belleği üzerindeki etkilerinin EEG olaya ilişkin salınımlar ile incelenmesi amacıyla gerçekleştirilen çalışmaya; uyku yoksunluğu koşulunun uygulandığı 15 ve kontrol grubu için 15 katılımcı olmak üzere toplamda 30 sağlıklı genç katılımcı dahil edilmiştir. Katılımcıların demografik bilgileri tablo 6.1’de gösterilmektedir.

**Tablo 6.1.** Katılımcıların Demografik Bilgileri

Grup	N		Yaş (Ort.±SS)	Eğitim (yıl) (Ort.±SS)
	Kadın	Erkek		
Kontrol Grubu	8	7	24±2	16±2
Uyku Yoksunu	8	7	24±3	16±2
Toplam (N=30)	16	14	24±3	16±2

Çalışmanın ön değerlendirme aşamasında dahil edilme kriteri olarak katılımcıların uyku kaliteleri Pittsburg Uyku Kalitesi İndeksi (PUKİ) ile değerlendirilmiş ve 6’dan düşük skor alanlar çalışmaya dahil edilmiştir. Sirkadiyen ritim tipleri ise Sabahçıl-Akşamcıl Anketi (SAA) ile değerlendirilmiş olup 42 ve üzeri skor alanlar çalışmaya dahil edilmiştir. Grup ortalamaları tablo 6.2’de gösterilmektedir.

**Tablo 6.2.** Ön Değerlendirme Ölçeklerinin Grup Ortalama ve Standart Sapmaları

Grup	PUKİ (Ort.±SS)	SAA (Ort.±SS)
Kontrol Grubu	3±1	58±8
Uyku Yoksunu	4±1	53±7

Katılımcıların genel gün içi uykululuk durumlarının değerlendirilmesi amacıyla Epworth Uykululuk Ölçeği (EUÖ) kullanılmıştır. EEG oturumu öncesi tüm katılımcıların anlık uykululuk durumlarının değerlendirilmesi amacıyla Stanford Uykululuk Ölçeği (SUÖ) kullanılmıştır. Ölçek skorlarının gruplar arası karşılaştırması tablo 6.3 ve 6.4’te gösterilmektedir.

**Tablo 6.3.** Epworth Uykululuk Ölçeği Skorlarının Gruplar Arası Karşılaştırması

Grup	N	Medyan(Min; Maks)	MWU	<i>p</i>
Kontrol Grubu	15	6(1; 12)	105,500	,770
Uyku Yoksunu	15	6(1; 13)		
Toplam	30			

*p*<,05\*, *p*<,01\*\*, *p*<001\*\*\*

Uyku yoksunu ve kontrol grupları için Epworth Uykululuk Ölçeği skorlarının karşılaştırması parametrik olmayan Mann-Whitney U Testi ile gerçekleştirilmiş olup, test olasılık düzeyi *p*>,05 olduğundan dolayı gün içi uykululuk skorlarında gruplar arası anlamlı bir fark olmadığı anlaşılmaktadır.

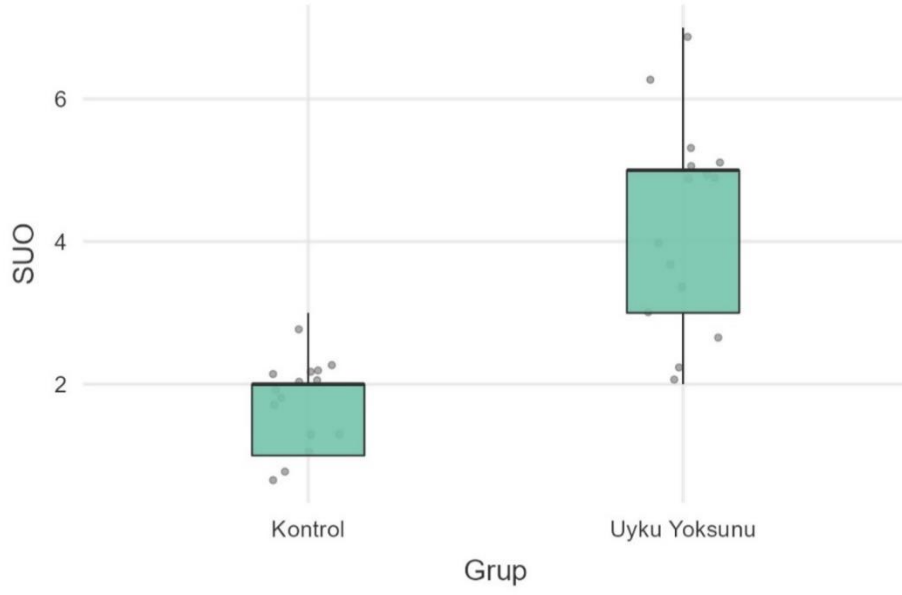
**Tablo 6.4.** Stanford Uykululuk Ölçeği Skorlarının Gruplar Arası Karşılaştırması

Grup	N	Medyan(Min; Maks)	MWU	<i>p</i>
Kontrol Grubu	15	2(1; 3)	12,500	<,001***
Uyku Yoksunu	15	5(2; 7)		
Toplam	30			

*p*<,05\*, *p*<,01\*\*, *p*<001\*\*\*

Uyku yoksunu ve kontrol grupları için Stanford Uykululuk Ölçeği skorlarının karşılaştırması parametrik olmayan Mann-Whitney U Testi ile gerçekleştirilmiştir. Test olasılık düzeyi *p*<,01 olduğundan dolayı uyku yoksunu grubun deney öncesi uykululuk skorlarının (5(2; 7)) kontrol grubunun deney öncesi uykululuk skorlarından (2(1; 3)) anlamlı düzeyde yüksek olduğu sonucuna varılmaktadır.





**Şekil 6.1.** Stanford Uykululuk Ölçeği skorlarının gruplar arası dağılımını gösteren kutu grafiği

### 6.1.Davranışsal Bulgular

Bu araştırmada çalışma belleği performansının değerlendirilmesi için iki farklı n-geri görevi olan sözel 2-geri görevi ve görsel-mekansal 2-geri görevi kullanılmış, görevlere ilişkin başarı oranları ve reaksiyon süreleri incelenmiştir. Reaksiyon sürelerinin incelendiği istatistiksel analizlere yalnızca doğru yanıtlar dahil edilmiştir.

#### 6.1.1. Sözel 2-geri görevi başarı oranları

Uyku yoksunu ve kontrol grubunun sözel 2-geri görevinde yer alan hedef uyaran, hedef olmayan uyaran ve tüm uyaranlara ait yüzdelik başarı skorlarına ilişkin tanımlayıcı istatistikler tablo 6.1.1.1’de, medyan değerleri ve gruplar arası performans karşılaştırmaları ise tablo 6.1.1.2’de verilmiştir.

**Tablo 6.1.1.1.** Sözel 2-Geri Görevi Başarı Oranı Tanımlayıcı İstatistikleri

Grup	Uyaran Türü	N	Ort.±SS	Min.	Maks.
Kontrol Grubu	Hedef Olmayan	15	87,50±8,03	71,25	100,00
	Hedef Olan	15	81,66±9,80	62,50	97,50
	Genel	15	85,55±7,64	71,66	98,33

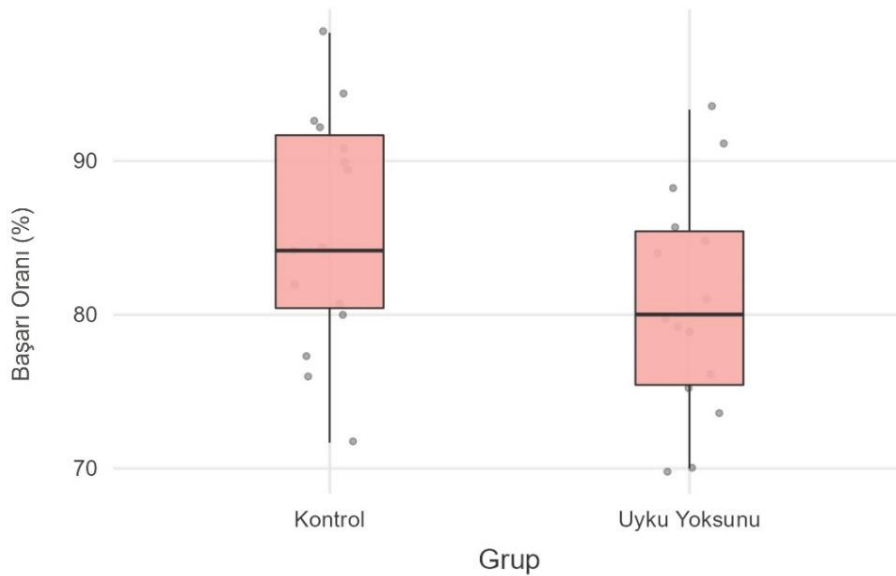
Uyku Yoksunu	Hedef Olmayan	15	81,08±10,25	60,00	97,50
	Hedef Olan	15	80,00±8,50	65,00	92,50
	Genel	15	80,71±7,18	70,00	93,33

**Tablo 6.1.1.2.** Sözel 2-Geri Görevi Gruplar Arası Başarı Oranı Karşılaştırması

Uyarın Türü	Medyan(Min.; Maks.)		MWU	p
	Kontrol (N=15)	Uyku Yoksunu (N=15)		
Hedef Olmayan %	90(71,25; 100,00)	82,50(60,00; 97,50)	70,500	,042*
Hedef Olan %	82,50(62,50; 97,50)	77,50(65,00; 92,50)	100,500	,316
Genel %	84,16(71,66; 98,33)	80,00(70,00; 93,33)	72,000	,048*

*p* < ,05\*, *p* < ,01\*\*, *p* < 001\*\*\*

Uyku yoksunu grup ve kontrol grubunun sözel 2-geri görevi sırasındaki başarı oranları arasındaki fark her uyarın türü için parametrik olmayan Mann-Whitney U Testi ile incelenmiştir. Hedef olmayan, hedef olan ve genel başarı yüzdeleri için üç farklı test sonucu elde edilmiştir. Hedef olmayan ve genel başarı yüzdeleri için test anlamlılık düzeyi *p* < ,05 bulunmuş; uyku yoksunu grubun hedef olmayan ve genel başarı oranlarının kontrol grubundan düşük olduğu anlaşılmıştır.



**Şekil 6.1.1.1.** Sözel 2-geri görevi genel başarı oranlarının gruplar arası dağılımını gösteren kutu grafiği

### 6.1.2. Sözel 2-geri görevi reaksiyon süreleri

Uyku yoksunu ve kontrol grubunun sözel 2-geri görevinde yer alan ve doğru yanıt verilen hedef uyaran, hedef olmayan uyaran ve tüm uyaranlara ait reaksiyon sürelerini milisaniye cinsinden gösteren tanımlayıcı istatistikler tablo 6.1.2.1’de, medyan değerleri, grup içi ve gruplar arası karşılaştırmalar ise tablo 6.1.2.2 ve 6.1.2.3’te verilmiştir.

**Tablo 6.1.2.1.** Sözel 2-Geri Görevi Reaksiyon Süresi Tanımlayıcı İstatistikleri

Grup	Uyaran	N	Ort.±SS	Min.	Maks.
Kontrol Grubu	Hedef Olmayan	15	651,05± 71,33	511,97	773,64
	Hedef Olan	15	647,13± 78,27	509,61	810,41
	Genel	15	650,06± 68,64	511,25	777,80
Uyku Yoksunu	Hedef Olmayan	15	703,07± 62,13	533,09	804,48
	Hedef Olan	15	654,07± 62,13	462,26	727,13
	Genel	15	686,25± 56,99	512,94	752,62

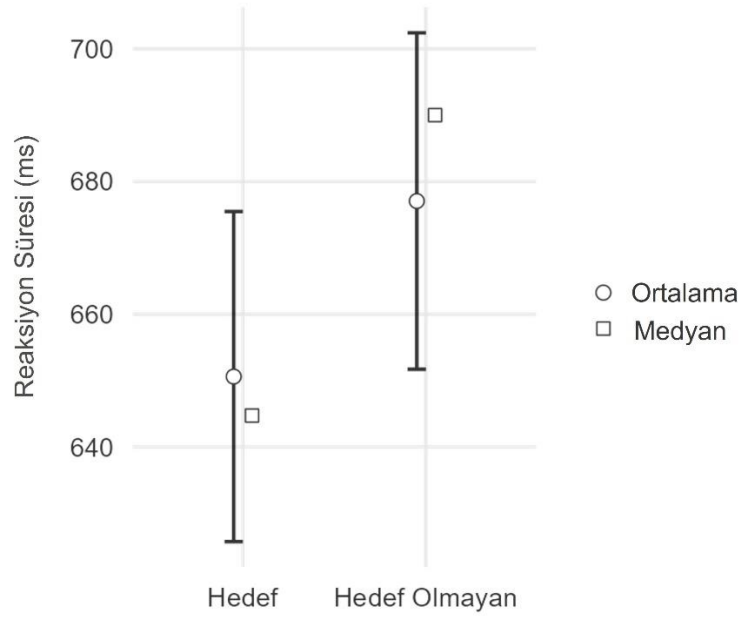
**Tablo 6.1.2.2.** Sözel 2-Geri Görevi Reaksiyon Sürelerinin Uyaran Türüne Göre Karşılaştırması

Grup	Uyaran Türü	Medyan(Min.; Maks.)	Wilcoxon (W)	p
Kontrol Grubu	Hedef Olmayan	645,07(511,97; 773,64)	58,0	,467
	Hedef Olan	639,31(509,61; 810,41)		
Uyku Yoksunu	Hedef Olmayan	710,96(533,09; 804,48)	3,00	<,001***
	Hedef Olan	649,57(462,26; 727,13)		
Genel	Hedef Olmayan	690,02(511,97; 804,48)	119	,009**
	Hedef Olan	644,73(462,26; 810,41)		

$p < ,05^*$ ,  $p < ,01^{**}$ ,  $p < 001^{***}$

Sözel 2-geri görevi reaksiyon sürelerinin hedef olan ve hedef olmayan uyaranlara göre farklılaşp farklılaşmadığı parametrik olmayan Wilcoxon Testi ile incelenmiştir. Kontrol grubu için test anlamlılık düzeyi  $p > ,05$  bulunmuş ve uyaran türüne göre reaksiyon sürelerinin anlamlı düzeyde farklılaşmadığı bulunmuştur. Uyku yoksunu grup için test anlamlılık düzeyi  $p < ,001$  bulunmuş ve katılımcıların hedef uyaranlara (649,57(462,26; 727,13)) hedef olmayan uyaranlardan (710,96(533,09; 804,48)) daha hızlı reaksiyon verdikleri belirlenmiştir. Örneklem grubunun geneline bakıldığında ise test anlamlılık düzeyi  $p < ,01$  olup, hedef uyaranlara verilen reaksiyon sürelerinin

(644,73(462,26; 810,41)) hedef olmayan uyarılardan (690,02(511,97; 804,48)) anlamlı düzeyde kısa olduğu gör÷lmektedir.



**Şekil 6.1.2.1.** Sözel 2-geri görevi reaksiyon sürelerinin uyarı türüne göre dağılımını gösteren çizgi grafiği

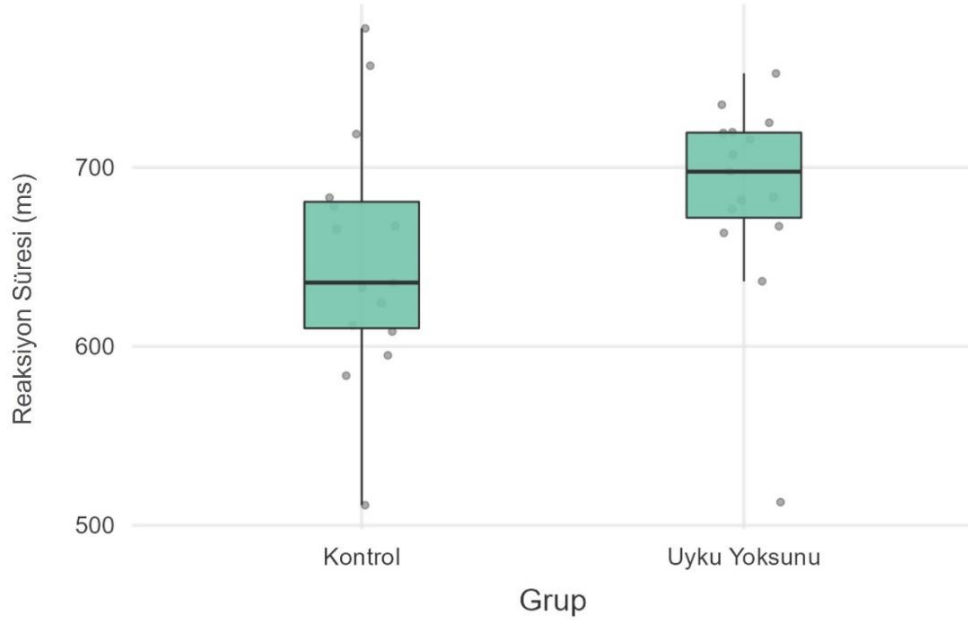
**Tablo 6.1.2.3.** Sözel 2-Geri Görevi Reaksiyon Sürelerinin Gruplar Arası Karşılaştırması

Uyarı Türü	Medyan(Min.; Maks.)		MWU	p
	Kontrol (N=15)	Uyku Yoksunu (N=15)		
Hedef Olmayan	645,07(511,97; 773,64)	710,96(533,09; 804,48)	63,000	,020*
Hedef Olan	639,31(509,61; 810,41)	649,57(462,26; 727,13)	85,000	,134
Genel	635,61(511,25; 777,80)	697,65(512,94; 752,62)	65,000	,025*

$p < ,05^*$ ,  $p < ,01^{**}$ ,  $p < 001^{***}$

Uyku yoksunu grup ve kontrol grubunun sözel 2-geri görevi sırasındaki uyarı türlerine verdikleri reaksiyon süreleri parametrik olmayan Mann-Whitney U Testi ile incelenmiştir. Hedef olmayan, hedef olan ve uyarıların geneline verilen reaksiyon süreleri için üç farklı test sonucu elde edilmiştir. Hedef olmayan uyarılar için testin anlamlılık düzeyi  $p < ,05$  bulunmuş olup, uyku yoksunu grubun reaksiyon süresinin (710,96(533,09; 804,48) kontrol grubu reaksiyon süresinden (645,07(511,97; 773,64)) anlamlı düzeyde uzun olduğu gör÷lmektedir. Hedef uyarılar için testin anlamlılık düzeyi  $p > ,05$  bulunmuş ve gruplar arası reaksiyon sürelerinin

farklılaşmadığı anlaşılmıştır. Uyaranların geneline bakıldığında ise, test anlamlılık düzeyi  $p < ,05$  olduğu görülmekte ve uyku yoksunu grubun reaksiyon süresinin (697,65(512,94; 752,62)) kontrol grubu reaksiyon süresinden (635,61(511,25; 777,80)) anlamlı düzeyde uzun olduğu anlaşılmaktadır.



**Şekil 6.1.2.2.** Sözel 2-geri görevi genel reaksiyon sürelerinin gruplar arası dağılımını gösteren kutu grafiği

### 6.1.3. Görsel-mekansal 2-geri görevi başarı oranları

Görsel-mekansal 2-geri görevinde yer alan hedef uyaran, hedef olmayan uyaran ve tüm uyaranlar için doğruluk oranlarını içeren tanımlayıcı istatistik bilgileri her iki grup için de tablo 6.1.3.1’de verilmiş, medyan değerleri ve gruplar arası karşılaştırmalar ise tablo 6.1.3.2’de gösterilmiştir.

**Tablo 6.1.3.1.** Görsel-Mekansal 2-Geri Görevi Başarı Oranı Tanımlayıcı İstatistikleri

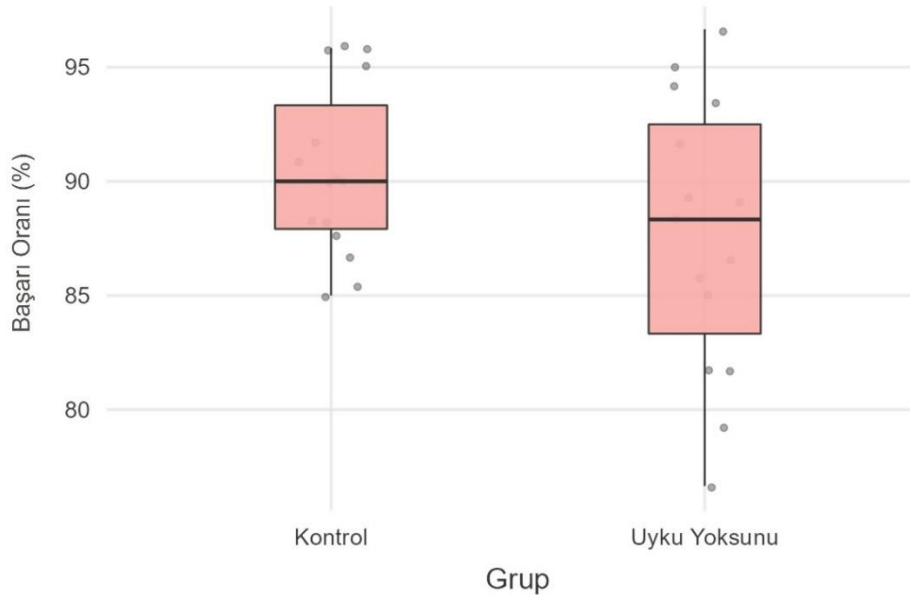
Grup	Uyaran Türü	N	Ort.±SS	Min.	Maks.
Kontrol Grubu	Hedef Olmayan	15	93,93±3,88	87,50	100,00
	Hedef Olan	15	83,70±7,92	65,50	92,50
	Genel	15	90,42±3,74	85,00	95,83
Uyku Yoksunu	Hedef Olmayan	15	88,50±7,23	68,75	96,25
	Hedef Olan	15	85,83±7,65	75,00	97,50
	Genel	15	87,60±6,01	76,66	96,66

**Tablo 6.1.3.2.** Görsel-Mekansal 2-Geri Görevi Gruplar Arası Başarı Oranı Karşılaştırması

Uyaran Türü	Medyan(Min.; Maks.)		MWU	p
	Kontrol (N=15)	Uyku Yoksunu (N=15)		
Hedef Olmayan %	93,75(87,50; 100,00)	90,00 (68,75; 96,25)	58,500	,013*
Hedef Olan %	85,00(65,50; 92,50)	87,50 (75,00; 97,50)	96,000	,762
Genel %	90,00 (85,00; 95,83)	88,33 (76,66; 96,66)	81,000	,099

$p < ,05^*$ ,  $p < ,01^{**}$ ,  $p < ,001^{***}$

Uyku yoksunu ve kontrol grubunun görsel-mekansal 2-geri görevi doğru yanıt oranlarının karşılaştırması için nonparametrik Mann-Whitney U Testi gerçekleştirilmiştir. Hedef olmayan, hedef olan ve her ikisinin de dahil edildiği genel başarı oranlarının değerlendirildiği üç farklı test sonucu elde edilmiştir. Yalnızca hedef olmayan uyaranlar için test anlamlılık düzeyi  $p < ,05$  olduğu görülmüş ve uyku yoksunu grubun hedef olmayan uyaranlar için doğruluk oranını medyan değerinin (90,00 (68,75; 96,25)) kontrol grubu medyan değerinden (93,75(87,50; 100,00)) anlamlı düzeyde düşük olduğu tespit edilmiştir. Hedef uyaran doğruluk oranı ve genel doğruluk oranları için gruplar arasında anlamlı farklılık görülmemiştir ( $p > ,05$ ).



**Şekil 6.1.3.1.** Görsel-mekansal 2-geri görevi genel başarı oranlarının gruplar arası dağılımını gösteren kutu grafiği

#### 6.1.4. Görsel-mekansal 2-geri görevi reaksiyon süreleri

Görsel-mekansal 2-geri görevine ait reaksiyon süreleri hedef olmayan uyarılar, hedef olan uyarılar ve uyarıların geneli baz alınarak incelenmiş, uyku yoksunu ve kontrol grubu için tanımlayıcı istatistikler tablo 6.1.4.1’de verilmiştir. Grup içi reaksiyon sürelerinin uyarı türlerine göre karşılaştırılmasını içeren sonuçlar tablo 6.1.4.2’de ve her uyarı türü için reaksiyon sürelerinin gruplar arası karşılaştırması tablo 6.1.4.3’te gösterilmektedir.

**Tablo 6.1.4.1.** Görsel-mekansal 2-Geri Görevi Reaksiyon Süresi Tanımlayıcı İstatistikleri

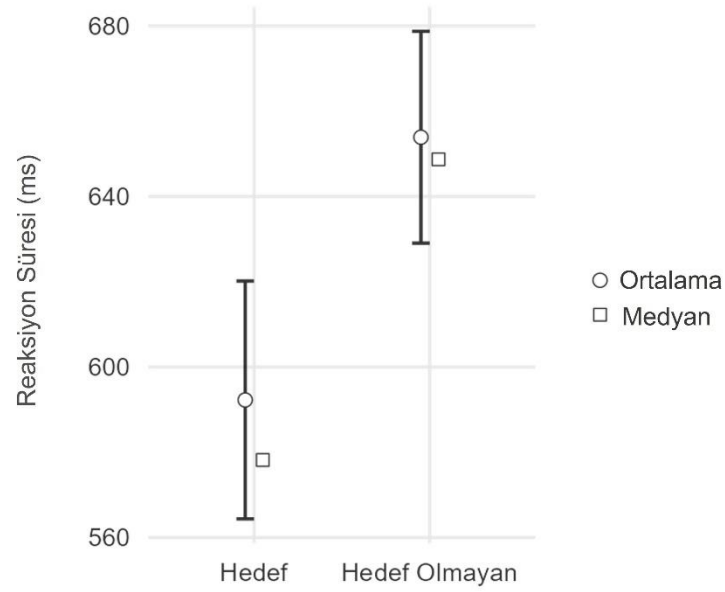
Grup	Uyarı	N	Ort.±SS	Min.	Maks.
Kontrol Grubu	Hedef Olmayan	15	636,69± 50,85	509,77	740,44
	Hedef Olan	15	580,69± 63,99	467,25	719,90
	Genel	15	619,33± 48,23	527,77	734,57
Uyku Yoksunu	Hedef Olmayan	15	671,08± 82,29	503,05	794,11
	Hedef Olan	15	603,81± 90,61	476,70	809,06
	Genel	15	648,43± 78,54	494,42	776,91

**Tablo 6.1.4.2.** Görsel-mekansal 2-Geri Görevi Reaksiyon Sürelerinin Uyarı Türüne Göre Grup İçi Karşılaştırması

Grup	Uyarı Türü	Medyan(Min.; Maks.)	Wilcoxon (W)	p
Kontrol Grubu	Hedef Olmayan	628,83(509,77; 740,44)	11,0	,002**
	Hedef Olan	568,89(467,25; 719,90)		
Uyku Yoksunu	Hedef Olmayan	678,43(503,05; 794,11)	6	<,001***
	Hedef Olan	593,94 (476,70; 809,06)		
Genel	Hedef Olmayan	648,70(503,05; 794,11)	32,0	<,001***
	Hedef Olan	578,18(467,25; 809,06)		

$p < ,05^*$ ,  $p < ,01^{**}$ ,  $p < ,001^{***}$

Görsel-mekansal 2-geri görevi reaksiyon sürelerinin hedef olan ve hedef olmayan uyarılara göre farklılaşma durumları uyku yoksunu grup ve kontrol grubu için parametrik olmayan Wilcoxon Testi ile incelenmiştir. Her iki grup için de test olasılık düzeyi  $p < ,01$  olduğundan dolayı hem kontrol grubu hem de uyku yoksunu grubun hedef uyarılara hedef olmayan uyarılardan daha hızlı yanıt verdikleri anlaşılmaktadır. Örneklemin geneline bakıldığında da hedef uyarılara verilen reaksiyon sürelerinin hedef olmayanlardan daha kısa olduğu görülmektedir ( $p < ,001$ ).



**Şekil 6.1.4.1.** Görsel-mekansal 2-geri görevi reaksiyon sürelerinin uyarın türüne göre dağılımını gösteren çizgi grafiği

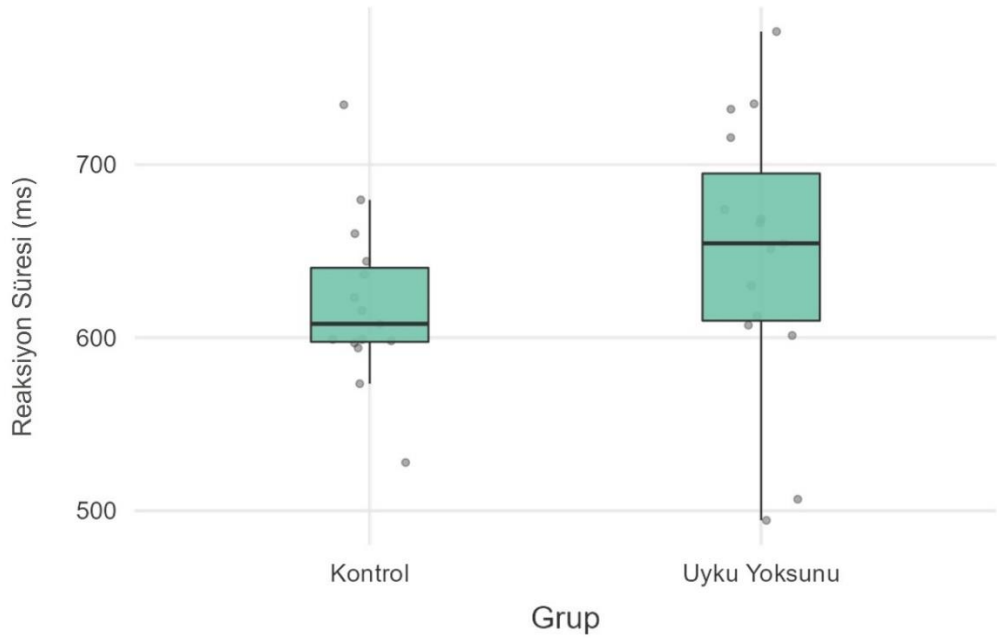
**Tablo 6.1.4.3.** Görsel-mekansal 2-Geri Görevi Reaksiyon Sürelerinin Gruplar Arası Karşılaştırması

Uyarın Türü	Medyan(Min.; Maks.)		MWU	p
	Kontrol (N=15)	Uyku Yoksunu (N=15)		
Hedef Olmayan	628,83(509,77; 740,44)	678,43(503,05; 794,11)	65,000	,025*
Hedef Olan	568,89(467,25; 719,90)	593,94 (476,70; 809,06)	85,000	,134
Genel	607,99 (527,77; 734,57)	654,52 (494,42; 776,91)	72,000	,049*

$p < ,05^*$ ,  $p < ,01^{**}$ ,  $p < 001^{***}$

Farklı uyarın türleri için reaksiyon sürelerinin gruplar arası karşılaştırması parametrik olmayan Mann-Whitney U Testi ile incelenmiştir. Hedef olmayan, hedef olan ve tümünü kapsayan genel reaksiyon süreleri için ayrı test sonuçları elde edilmiştir. Test anlamlılık düzeyleri hedef olmayan uyarınlar ve genel reaksiyon süreleri için  $p < ,05$  olduğu görülmüş; uyku yoksunu grubun hedef olmayan uyarınlardaki (678,43(503,05; 794,11)) ve genel reaksiyon sürelerinin (654,52 (494,42; 776,91)) kontrol grubu hedef olmayan uyarınlardaki reaksiyon süresi (628,83(509,77; 740,44)) ve genel reaksiyon sürelerinden (607,99 (527,77; 734,57)) anlamlı düzeyde uzun olduğu tespit edilmiştir.





**Şekil 6.1.4.2.** Görsel-mekansal 2-geri görevi genel reaksiyon sürelerinin gruplar arası dağılımını gösteren kutu grafiği

### 6.1.5. Görev türüne göre başarı oranı ve reaksiyon süreleri

Araştırmada kullanılan sözel ve görsel-mekansal 2-geri görevleri arasında başarı oranı ve reaksiyon süresi bakımından bir farklılık olup olmadığı parametrik olmayan Wilcoxon Testi ile incelenmiştir. Başarı oranı ve reaksiyon sürelerine ilişkin test bulguları Tablo 6.1.5.1 ve 6.1.5.2’de gösterilmektedir.

**Tablo 6.1.5.1.** Görev Türüne Göre Başarı Oranlarının Grup İçi Karşılaştırması

Grup	Uyaran Türü	Wilcoxon (W)	<i>p</i>
Kontrol Grubu	S-GM Hedef Olmayan	4,50	,005**
	S-GM Hedef Olan	29,00	,454
	S-GM Genel	14,50	,019*
Uyku Yoksunu	S-GM Hedef Olmayan	12,50	,007**
	S-GM Hedef Olan	8,00	,028*
	S-GM Genel	5,00	,003**

*p* < ,05\*, *p* < ,01\*\*, *p* < ,001\*\*\*

S-GM: Sözel/Görsel-Mekansal

Kontrol grubu için yapılan testlerde, hedef uyaranlar için test anlamlılık düzeyi  $p > ,05$  bulunduğu için başarı oranı görev türüne göre farklılaşmadığı anlaşılmıştır. Hedef olmayan uyaranlar ve genel başarı oranı için test olasılık düzeyleri  $p < ,05$  olduğundan dolayı görsel-mekansal 2-geri görev başarısının sözel 2-geri başarı oranından anlamlı düzeyde yüksek olduğu belirlenmiştir. Uyku yoksunu grup için ise, tüm uyaran türlerinde test anlamlılık düzeyi  $p < ,05$  olduğu tespit edilmiş olup, görsel-mekansal 2-geri görev başarısının sözel 2-geri başarı oranından anlamlı düzeyde yüksek olduğu anlaşılmıştır.

**Tablo 6.1.5.2.** Görev Türüne Göre Reaksiyon Sürelerinin Grup İçi Karşılaştırması

Grup	Uyaran Türü	Wilcoxon (W)	<i>p</i>
Kontrol Grubu	S-GM Hedef Olmayan	79,0	,303
	S-GM Hedef Olan	101,0	,018*
	S-GM Genel	87,0	,135
Uyku Yoksunu	S-GM Hedef Olmayan	98,0	,030*
	S-GM Hedef Olan	97,0	,035*
	S-GM Genel	99,0	,026*

$p < ,05$ \*,  $p < ,01$ \*\*\*,  $p < ,001$ \*\*\*

*S-GM: Sözel/Görsel-Mekansal*

Kontrol grubu için yapılan testlerde, hedef uyaran için test anlamlılık düzeyi  $p < ,05$  olarak hesaplanmış ve görsel-mekansal 2-geri görevi reaksiyon süresinin sözel 2-geri reaksiyon süresinden anlamlı düzeyde kısa olduğu belirlenmiştir. Genel reaksiyon süreleri arasında ise göreve türüne ilişkin anlamlı bir fark bulunmamaktadır ( $p > ,05$ ). Uyku yoksunu gruba bakıldığında, tüm uyaran türlerinde test anlamlılık düzeyi  $p < ,05$  olduğu görülmüş, görsel-mekansal 2-geri reaksiyon süresinin sözel 2-geri reaksiyon süresinden anlamlı düzeyde kısa olduğu anlaşılmıştır.

## 6.2. EEG Bulguları

### 6.2.1. Olaya ilişkin delta osilasyonu analiz sonuçları

#### 6.2.1.1. Sözel 2-geri görevi için olaya ilişkin delta güç spektrum analizi sonuçları

Grup, lokasyon ve hemisfer faktörleri ile hedef uyaranlar için gerçekleştirilen Tekrarlı Ölçümler ANOVA Testi sonuçlarına göre grup-lokasyon etkileşimi test anlamlılık düzeyi  $p < ,05$  bulunmuştur ( $F_{(df=1,81)}=3,3175$ ;  $p=,49$ ;  $\eta_p^2=0,106$ ). Yine aynı

test sonuçlarına göre lokasyon-hemisfer etkileşiminde anlamlı farklılık gözlenmiştir ( $F_{(df=1,47)}= 3,9738$ ;  $p=,038$ ;  $\eta_p^2=0,124$ ). Gerçekleştirilen testlerin anlamlılık düzeyleri Tablo 6.2.1.1.1’de gösterilmektedir.

**Tablo 6.2.1.1.1.** Sözel 2-Geri Görevinde Lokasyon (3) X Hemisfer (2) X Grup (2) için Hedef Uyarılarda Delta Güç Spektrumu Değerleri Karşılaştırması

	F	p
Grup	0,839	,368
Lokasyon	3,2894	,050
Lokasyon*Grup	3,3175	,049*
Hemisfer	2,8792	,101
Hemisfer*Grup	0,0724	,790
Lokasyon*Hemisfer	3,9738	,038*
Lokasyon*Hemisfer*Grup	1,0007	,354

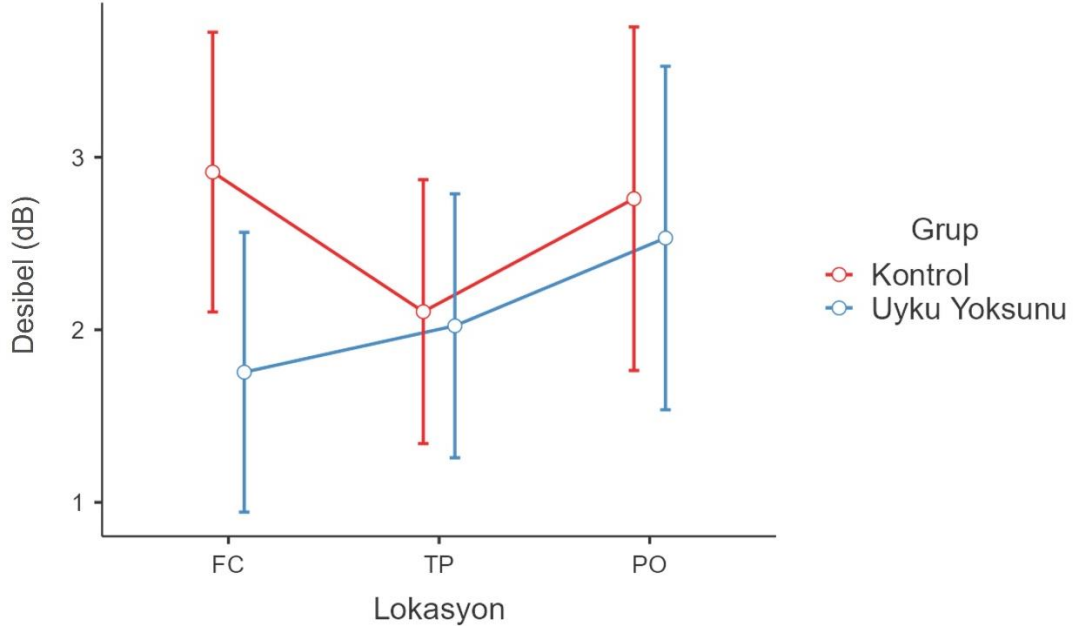
$p<,05^*$ ,  $p<,01^{**}$ ,  $p<001^{***}$

Lokasyon-hemisfer etkileşiminde anlamlılık kaynağının incelenmesi için uygulanan post-hoc testi sonucunda, sol hemisferde fronto-santral bölgede açığa çıkan delta güç değerinin sol parieto-okspitalden daha yüksek olduğu ( $p<,05$ ;  $p_{\text{bonferroni}}>,05$ ), sağ fronto-santral bölgenin ise sağ temporo-parietal bölgeden daha yüksek delta güç spektrumuna sahip olduğu görülmüştür ( $p<,05$ ;  $p_{\text{bonferroni}}>,05$ ). Sol hemisferde parieto-okspital bölgede açığa çıkan güç spektrumu değeri sağ ve sol temporo-parietalden ( $p<,05$ ;  $p_{\text{bonferroni}}>,05$ ) ve sağ parieto-okspitalden daha yüksektir ( $p<,001$ ;  $p_{\text{bonferroni}}<,01$ ).

Lokasyon-grup etkileşiminde anlamlılığın kaynağının incelenmesi için gerçekleştirilen post-hoc testine göre, fronto-santral bölgede uyku yoksunu grubun delta güç değerlerinin kontrol grubundan düşük olduğu anlaşılmıştır ( $p<,05$ ;  $p_{\text{bonferroni}}>,05$ ). Kontrol grubunun fronto-santral delta güç spektrumu, temporo-parietal bölgeden daha yüksektir ( $p<,01$ ;  $p_{\text{bonferroni}}>,05$ ). Uyku yoksunu grubun ise, fronto-santral delta güç spektrumu değerleri parieto-okspital bölgeden düşüktür ( $p<,05$ ;  $p_{\text{bonferroni}}>,05$ ).

### Lokasyon\*Grup

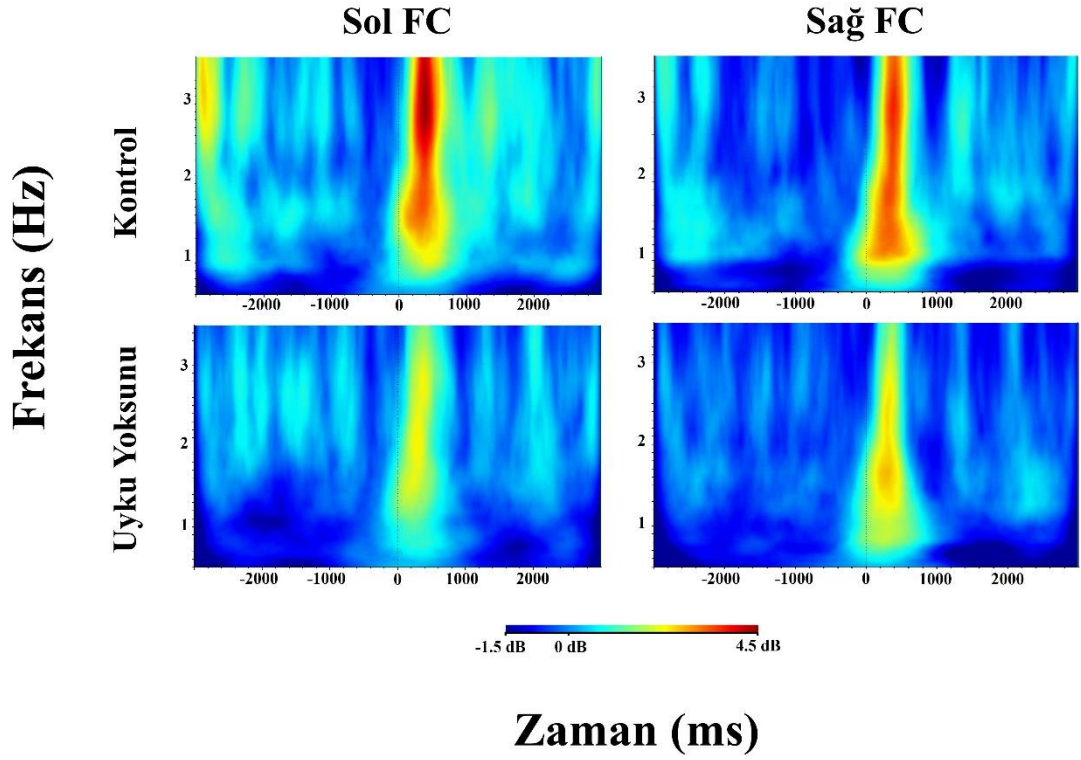
$F_{(df=1,81)}=3,3175$ ;  $p=,049$ ;  $\eta p^2=0,106$



**Şekil 6.2.1.1.1.** Sözel 2-geri görevi esnasında hedef uyarılarda 150-550ms'de açığa çıkan olaya ilişkin delta güç spektrumlarının lokasyon-grup farkını gösteren çizgi grafiği (FC: fronto-santral, TP: temporo-parietal, PO: parieto-oksipital)

# Delta (0.5-3.5 Hz) Güç Spektrumu

## Hedef Uyarı



Şekil 6.2.1.1.2. Sözel 2-geri görevinde hedef uyarıların sunulması sırasında 150-550ms'de fronto-santral bölgede açığa çıkan olaya ilişkin delta güç spektrumlarının uyku yoksunu ve kontrol gruplarına ait genel ortalamaları

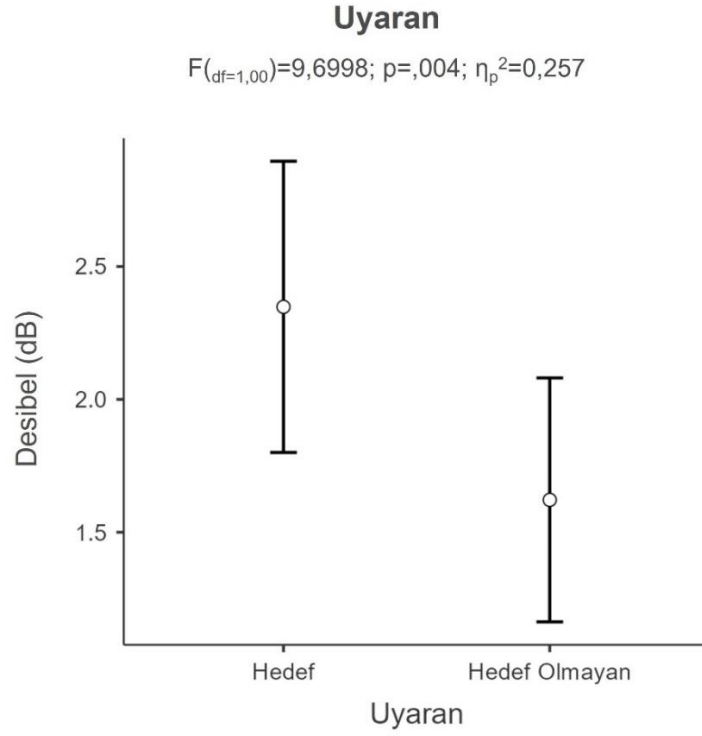
Uyaran türünün de faktör olarak dahil edildiği Tekrarlı Ölçümler ANOVA Testi sonuçlarına göre grup etkileşimleri anlamlı bulunmamıştır ( $p > ,05$ ). Test sonuçlarına göre hedef uyaranlarda açığa çıkan delta güç değerlerinin hedef olmayan uyaranlardan anlamlı düzeyde yüksek olduğu bulunmuştur ( $F_{(df=1,00)}=9,6998$ ;  $p=,004$ ;  $\eta_p^2=0,257$ ). Lokasyon ile hemisfer etkileşiminde de anlamlı farklılıklar gözlenmiştir ( $F_{(df=1,80)}=5,6475$ ;  $p=,008$ ;  $\eta_p^2=0,168$ ). Test anlamlılık düzeyleri Tablo 6.2.1.1.2’de gösterilmektedir.

**Tablo 6.2.1.1.2.** Sözel 2-Geri Görevinde Lokasyon (3) X Hemisfer (2) X Uyaran (2) X Grup (2) için Delta Güç Spektrumu Değerleri Karşılaştırması

	F	p
Grup	1,49	,233
Lokasyon	3,1481	,067
Lokasyon*Grup	1,6992	,200
Hemisfer	3,6852	,065
Hemisfer*Grup	1,3347	,258
Uyaran	9,6998	,004**
Uyaran*Grup	0,0304	,863
Lokasyon*Hemisfer	5,6475	,008**
Lokasyon*Hemisfer*Grup	2,1217	,135
Lokasyon*Uyaran	1,5100	,232
Lokasyon*Uyaran*Grup	1,5395	,226
Hemisfer*Uyaran	0,4967	,487
Hemisfer*Uyaran*Grup	1,0228	,321
Lokasyon*Hemisfer*Uyaran	0,2640	,703
Lokasyon*Hemisfer*Uyaran*Grup	1,1184	,321

$p < ,05$ \*,  $p < ,01$ \*\*\*,  $p < 001$ \*\*\*

Lokasyon-hemisfer etkileşimi için uygulanan post-hoc testlerde, sol hemisferde parieto-okspital bölgede açığa çıkan delta güç değerinin sol fronto-santralden daha düşük olduğu görülmüştür ( $p < ,05$ ;  $p_{\text{bonferroni}} > ,05$ ). Sol hemisferde parieto-okspital bölgede açığa çıkan güç spektrumu değeri sağ ve sol temporo-parietalden ( $p < ,05$ ;  $p_{\text{bonferroni}} > ,05$ ) ve sağ parieto-okspitalden daha yüksektir ( $p < ,001$ ;  $p_{\text{bonferroni}} < ,01$ ).



**Şekil 6.2.1.1.3.** Sözel 2-geri görevi esnasında 150-550ms’de açığa çıkan olaya ilişkin delta güç spektrumlarının uyarın türüne göre farkını gösteren çizgi grafiği

#### 6.2.1.2.Sözel 2-geri görevi için olaya ilişkin delta faz kilitlemesi analizi sonuçları

Sözel 2-geri görevi sırasında hedef uyaran sonrası açığa çıkan delta faz kilitlemesi sonuçlarına ilişkin grup-lokasyon-hemisfer faktörleri ile gerçekleştirilen Tekrarlı Ölçümler ANOVA testi anlamlılık değerleri Tablo 6.2.1.2.1’de gösterilmektedir.

**Tablo 6.2.1.2.1.** Sözel 2-Geri Görevinde Lokasyon (3) X Hemisfer (2) X Grup (2) için Hedef Uyarılarda Delta Faz Kilitlenmesi Değerleri Karşılaştırması

	F	p
Grup	0,308	,583
Lokasyon	11,029	,001**
Lokasyon*Grup	0,170	,777
Hemisfer	0,162	,691
Hemisfer*Grup	0,947	,339
Lokasyon*Hemisfer	6,215	,009**
Lokasyon*Hemisfer*Grup	3,883	,041*

$p < ,05^*$ ,  $p < ,01^{**}$ ,  $p < 001^{***}$

Analiz sonuçlarına göre lokasyon farkı anlamlı olup ( $F_{(df=1,47)}=11,029$ ;  $p=,001$ ;  $\eta_p^2=0,283$ ), parieto-okspital bölgede görülen delta faz kilitlenmesi fronto-santral ( $p<,01$ ;  $p_{\text{bonferroni}}<,01$ ) ve temporo-parietal ( $p<,001$ ;  $p_{\text{bonferroni}}<,001$ ) bölgelerden daha yüksektir.

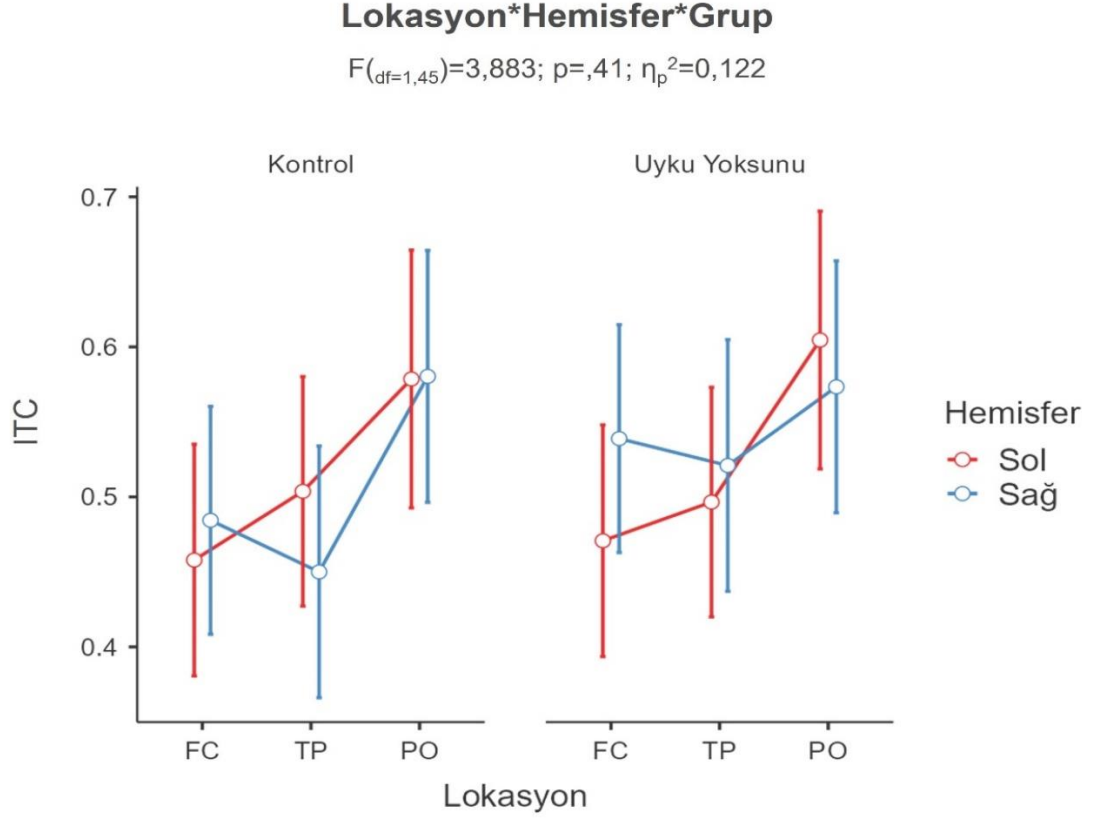
Lokasyon-hemisfer etkileşimi anlamlı bulunmuş ( $F_{(df=1,45)}=6,215$ ;  $p=,009$ ;  $\eta_p^2=0,182$ ), yapılan post-hoc testlerde, sağ fronto-santral bölgedeki delta faz kilitlenmesinin sol hemisferden daha yüksek olduğu ( $p<,001$ ), hem sağ hem de sol parieto-okspital bölgenin sağ ve sol fronto-santral ve temporo-parietal bölgelerden, daha yüksek delta faz kilitlenmesi gösterdiği görülmüştür ( $p<,05$ ).

Bonferroni düzeltmesi uygulandığında sağ ve sol parieto-okspital bölgedeki faz kilitlenmesinin yalnızca sol fronto-santralden daha yüksek olduğu ( $p_{\text{bonferroni}} <,01$ ), sağ fronto-santral bölgenin sol fronto-santralden daha yüksek delta faz kilitlenmesi değerine sahip olduğu anlaşılmıştır ( $p_{\text{bonferroni}} <,01$ ). Sağ ve sol hemisferde parieto-okspital faz kilitlenmesi sağ temporo-parietal bölgeden yüksekken ( $p_{\text{bonferroni}} <,01$ ), sağ parieto-okspital bölge ise sol temporo-parietal bölgeden daha yüksek delta faz kilitlenmesine sahiptir ( $p_{\text{bonferroni}} <,01$ ).

Lokasyon-hemisfer-grup etkileşiminin anlamlı olduğu görülmüştür ( $F_{(df=1,45)}=3,883$ ;  $p=,041$ ;  $\eta_p^2=0,122$ ). Post-hoc testlere göre hem kontrol hem de uyku yoksunu grubun sağ ve sol parieto-okspital bölgedeki delta faz kilitlenmeleri kontrol grubunun sol fronto-santral bölgesinden anlamlı düzeyde yüksektir ( $p$ 'ler $<,01$ ;  $p_{\text{bonferroni}}$ 'ler  $>,05$ ). Uyku yoksunu grubun, sağ fronto-santraldeki delta faz kilitlenmesi sol hemisferden daha yüksektir ( $p<,001$ ;  $p_{\text{bonferroni}}<,05$ ). Yine uyku yoksunu grubun sağ ( $p<,05$ ;  $p_{\text{bonferroni}}>,05$ ) ve sol parieto-okspital ( $p<,01$ ;  $p_{\text{bonferroni}}>,05$ ) delta faz kilitlenmeleri sol fronto-santral bölgeden anlamlı düzeyde yüksektir. Uyku yoksunu grubun sol parieto-okspital delta faz kilitlenmeleri ( $p<,05$ ;  $p_{\text{bonferroni}}>,05$ ) ve kontrol grubun sağ parieto-okspital delta faz kilitlenmeleri ( $p<,05$ ;  $p_{\text{bonferroni}}>,05$ ), kontrol grubunun sol fronto-santral bölgesinden yüksektir. Kontrol grubunda sağ ve sol hemisferde parieto-okspital delta faz kilitlenmeleri, sağ ve sol hemisferdeki temporo-parietal faz kilitlenmelerinden yüksek bulunmuştur ( $p<,05$ ). Uyku yoksunu grubun sağ ( $p<,05$ ) ve sol ( $p<,001$ ) hemisferde parieto-okspital delta faz kilitlenmeleri, sol hemisferdeki temporo-parietal faz kilitlenmelerinden yüksek bulunmuştur. Uyku yoksunu grubun sağ ve sol parieto-okspital delta faz kilitlenmesi değerleri kontrol



grubun sağ temporo-parietal bölgesinden daha yüksektir ( $p<,05$ ). Lokasyon-hemisfer-grup etkileşiminde post-hoc testlerden bonferroni uygulandığında kontrol grubunda sağ parieto-oksipital delta faz kilitlemesi sağ temporo-parietal faz kilitlemesinden anlamlı düzeyde yüksek olduğu anlaşılmaktadır ( $p_{\text{bonferroni}}<,05$ ).



**Şekil 6.2.1.2.1.** Sözel 2-geri görevi esnasında hedef uyarılarda 150-550ms’de açığa çıkan olaya ilişkin delta faz kilitlemesinin lokasyon-hemisfer-grup etkileşimini gösteren çizgi grafiği (FC: fronto-santral, TP: temporo-parietal, PO: parieto-oksipital)

Uyarın türünün de faktör olarak dahil edildiği Tekrarlı Ölçümler ANOVA Testi sonuçlarına ilişkin test anlamlılık düzeyleri Tablo 6.2.1.2.2’de paylaşılmaktadır.

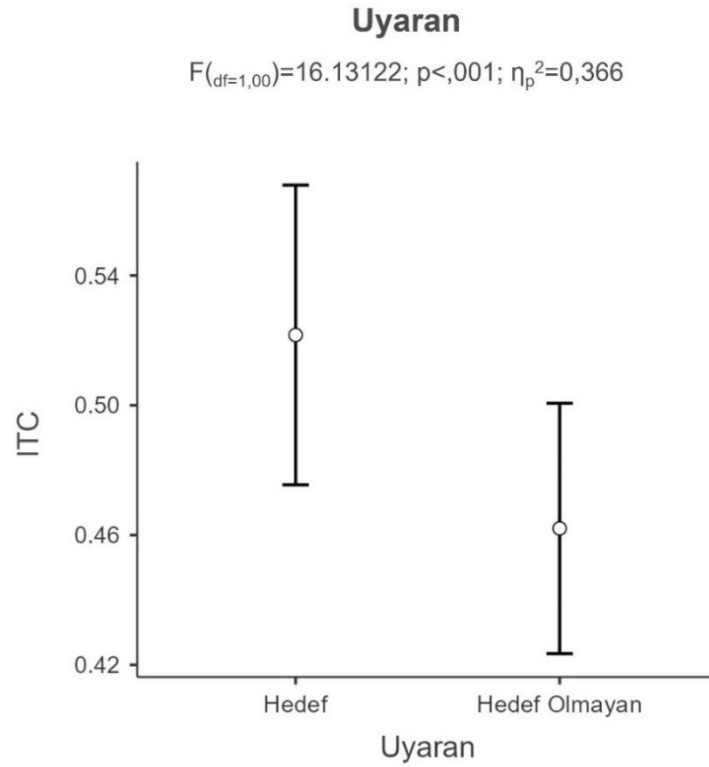
**Tablo 6.2.1.2.2.** Sözel 2-Geri Görevinde Lokasyon (3) X Hemisfer (2) X Uyarın (2) X Grup (2) için Delta Faz Kilitlenmesi Değerleri Karşılaştırması

	F	p
Grup	0,442	,512
Lokasyon	13,24190	<,001***
Lokasyon*Grup	0,37330	,628
Hemisfer	0,00111	,974
Hemisfer*Grup	2,12904	,156
Uyarın	16,13122	<,001***
Uyarın*Grup	0,00273	,959
Lokasyon*Hemisfer	8,49530	,001**
Lokasyon*Hemisfer*Grup	3,26741	,055
Lokasyon*Uyarın	1,00176	,372
Lokasyon*Uyarın*Grup	0,47374	,620
Hemisfer*Uyarın	0,52274	,476
Hemisfer*Uyarın*Grup	0,03249	,858
Lokasyon*Hemisfer*Uyarın	0,07769	,861
Lokasyon*Hemisfer*Uyarın*Grup	0,83310	,405

$p < ,05^*$ ,  $p < ,01^{**}$ ,  $p < 001^{***}$

Yapılan test sonucuna göre grup etkileşimleri anlamlı bulunmamıştır ( $p > ,05$ ). Delta faz kilitlenmesinin lokasyonlar arası farklılaştığı görülmüş ( $F_{(df=1,48)}=13,24190$ ;  $p < ,001$ ;  $\eta_p^2=0,321$ ) ve uygulanan post-hoc testlerde parieto-okspital delta faz kilitlenmelerinin fronto-santral ve temporo-parietal lokasyonlardan daha yüksek olduğu anlaşılmıştır ( $p$ 'ler  $< ,001$ ;  $p_{\text{bonferroni}}$ 'ler  $< ,01$ ).

Yapılan analizde uyarınlar arası anlamlı bir fark olduğu görülmektedir ( $F_{(df=1,00)}=16,13122$ ;  $p < ,001$ ;  $\eta_p^2=0,366$ ). Hedef uyarınlara verilen delta faz kilitlenmesi yanıtının hedef olmayan uyarınlardan daha yüksek değere sahip olduğu anlaşılmıştır.



**Şekil 6.2.1.2.2.** Sözel 2-geri görevi esnasında 150-550ms'de açığa çıkan olaya ilişkin delta faz kilitlemelerinin uyaran türüne göre farkını gösteren çizgi grafiği

Lokasyon ile hemisfer etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı olup ( $F_{(df=1,68)}=8,49530; p=,001; \eta_p^2=0,233$ ), uygulanan post-hoc testlerde sağ fronto-santral faz kilitlemesinin sol hemisferden daha yüksek olduğu görülmektedir ( $p<,001; p_{bonferroni}<,01$ ). Sağ ve sol hemisferde parieto-oksipital bölgedeki delta faz kilitlemeleri hem sağ ve sol fronto-santralden hem de sağ ve sol temporo-parietal bölgeden anlamlı düzeyde yüksektir ( $p<,01; p_{bonferroni}<,05$ ).

### **6.2.1.3. Görsel-mekansal 2-geri görevi için olaya ilişkin delta güç spektrumu analizi sonuçları**

Görsel-mekansal 2-geri görevi sırasında hedef uyaran sonrası açığa çıkan delta güç spektrumu sonuçlarına ilişkin grup-lokasyon-hemisfer faktörleri ile gerçekleştirilen Tekrarlı Ölçümler ANOVA testi anlamlılık değerleri Tablo 6.2.1.3.1'de gösterilmektedir.

**Tablo 6.2.1.3.1.** Görsel-Mekansal 2-Geri Görevinde Lokasyon (3) X Hemisfer (2) X Grup (2) için Hedef Uyarılarda Delta Güç Spektrumu Değerleri Karşılaştırması

	F	p
Grup	0,00287	,958
Lokasyon	5,990	,008**
Lokasyon*Grup	1,525	,230
Hemisfer	0,135	,716
Hemisfer*Grup	2,925	,098
Lokasyon*Hemisfer	3,639	,042*
Lokasyon*Hemisfer*Grup	0,688	,482

$p < ,05$ \*,  $p < ,01$ \*\*\*,  $p < ,001$ \*\*\*

Lokasyon için test sonucu anlamlı bulunmuş ( $F_{(df=1,60)}=5,990$ ;  $p=,008$ ;  $\eta_p^2=0,052$ ) ve uygulanan post-hoc testlerde parieto-okspital delta güç spektrumunun temporo-parietal bölgeden yüksek olduğu görülmüştür ( $p < ,001$ ;  $p_{\text{bonferroni}} < ,01$ ).

Lokasyon-hemisfer etkileşimi de anlamlıdır ( $F_{(df=1,66)}=3,639$ ;  $p < ,05$ ;  $\eta_p^2=0,115$ ). Etkileşimlerin kaynağı post-hoc testlerle incelendiğinde sol parieto-okspital bölgenin sol fronto-santral bölgeden yüksek delta güç değerlerine sahip olduğu ( $p < ,01$ ;  $p_{\text{bonferroni}} > ,05$ ), yine sol parieto-okspital bölgenin sağ ( $p < ,01$ ;  $p_{\text{bonferroni}} > ,05$ ) ve sol ( $p < ,001$ ;  $p_{\text{bonferroni}} < ,01$ ) temporo-parietal bölgeden yüksek delta güç spektrumuna sahip olduğu anlaşılmaktadır. Son olarak sol parieto-okspital delta güç spektrumu, sağ hemisferinden yüksektir ( $p < ,05$ ;  $p_{\text{bonferroni}} > ,05$ ).

Uyaran türünün de faktör olarak eklendiği Tekrarlı Ölçümler ANOVA testi anlamlılık değerleri Tablo 6.2.1.3.2’de verilmektedir.

**Tablo 6.2.1.3.2.** Görsel-Mekansal 2-Geri Görevinde Lokasyon (3) X Hemisfer (2) X Uyaran (2) X Grup (2) için Delta Güç Spektrumu Değerleri Karşılaştırması

	F	p
Grup	0,0845	,773
Lokasyon	4,8496	,022*
Lokasyon*Grup	0,7065	,454
Hemisfer	0,3955	,535
Hemisfer*Grup	3,7534	,063
Uyaran	6,2821	,018*
Uyaran*Grup	0,0888	,768

Lokasyon*Hemisfer	7,4056	,002**
Lokasyon*Hemisfer*Grup	1,6236	,209
Lokasyon*Uyaran	1,3107	,275
Lokasyon*Uyaran*Grup	1,9953	,156
Hemisfer*Uyaran	2,7584	,108
Hemisfer*Uyaran*Grup	0,3199	,576
Lokasyon*Hemisfer*Uyaran	3,5488	,041*
Lokasyon*Hemisfer*Uyaran*Grup	0,0284	,962

$p < ,05$ \*,  $p < ,01$ \*\*\*,  $p < ,001$ \*\*\*

Test sonucuna göre lokasyon farkı anlamlıdır ( $F_{(df=1,43)}=4,8496$ ;  $p=,022$ ;  $\eta_p^2=0,148$ ). Post-hoc testlerde parieto-okspital delta güç spektrumunun temporo-parietal bölgeden yüksek olduğu görülmüştür ( $p < ,01$ ;  $p_{\text{bonferroni}} < ,01$ ).

Lokasyon-hemisfer etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $F_{(df=1,81)}=7,4056$ ;  $p=,002$ ;  $\eta_p^2=0,209$ ). Post-hoc testlerde sağ fronto-santral delta güç değeri sol hemisferden yüksektir ( $p < ,05$ ;  $p_{\text{bonferroni}} > ,05$ ). Sol parieto-okspital bölgedeki delta güç değeri sol fronto-santral bölgeden yüksektir ( $p < ,01$ ;  $p_{\text{bonferroni}} < ,05$ ). Sağ fronto-santral delta güç spektrumu değeri sol temporo-parietal bölgeden yüksek bulunmuştur ( $p < ,05$ ;  $p_{\text{bonferroni}} > ,05$ ). Sağ ( $p < ,05$ ;  $p_{\text{bonferroni}} > ,05$ ) ve sol ( $p < ,001$ ;  $p_{\text{bonferroni}} < ,01$ ) parieto-okspital delta güçleri sol temporo-parietal bölgeden yüksektir. Sol parieto-okspital bölgedeki delta güç spektrumu yanıtları sağ temporo-parietalden yüksektir ( $p < ,05$ ;  $p_{\text{bonferroni}} > ,05$ ). Son olarak sol parieto-okspital bölgedeki delta yanıtları sağ parieto-okspitalden yüksek bulunmuştur ( $p < ,05$ ;  $p_{\text{bonferroni}} > ,05$ ).

Yapılan testlerde uyaranlar arası anlamlı fark gözlenmektedir. ( $F_{(df=1,81)}=6,2821$ ;  $p < ,018$ ;  $\eta_p^2=0,183$ ). Hedef uyaranların hedef olmayan uyarlardan daha yüksek delta güç spektrumu açığa çıkardığı tespit edilmiştir.

Lokasyon-hemisfer-uyaran etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. ( $F_{(df=1,79)}=3,5488$ ;  $p=,041$ ;  $\eta_p^2=0,112$ ). Post-hoc sonuçlarına göre; sol hemisferde fronto-santral bölgede hedef uyaran için verilen delta güç yanıtları hedef olmayan uyaranlara göre yüksektir ( $p < ,05$ ;  $p_{\text{bonferroni}} > ,05$ ). Sağ ( $p < ,001$ ;  $p_{\text{bonferroni}} < ,05$ ) ve sol ( $p < ,01$ ;  $p_{\text{bonferroni}} > ,05$ ) fronto-santral bölgede hedef olan uyaranların delta güç değerleri sol temporo-parietalde hedef olmayan uyarılardan yüksektir.

Sol hemisferde parieto-okspitalde hedef uyarılara verilen yanıt, fronto-santralden daha yüksektir ( $p < ,01$ ;  $p_{\text{bonferroni}} > ,05$ ). Aynı şekilde sol hemisfer parieto-

okspitalde hedef olmayan yanıtlar sol fronto-santralden yüksektir ( $p < ,05$ ;  $p_{\text{bonferroni}} > ,05$ ). Sağ fronto-santralde hedef uyarılar, sol fronto-santralde hedef olmayan uyarılardan daha yüksek delta yanıtına sahiptir ( $p < ,01$ ;  $p_{\text{bonferroni}} > ,05$ ). Sol fronto-santral lokasyonda hedef olmayan uyarılar için delta güç değerleri hem sağ hemisferde ( $p < ,01$ ;  $p_{\text{bonferroni}} > ,05$ ) hem de sol hemisferde ( $p < ,001$ ;  $p_{\text{bonferroni}} < ,05$ ) parieto-okspitalde hedef uyarana verilen delta yanıtlarından düşük olduğu görülmektedir. Parieto-okspitalde hedef olmayan uyarın değerleri fronto-santraldekinden daha yüksektir ( $p < ,05$ ;  $p_{\text{bonferroni}} > ,05$ ). Sol parieto-okspitalde hedef uyarın için verilen delta yanıtları sağ fronto-santralde hedef olmayan uyarılardan daha yüksektir ( $p < ,01$ ;  $p_{\text{bonferroni}} > ,05$ ). Sol hemisferde temporo-parietal bölgede hedef uyarılara verilen yanıt hedef olmayanlardan daha yüksektir ( $p < ,05$ ;  $p_{\text{bonferroni}} > ,05$ ). Hedef uyarılar için sol parieto-okspitaldeki delta yanıtları temporo-parietalden yüksek bulunmuştur ( $p < ,001$ ;  $p_{\text{bonferroni}} < ,05$ ). Sağ temporo-parietal bölgede hedef olmayan uyarılara verilen delta yanıtları sol temporo-parietal bölgeden yüksektir ( $p < ,01$ ;  $p_{\text{bonferroni}} > ,05$ ).

Sağ ve sol hemisferde parieto-okspital bölgedeki hedef uyarılara verilen delta güç değerleri sol hemisferde temporo-parietal hedef olmayan uyarılara verilen yanıtla kıyasla yüksektir ( $p$ 'ler  $< ,001$ ;  $p_{\text{bonferroni}}$ 'ler  $< ,05$ ). Sol parieto-okspital bölgedeki hedef uyarılar, sağ temporo-parietalde hedef uyarılardan ( $p < ,01$ ;  $p_{\text{bonferroni}} > ,05$ ) ve hedef olmayan uyarılardan ( $p < ,05$ ;  $p_{\text{bonferroni}} > ,05$ ) yüksek delta güç yanıtına sahiptir. Sol parieto-okspital bölgede hedef uyarılarda açığa çıkan delta güç spektrumu yanıtları hedef olmayan uyarılardan daha yüksektir ( $p < ,05$ ;  $p_{\text{bonferroni}} > ,05$ ). Ayrıca sağ parieto-okspital bölgede hem hedef olan ( $p < ,05$ ;  $p_{\text{bonferroni}} > ,05$ ) hem de hedef olmayan uyarılardan ( $p < ,01$ ;  $p_{\text{bonferroni}} > ,05$ ) anlamlı düzeyde yüksek olduğu görülmüştür.

#### **6.2.1.4. Görsel-mekansal 2-geri görevi için olaya ilişkin delta faz kilitlemesi**

##### ***analizi sonuçları***

Grup, lokasyon ve hemisfer faktörleri ile hedef uyarılar için gerçekleştirilen Tekrarlı Ölçümler ANOVA Testi anlamlılık düzeyleri Tablo 6.2.1.4.1'de gösterilmektedir.

**Tablo 6.2.1.4.1.** Görsel-Mekansal 2-Geri Görevinde Lokasyon (3) X Hemisfer (2) X Grup (2) için Hedef Uyarılarda Delta Faz Kilitlenmesi Değerleri Karşılaştırması

	F	p
Grup	1,08	,307
Lokasyon	17,8185	<,001***
Lokasyon*Grup	0,1625	,798
Hemisfer	2,0059	,168
Hemisfer*Grup	0,0903	,766
Lokasyon*Hemisfer	6,1499	,004**
Lokasyon*Hemisfer*Grup	0,0144	,984

$p < ,05^*$ ,  $p < ,01^{**}$ ,  $p < ,001^{***}$

Test sonucuna göre lokasyon farkı anlamlı bulunmuş olup ( $F_{(df=1,79)}=17,8185$ ;  $p < ,001$ ;  $\eta_p^2=0,389$ ), uygulanan post-hoc testlerde parieto-okspital ve temporo-parietal delta faz kilitlenmesinin fronto-santral delta faz kilitlenmesinden yüksek olduğu ( $p'ler < ,001$ ;  $p_{bonferroni} 'ler < ,05$ ) , parieto-okspital bölgenin ise temporo-parietalden anlamlı düzeyde yüksek olduğu görülmüştür ( $p < ,01$ ;  $p_{bonferroni} < ,01$ ).

Lokasyon-hemisfer etkileşimi test anlamlılığı eşik değerinde bulunmuş ( $F_{(df=1,79)}=6,1499$ ;  $p = ,004$ ;  $\eta_p^2=0,180$ ), post-hoc testlerde tüm lokasyon ve hemisferlerde delta faz kilitlenmesi sol fronto-santral bölgeden yüksek olduğu görülmüştür ( $p'ler < ,01$ ;  $p_{bonferroni} 'ler < ,05$ ). Sağ hemisfer ( $p < ,05$ ;  $p_{bonferroni} > ,05$ ). ve sol hemisfer ( $p = ,001$ ;  $p_{bonferroni} < ,01$ ) parieto-okspital delta faz kilitlenmeleri sağ fronto-santralden yüksektir. Aynı şekilde, sağ hemisfer ( $p < ,05$ ;  $p_{bonferroni} > ,05$ ). ve sol hemisfer ( $p < ,001$ ;  $p_{bonferroni} < ,01$ ) parieto-okspital delta faz kilitlenmeleri sol temporo-parietal bölgeden yüksek olduğu tespit edilmiştir. Sol parieto-okspital bölge, sağ temporo-parietalden yüksek delta faz kilitlenmesi göstermektedir ( $p < ,05$ ;  $p_{bonferroni} > ,05$ ).

Uyaran türünün de faktör olarak eklendiği Tekrarlı Ölçümler ANOVA testi anlamlılık değerleri Tablo 6.2.1.4.2'de verilmektedir.

**Tablo 6.2.1.4.2.** Görsel-Mekansal 2-Geri Görevinde Lokasyon (3) X Hemisfer (2) X Uyarın (2) X Grup (2) için Delta Faz Kilitlenmesi Değerleri Karşılaştırması

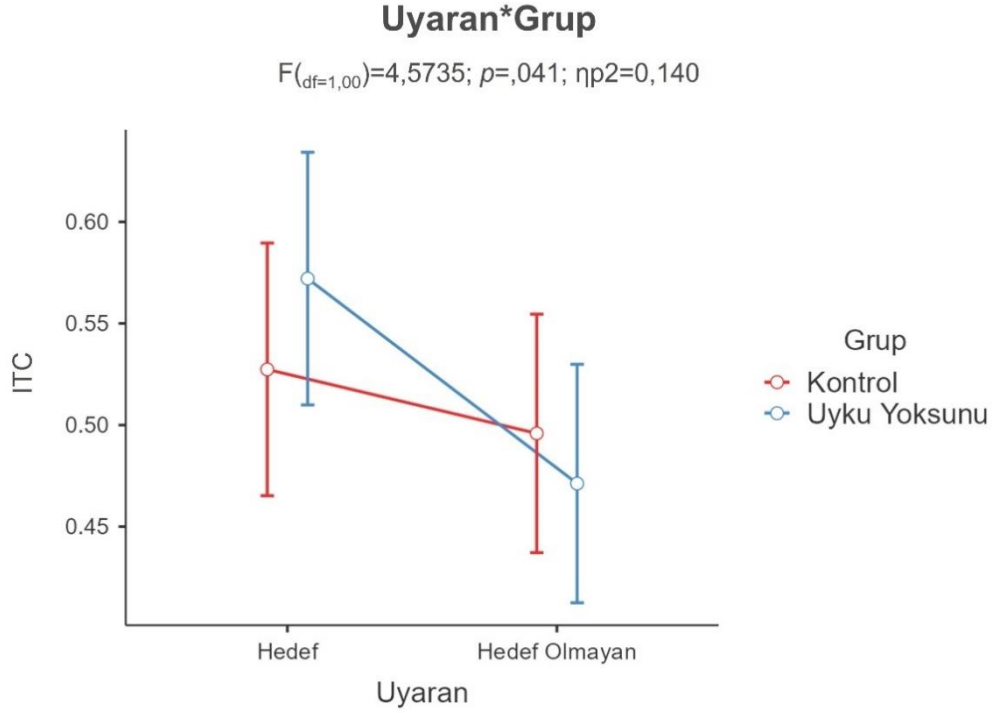
	F	p
Grup	0,0677	,797
Lokasyon	17,2156	<,001***
Lokasyon*Grup	0,1319	,798
Hemisfer	12,0115	,002**
Hemisfer*Grup	0,0124	,912
Uyarın	16,6529	,001**
Uyarın*Grup	4,5735	,041*
Lokasyon*Hemisfer	6,2026	,005**
Lokasyon*Hemisfer*Grup	0,3344	,692
Lokasyon*Uyarın	0,2365	,769
Lokasyon*Uyarın*Grup	0,0664	,921
Hemisfer*Uyarın	3,0761	,090
Hemisfer*Uyarın*Grup	0,1498	,702
Lokasyon*Hemisfer*Uyarın	2,9558	,064
Lokasyon*Hemisfer*Uyarın*Grup	0,6129	,534

$p < ,05^*$ ,  $p < ,01^{**}$ ,  $p < 001^{***}$

Test sonucuna göre lokasyon farkı anlamlı bulunmuş olup ( $F_{(df=1,79)}= 17,2156$ ;  $p < ,001$ ;  $\eta_p^2=0,381$ ), uygulanan post-hoc testlerde parieto-okspital ve temporo-parietal delta faz kilitlenmesinin fronto-santral delta faz kilitlenmesinden yüksek olduğu ( $p'ler < ,001$ ;  $p_{bonferroni}'ler < ,01$ ) , parieto-okspital bölgenin ise temporo-parietalden anlamlı düzeyde yüksek olduğu görülmüştür ( $p < ,01$ ;  $p_{bonferroni} < ,01$ ). Hemisferler arası etkileşimin anlamlı olduğu görülmüş ( $F_{(df=1,00)}=12,0115$ ;  $p = ,002$ ;  $\eta_p^2=0,300$ ), sağ hemisferin daha yüksek delta faz kilitlenmesi gösterdiği anlaşılmıştır.

Uyarın türleri arasındaki fark anlamlı olup ( $F_{(df=1,00)}=16,6529$ ;  $p = ,001$ ;  $\eta_p^2=0,373$ ), hedef uyarınlar, hedef olmayanlardan daha yüksek delta faz kilitlenmesi göstermişlerdir. Uyarın-grup etkileşimi anlamlı bulunmuştur ( $F_{(df=1,00)}=4,5735$ ;  $p = ,041$ ;  $\eta_p^2=0,140$ ). Gerçekleştirilen post-hoc testi sonucuna göre uyku yoksunu grupta hedef uyarınların hedef olmayan uyarınlardan daha yüksek delta faz kilitlenmesi gösterdiği tespit edilmiştir ( $p < ,001$ ;  $p_{bonferroni} < ,001$ ).





**Şekil 6.2.1.4.1.** Görsel-mekansal 2-geri görevi esnasında farklı uyaran türlerinde 150-550ms'de açığa çıkan olaya ilişkin delta faz kilitlenmelerine dair grup karşılaştırmalarını gösteren çizgi grafiği

Lokasyon-hemisfer etkileşiminin anlamlı olduğu tespit edilmiştir ( $F_{(df=1,78)}=6,2026; p=,005; \eta p^2=0,181$ ). Post-hoc testlerde tüm lokasyon ve hemisferlerde delta faz kilitlenmesi sol fronto-santral bölgeden yüksek olduğu görülmüştür ( $p$ 'ler<,001;  $p_{\text{bonferroni}}$ 'ler<,01). Sağ temporo-parietal ( $p<,05; p_{\text{bonferroni}}>,05$ ), sağ parieto-oksipital ( $p<,01; p_{\text{bonferroni}}>,05$ ) ve sol parieto-oksipital bölgede ( $p<,01; p_{\text{bonferroni}}<,01$ ) delta faz kilitlenmeleri sağ fronto-santralden yüksektir. Yine sağ ( $p<,01; p_{\text{bonferroni}}<,05$ ) ve sol parieto-oksipital bölgede ( $p<,001; p_{\text{bonferroni}}<,001$ ) ve sağ temporo-parietal bölgede ( $p<,05; p_{\text{bonferroni}}>,05$ ) delta faz kilitlenmeleri sol temporo-parietalden yüksektir.

## 6.2.2. Olaya ilişkin teta osilasyonu analiz sonuçları

### 6.2.2.1. Sözel 2-geri görevi için olaya ilişkin teta 0-200ms güç spektrumu analizi sonuçları

Sözel 2-geri görevi sırasında hedef uyaran sonrası açığa çıkan teta güç spektrumu sonuçlarına ilişkin grup-lokasyon-hemisfer faktörleri ile gerçekleştirilen Tekrarlı Ölçümler ANOVA testi anlamlılık değerleri Tablo 6.2.2.1.1’de gösterilmektedir.

**Tablo 6.2.2.1.1.** Sözel 2-Geri Görevinde Lokasyon (3) X Hemisfer (2) X Grup (2) için Hedef Uyararlarda Teta 0-200ms Güç Spektrumu Değerleri Karşılaştırması

	F	p
Grup	2,31	,140
Lokasyon	6,1177	,006**
Lokasyon*Grup	1,8596	,171
Hemisfer	0,6633	,422
Hemisfer*Grup	0,0546	,817
Lokasyon*Hemisfer	0,1480	,855
Lokasyon*Hemisfer*Grup	1,4025	,255

$p < ,05^*$ ,  $p < ,01^{**}$ ,  $p < ,001^{***}$

Yapılan testlerde lokasyon etkileşimi anlamlı bulunmuştur ( $F_{(df=1,73)}=6,1177$ ;  $p=,006$ ;  $\eta_p^2=0,179$ ). Post-hoc testlerde, parieto-okspital bölgenin temporo-parietal ( $p < ,01$ ;  $p_{\text{bonferroni}} < ,01$ ) ve fronto-santral ( $p < ,05$ ;  $p_{\text{bonferroni}} = ,05$ ) bölgeden yüksek teta güç değerine sahip olduğu görülmektedir.

Uyaran türünün faktör olarak dahil edildiği koşulda gerçekleştirilen Tekrarlı Ölçümler ANOVA testi sonuçları Tablo 6.2.2.1.2’de gösterilmiştir.

**Tablo 6.2.2.1.2.** Sözel 2-Geri Görevinde Lokasyon (3) X Hemisfer (2) X Uyaran (2) X Grup (2) için Teta 0-200ms Güç Spektrumu Değerleri Karşılaştırması

	F	p
Grup	2,57	,120
Lokasyon	12,5173	<,001***
Lokasyon*Grup	1,2714	,287
Hemisfer	1,9261	,176
Hemisfer*Grup	0,2353	,631
Uyaran	0,0317	,860

Uyaran*Grup	0,2681	,609
Lokasyon*Hemisfer	1,5285	,228
Lokasyon*Hemisfer*Grup	1,1408	,322
Lokasyon*Uyaran	0,5513	,551
Lokasyon*Uyaran*Grup	1,0416	,350
Hemisfer*Uyaran	0,0572	,813
Hemisfer*Uyaran*Grup	0,0359	,851
Lokasyon*Hemisfer*Uyaran	2,0407	,142
Lokasyon*Hemisfer*Uyaran*Grup	0,5219	,587

$p < ,05^*$ ,  $p < ,01^{**}$ ,  $p < 001^{***}$

Analiz sonuçlarına göre bulunan tek anlamlı farkın lokasyonlar arasında gerçekleştiği görülmektedir ( $F_{(df=1,82)}=12,5173$ ;  $p < ,001$ ;  $\eta_p^2=0,309$ ). Post-hoc testlerde, parieto-okspital bölgenin temporo-parietal ( $p < ,001$ ;  $p_{\text{bonferroni}} < ,001$ ) ve fronto-santral ( $p < ,01$ ;  $p_{\text{bonferroni}} < ,01$ ) bölgeden yüksek teta güç değerine sahip olduğu görülmektedir.

#### **6.2.2.2.Sözel 2-geri görevi için olaya ilişkin teta 200-400ms güç spektrumu analizi sonuçları**

Sözel 2-geri görevi esnasında 200-400ms arasında hedef uyaranlar için açığa çıkan teta güç spektrumu yanıtlarına ilişkin test sonuçları Tablo 6.2.2.2.1'de verilmiştir.

**Tablo 6.2.2.2.1.** Sözel 2-Geri Görevinde Lokasyon (3) X Hemisfer (2) X Grup (2) için Hedef Uyararlarda Teta 200-400ms Güç Spektrumu Değerleri Karşılaştırması

	F	p
Grup	2,03	,165
Lokasyon	0,223	,768
Lokasyon*Grup	3,316	,052
Hemisfer	0,212	,649
Hemisfer*Grup	0,467	,500
Lokasyon*Hemisfer	0,277	,744
Lokasyon*Hemisfer*Grup	0,677	,503

$p < ,05^*$ ,  $p < ,01^{**}$ ,  $p < 001^{***}$

Gerçekleştirilen test sonucunda faktörler arası anlamlı bir fark bulunmamaktadır ( $p>,05$ ). Lokasyon-grup etkileşimi anlamlılık düzeyi eşik değere yaklaşma eğilimindedir ( $p=,52$ ).

Uyaran türünün de faktör olarak dahil edilmesiyle Tekrarlı Ölçümler ANOVA testi tekrarlanmıştır. Test anlamlılık düzeyleri Tablo 6.2.2.2.2’de gösterilmektedir.

**Tablo 6.2.2.2.2.** Sözel 2-Geri Görevinde Lokasyon (3) X Hemisfer (2) X Uyaran (2) X Grup (2) için Teta 200-400ms Güç Spektrumu Değerleri Karşılaştırması

	F	p
Grup	1.90	,178
Lokasyon	4,74257	,018*
Lokasyon*Grup	3,86839	,034*
Hemisfer	0,36186	,552
Hemisfer*Grup	0,70828	,407
Uyaran	14,30645	,001**
Uyaran*Grup	0,51691	,478
Lokasyon*Hemisfer	0,51176	,594
Lokasyon*Hemisfer*Grup	0,57314	,559
Lokasyon*Uyaran	4,92894	,015*
Lokasyon*Uyaran*Grup	0,37334	,658
Hemisfer*Uyaran	0,00462	,946
Hemisfer*Uyaran*Grup	0,03275	,858
Lokasyon*Hemisfer*Uyaran	0,66316	,512
Lokasyon*Hemisfer*Uyaran*Grup	0,24308	,773

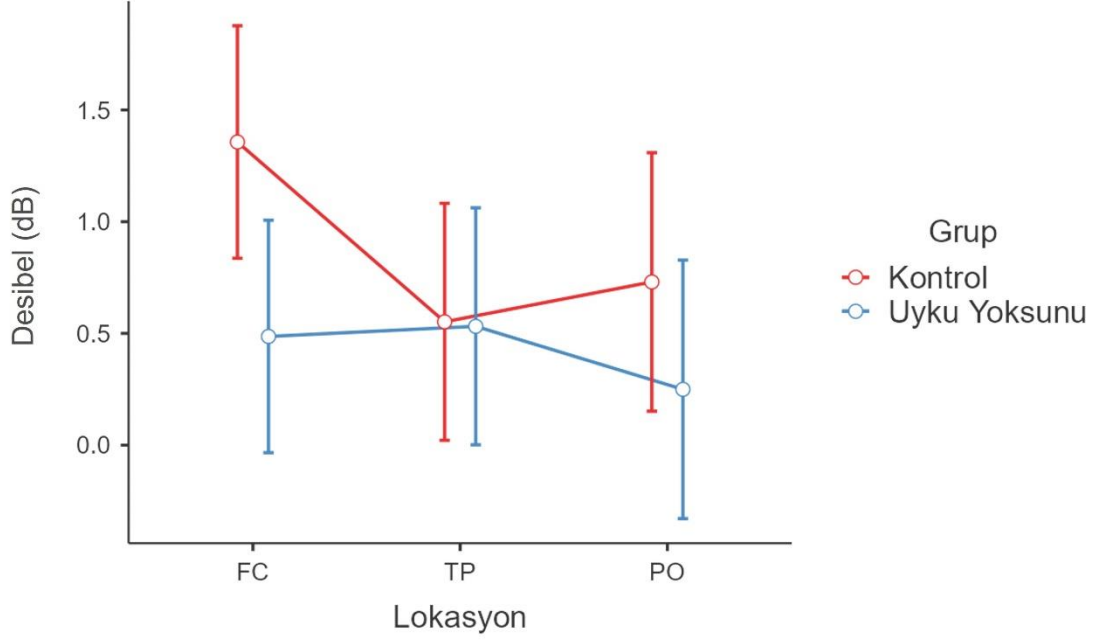
$p<,05^*$ ,  $p<,01^{**}$ ,  $p<001^{***}$

Test sonuçlarına göre lokasyon etkileşimi anlamlıdır ( $F_{(df=1,69)}=4,74257$ ;  $p=,018$ ;  $\eta_p^2=0,145$ ). Post-hoc testlerde fronto-santral bölgedeki teta güç değerlerinin parieto-okspital ( $p<,05$ ;  $p_{\text{bonferroni}}=,05$ ) ve temporo-parietal bölgelerden ( $p<,05$ ;  $p_{\text{bonferroni}}>,05$ ) yüksek olduğu anlaşılmaktadır.

Lokasyon-grup etkileşimi anlamı bulunmuş olup ( $F_{(df=1,69)}=3,86839$ ;  $p=,034$ ;  $\eta_p^2=0,121$ ), post-hoc testlerde kontrol grubunun fronto-santral bölgedeki teta güç değerlerinin hem kontrol grubu hem de uyku yoksunu grubun tüm lokasyonlarından anlamlı derecede yüksek olduğu görülmektedir ( $p$ 'ler $<,05$ ;  $p_{\text{bonferroni}}$ 'ler $>,05$ ).

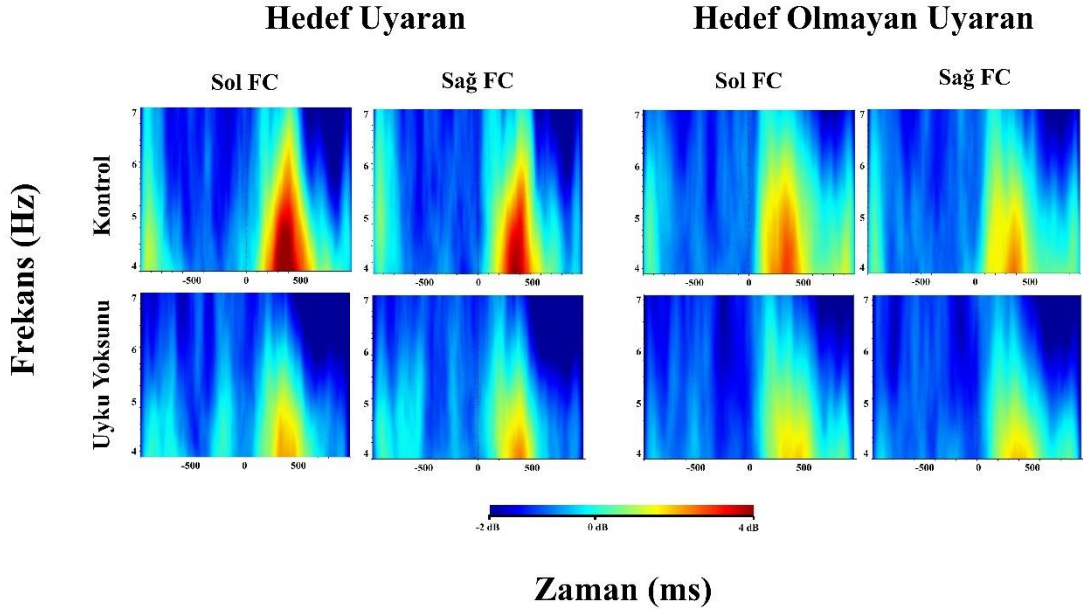
## Lokasyon\*Grup

$F_{(df=1,69)}=3,86839; p=,034; \eta^2=0,121$



**Şekil 6.2.2.2.1.** Sözel 2-geri görevi esnasında 200-400ms'de açığa çıkan olaya ilişkin teta güç spektrumlarının lokasyon-grup farkını gösteren çizgi grafiği (FC: fronto-santral, TP: temporo-parietal, PO: parieto-oksipital)

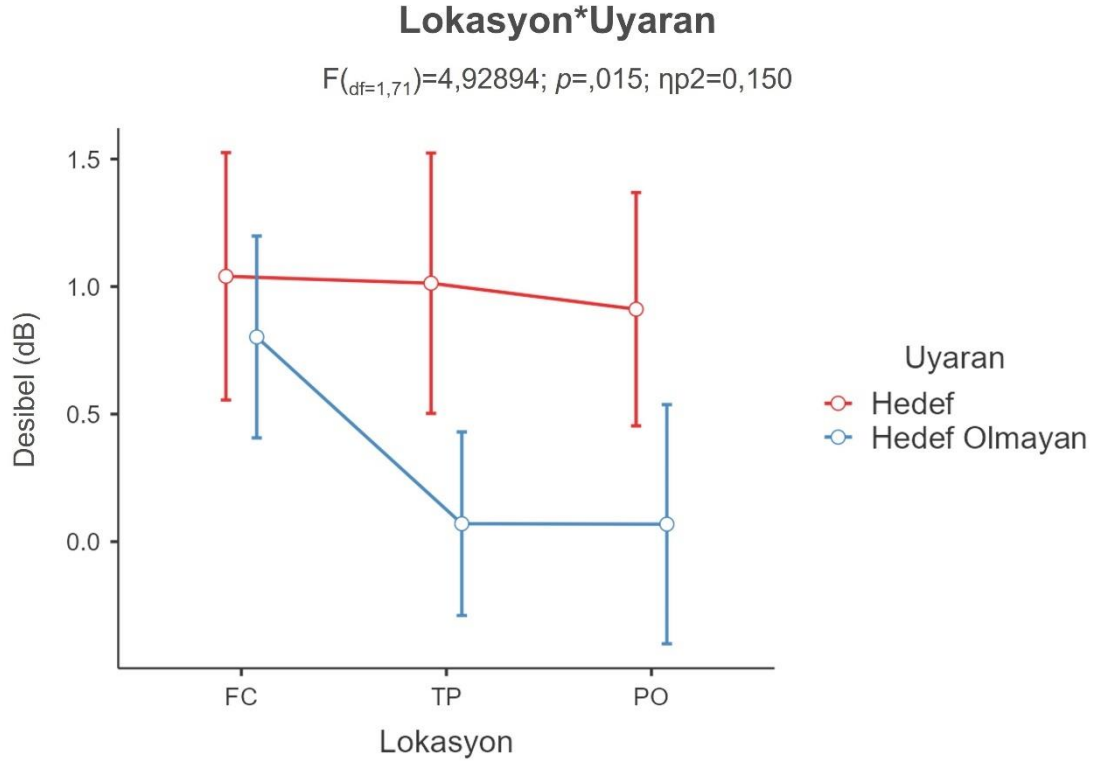
## Teta (4-7 Hz) Güç Spektrumu



Şekil 6.2.2.2.2. Sözel 2-geri görevinde 200-400ms’de fronto-santral bölgede açığa çıkan olaya ilişkin teta güç spektrumlarının uyku yoksunu ve kontrol gruplarına ait genel ortalamaları

Diğer etkileşimlere bakıldığında uyarılar arası anlamlı fark olduğu ve hedef uyarılara verilen teta yanıtının hedef olmayan uyarılardan yüksek olduğu görülmüştür ( $F_{(df=1,00)}=14,30645$ ;  $p<,001$ ;  $\eta_p^2=0,338$ ).

Lokasyon-uyarın etkileşiminde de anlamlı sonuçlar elde edilmiştir ( $F_{(df=1,71)}=4,92894$ ;  $p=,015$ ;  $\eta_p^2=0,150$ ). Post-hoc testlere göre; fronto-santralde hedef olan ve hedef olmayan uyarılara verilen teta güç yanıtları, temporo-parietal ve parieto-oksipital bölgelerde hedef olmayan uyarılara verilen teta yanıtlarından yüksektir ( $p$ ’ler $<,01$ ;  $p_{\text{bonferroni}}$ ’ler $<,05$ ). Temporo-parietal ve parieto-oksipital bölgelerde hedef uyarılara verilen teta güç yanıtları da aynı bölgelerde hedef olmayan uyarılara verilen yanıtlardan yüksektir ( $p$ ’ler $<,001$ ;  $p_{\text{bonferroni}}$ ’ler $<,05$ ).



**Şekil 6.2.2.2.3.** Sözel 2-geri görevi esnasında 200-400ms'de farklı lokasyonlarda açığa çıkan olaya ilişkin teta güç spektrumlarının uyaran türüne göre değişimini gösteren çizgi grafiği (FC: fronto-santral, TP: temporo-parietal, PO: parieto-okspital)

### 6.2.2.3. Sözel 2-geri görevi için olaya ilişkin teta 0-200ms faz kilitlemesi analizi sonuçları

Sözel 2-geri görevi sırasında hedef uyaran sonrası açığa çıkan teta fazla kilitlemesi sonuçlarına ilişkin grup-lokasyon-hemisfer faktörleri ile gerçekleştirilen Tekrarlı Ölçümler ANOVA testi anlamlılık değerleri Tablo 6.2.2.3.1'de gösterilmektedir.

**Tablo 6.2.2.3.1.** Sözel 2-Geri Görevinde Lokasyon (3) X Hemisfer (2) X Grup (2) için Hedef Uyarılarda Teta 0-200ms Faz Kilitlenmesi Değerleri Karşılaştırması

	F	p
Grup	3,47	,073
Lokasyon	13,02957	,001**
Lokasyon*Grup	1,24344	,285
Hemisfer	8,39863	,007**

Hemisfer*Grup	0,00746	,932
Lokasyon*Hemisfer	7,51491	,001**
Lokasyon*Hemisfer*Grup	0,37411	,685

$p < ,05^*$ ,  $p < ,01^{**}$ ,  $p < ,001^{***}$

Yapılan testlerde lokasyon farkı anlamlıdır ( $F_{(df=1,29)}=13,02957$ ;  $p=,001$ ;  $\eta_p^2=0,318$ ). Parieto-okspital bölgedeki hedef uyaranda açığa çıkan teta faz kilitlemeleri fronto-santral ( $p < ,01$ ;  $p_{\text{bonferroni}} < ,05$ ) ve temporo-parietal ( $p < ,001$ ;  $p_{\text{bonferroni}} < ,001$ ) bölgelerden yüksektir.

Hemisfer farkı anlamlı bulunmuş olup ( $F_{(df=1,00)}=8,39863$ ;  $p=,007$ ;  $\eta_p^2=0,231$ ); sağ hemisferde görülen teta faz kilitlemeleri sol hemisferden yüksektir.

Lokasyon-hemisfer etkileşimi istatistiksel olarak anlamlıdır ( $F_{(df=1,96)}=7,51491$ ;  $p=,001$ ;  $\eta_p^2=0,212$ ). Yapılan post-hoc testlere göre, sağ parieto-okspital teta faz kilitlemesi tüm lokasyon ve hemisferlerdeki değerlerden yüksektir ( $p$ 'ler  $< ,01$ ;  $p_{\text{bonferroni}}$ 'ler  $< ,05$ ). Sol parieto-okspital ise, sağ fronto-santral ( $p < ,05$ ;  $p_{\text{bonferroni}} > ,05$ ) ve sol temporo-parietal bölgelerden ( $p < ,001$ ;  $p_{\text{bonferroni}} < ,001$ ) yüksek değere sahiptir. Sol fronto-santral teta faz kilitlemesi, sol temporo-parietalden yüksektir ( $p < ,05$ ;  $p_{\text{bonferroni}} > ,05$ ).

Uyaran türü faktör olarak dahil edilmiş ve analiz tekrar edilmiştir. Lokasyon-hemisfer-uyaran-grup faktörleri ile gerçekleştirilen testin anlamlılık düzeyleri Tablo 6.2.2.3.2'de verilmiştir.

**Tablo 6.2.2.3.2.** Sözel 2-Geri Görevinde Lokasyon (3) X Hemisfer (2) X Uyaran (2) X Grup (2) için Teta 0-200ms Faz Kilitlemesi Değerleri Karşılaştırması

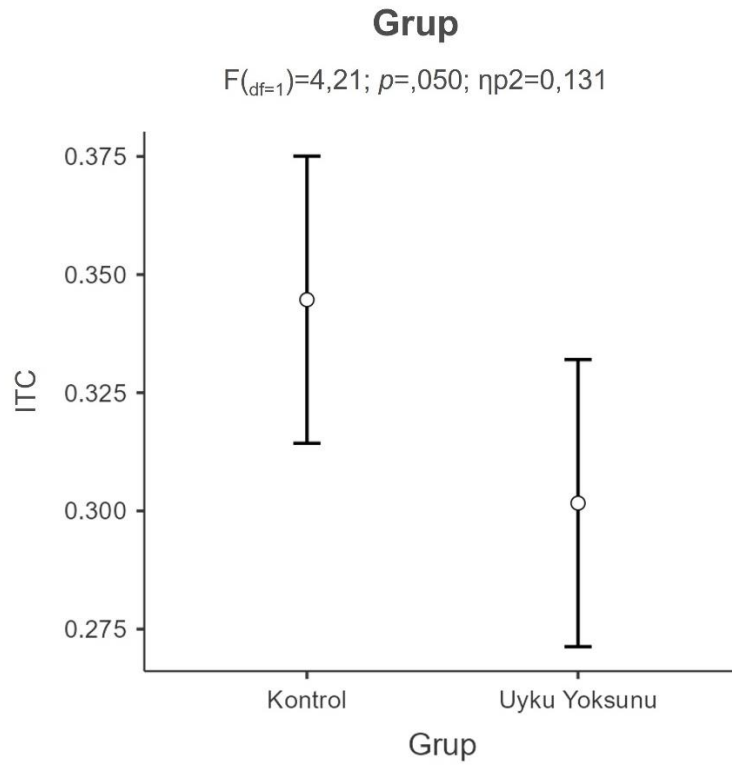
	F	p
Grup	4,21	,050
Lokasyon	17,94010	<,001***
Lokasyon*Grup	0,53458	,508
Hemisfer	6,16361	,019*
Hemisfer*Grup	0,12381	,728
Uyaran	0,20975	,650
Uyaran*Grup	0,00835	,928
Lokasyon*Hemisfer	5,27060	,009**
Lokasyon*Hemisfer*Grup	0,64432	,524
Lokasyon*Uyaran	0,34723	,619
Lokasyon*Uyaran*Grup	1,68880	,203



Hemisfer*Uyaran	1,35177	,255
Hemisfer*Uyaran*Grup	0,54460	,467
Lokasyon*Hemisfer*Uyaran	2,14912	,127
Lokasyon*Hemisfer*Uyaran*Grup	2,37187	,103

$p < ,05^*$ ,  $p < ,01^{**}$ ,  $p < 001^{***}$

Yapılan ikinci ANOVA testi sonuçlarına göre grup farkı eşik değerde bulunmuştur ( $F_{(df=1)}=4,21$ ;  $p=,050$ ;  $\eta_p^2=0,131$ ). Uyku yoksunu grubun kontrol grubundan daha düşük teta faz kilitlenmelerine sahip olduğu görülmektedir.



**Şekil 6.2.2.3.1.** Sözel 2-geri görevi esnasında 0-200ms’de açığa çıkan olaya ilişkin teta faz kilitlenmelerinin gruplar arası farkını gösteren çizgi grafiği

Gerçekleştirilen analizde hemisfer farkı bulunmuş ( $F_{(df=1,00)}= 6,16361$ ;  $p < ,05$ ;  $\eta_p^2=0,180$ ) ve sağ hemisferin sol hemisferden daha yüksek teta faz kilitlenmelerine sahip olduğu anlaşılmıştır. Ayrıca, lokasyonlar arası fark bulunmaktadır ( $F_{(df=1,25)}=17,94010$ ;  $p < ,001$ ;  $\eta_p^2=0,391$ ). Post-hoc testlerde, parieto-okspital teta faz kilitlenmesinin fronto-santral ( $p < ,01$ ;  $p_{\text{bonferroni}} < ,01$ ) ve temporo-parietalden ( $p < ,001$ ;  $p_{\text{bonferroni}} < ,001$ ) yüksek olduğu görülmektedir.

Lokasyon-hemisfer etkileşimi istatistiksel olarak anlamlıdır ( $F_{(df=1,93)}=5,27060$ ;  $p=,009$ ;  $\eta_p^2=0,158$ ). Etkileşim sonuçları ilk gerçekleştirilen ANOVA ile aynı olup anlamlılık düzeyleri aynı eşik değerler içerisindedir.

#### 6.2.2.4.Sözel 2-geri görevi için olaya ilişkin teta 200-400ms faz kilitlenmesi analizi sonuçları

Sözel 2-geri görevi esnasında 200-400ms arasında hedef uyarılarda açığa çıkan teta faz kilitlenmesi yanıtlarına ilişkin test sonuçları Tablo 6.2.2.4.1’de verilmiştir.

**Tablo 6.2.2.4.1.** Sözel 2-Geri Görevinde Lokasyon (3) X Hemisfer (2) X Grup (2) için Hedef Uyarılarda Teta 200-400ms Faz Kilitlenmesi Değerleri Karşılaştırması

	F	p
Grup	0,0403	,842
Lokasyon	4,7131	,023*
Lokasyon*Grup	2,0040	,158
Hemisfer	0,3310	,570
Hemisfer*Grup	0,0449	,834
Lokasyon*Hemisfer	0,1861	,820
Lokasyon*Hemisfer*Grup	0,9425	,392

$p<,05^*$ ,  $p<,01^{**}$ ,  $p<001^{***}$

Yapılan test sonucunda lokasyon farkı anlamlı bulunmuş ( $F_{(df=1,46)}=4,7131$ ;  $p=,023$ ;  $\eta_p^2=0,144$ ), post-hoc testlere göre parieto-okspital teta faz kilitlenmesinin temporo-parietal bölgeden fazla olduğu görülmektedir ( $p<,001$ ;  $p_{\text{bonferroni}}<,01$ ).

Uyaran türünün de faktör olarak dahil edildiği test sonucundan elde edilen anlamlılık değerleri Tablo 6.2.2.4.2’de verilmektedir.

**Tablo 6.2.2.4.2.** Sözel 2-Geri Görevinde Lokasyon (3) X Hemisfer (2) X Uyaran (2) X Grup (2) için Teta 200-400ms Faz Kilitlenmesi Değerleri Karşılaştırması

	F	p
Grup	0,147	,705
Lokasyon	5,685	,014*
Lokasyon*Grup	2,203	,139
Hemisfer	0,207	,652
Hemisfer*Grup	0,451	,507
Uyaran	1,122	,299
Uyaran*Grup	0,421	,522

Lokasyon*Hemisfer	0,943	,390
Lokasyon*Hemisfer*Grup	1,028	,360
Lokasyon*Uyaran	3,407	,051
Lokasyon*Uyaran*Grup	0,899	,395
Hemisfer*Uyaran	0,225	,639
Hemisfer*Uyaran*Grup	3,826	,061
Lokasyon*Hemisfer*Uyaran	0,773	,460
Lokasyon*Hemisfer*Uyaran*Grup	0,822	,439

$p < ,05^*$ ,  $p < ,01^{**}$ ,  $p < 001^{***}$

Yapılan analizde yine yalnızca lokasyon farkı anlamlı bulunmuştur ( $F_{(df=1,37)}=5,685$ ;  $p=,014$ ;  $\eta_p^2=0,169$ ). Parieto-okcipital teta faz kilitlemesinin temporo-parietal bölgeden yüksek olduğu anlaşılmıştır ( $p < ,001$ ;  $p_{\text{bonferroni}} < ,01$ ).

#### 6.2.2.5. Görsel-mekansal 2-geri görevi için olaya ilişkin teta 0-200ms güç spektrumu analizi sonuçları

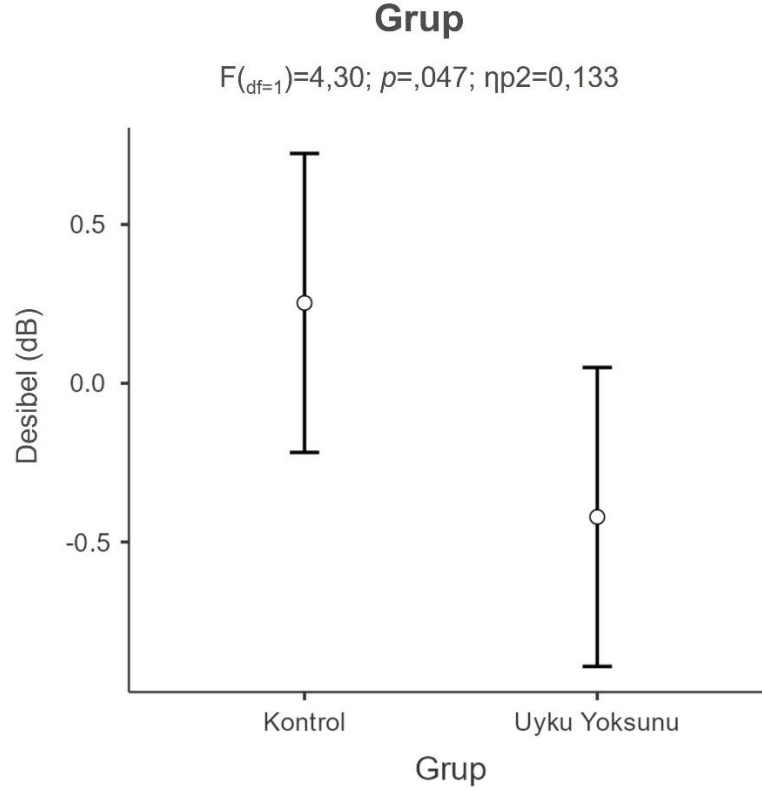
Görsel-mekansal 2-geri görevi esnasında hedef uyaranlara verilen teta güç spektrumu yanıtları lokasyon-grup-hemisfer faktörleri ile gerçekleştirilen Tekrarlı Ölçümler ANOVA testiyle incelenmiş, test anlamlılık düzeyleri Tablo 6.2.2.5.1'de verilmiştir.

**Tablo 6.2.2.5.1.** Görsel-mekansal 2-Geri Görevinde Lokasyon (3) X Hemisfer (2) X Grup (2) için Hedef Uyarılarda Teta 0-200ms Güç Spektrumu Değerleri Karşılaştırması

	F	p
Grup	4,30	,047*
Lokasyon	0,1813	,779
Lokasyon*Grup	0,2361	,733
Hemisfer	0,3569	,555
Hemisfer*Grup	0,0778	,782
Lokasyon*Hemisfer	0,5677	,534
Lokasyon*Hemisfer*Grup	0,5791	,528

$p < ,05^*$ ,  $p < ,01^{**}$ ,  $p < 001^{***}$

Yapılan analiz sonucuna göre grup farkı anlamlıdır ( $F_{(df=1)}=4,30$ ;  $p=,047$ ;  $\eta_p^2=0,133$ ). Uyku yoksunu grubun, kontrol grubundan daha düşük teta güç spektrumu değerlerine sahip olduğu anlaşılmıştır.



**Şekil 6.2.2.5.1.** Görsel-mekansal 2-geri görevi esnasında hedef uyarılarda 0-200ms'de açığa çıkan olaya ilişkin teta güç spektrumlarının gruplar arası farkını gösteren çizgi grafiği

İkinci olarak uyaran faktörü de dahil edilerek aynı analiz lokasyon-hemisfer-uyaran-grup faktörleri olacak şekilde tekrarlanmıştır. Test anlamlılık düzeyleri Tablo 6.2.2.5.2'de gösterilmiştir.

**Tablo 6.2.2.5.2.** Görsel-Mekansal 2-Geri Görevinde Lokasyon (3) X Hemisfer (2) X Uyaran (2) X Grup (2) için Teta 0-200ms Güç Spektrumu Değerleri Karşılaştırması

	F	p
Grup	2,73	,109
Lokasyon	3,8368	,034*
Lokasyon*Grup	1,0531	,348
Hemisfer	1,5555	,223
Hemisfer*Grup	0,0162	,900

Uyaran	0,1000	,754
Uyaran*Grup	2.,6216	,117
Lokasyon*Hemisfer	0,3557	,674
Lokasyon*Hemisfer*Grup	0,3681	,666
Lokasyon*Uyaran	1,8017	,180
Lokasyon*Uyaran*Grup	0,1843	,798
Hemisfer*Uyaran	0,2565	,616
Hemisfer*Uyaran*Grup	0,3720	,547
Lokasyon*Hemisfer*Uyaran	0,4911	,599
Lokasyon*Hemisfer*Uyaran*Grup	0,6653	,506

$p < ,05^*$ ,  $p < ,01^{**}$ ,  $p < 001^{***}$

Lokasyon farkı anlamlı bulunmuş olup ( $F_{(df=1,73)}=3,8368$ ;  $p=,034$ ;  $\eta_p^2=0,121$ ); parieto-okspital teta güç değerlerinin fronto-santral ( $p < ,05$ ;  $p_{\text{bonferroni}} > ,05$ ) ve temporo-parietal bölgelerden ( $p < ,05$ ;  $p_{\text{bonferroni}} > ,05$ ) yüksek olduğu tespit edilmiştir.

#### 6.2.2.6. Görsel-mekansal 2-geri görevi için olaya ilişkin teta 200-400ms güç spektrumu analizi sonuçları

Görsel-mekansal 2-geri görevi esnasında hedef uyarılara verilen teta güç spektrumu yanıtları lokasyon-grup-hemisfer faktörleri ile gerçekleştirilen Tekrarlı Ölçümler ANOVA testiyle incelenmiş, test anlamlılık düzeyleri Tablo 6.2.2.6.1’de verilmiştir. Gerçekleştirilen analizlerde anlamlı bir etkileşime rastlanmamıştır ( $p > ,05$ ).

**Tablo 6.2.2.6.1.** Görsel-mekansal 2-Geri Görevinde Lokasyon (3) X Hemisfer (2) X Grup (2) için Hedef Uyarılarda Teta 200-400ms Güç Spektrumu Değerleri Karşılaştırması

	F	p
Grup	2,34	,137
Lokasyon	1,1046	,331
Lokasyon*Grup	0,1620	,813
Hemisfer	0,0148	,904
Hemisfer*Grup	0,0181	,894
Lokasyon*Hemisfer	1,4093	,253
Lokasyon*Hemisfer*Grup	0,2860	,732

$p < ,05^*$ ,  $p < ,01^{**}$ ,  $p < 001^{***}$

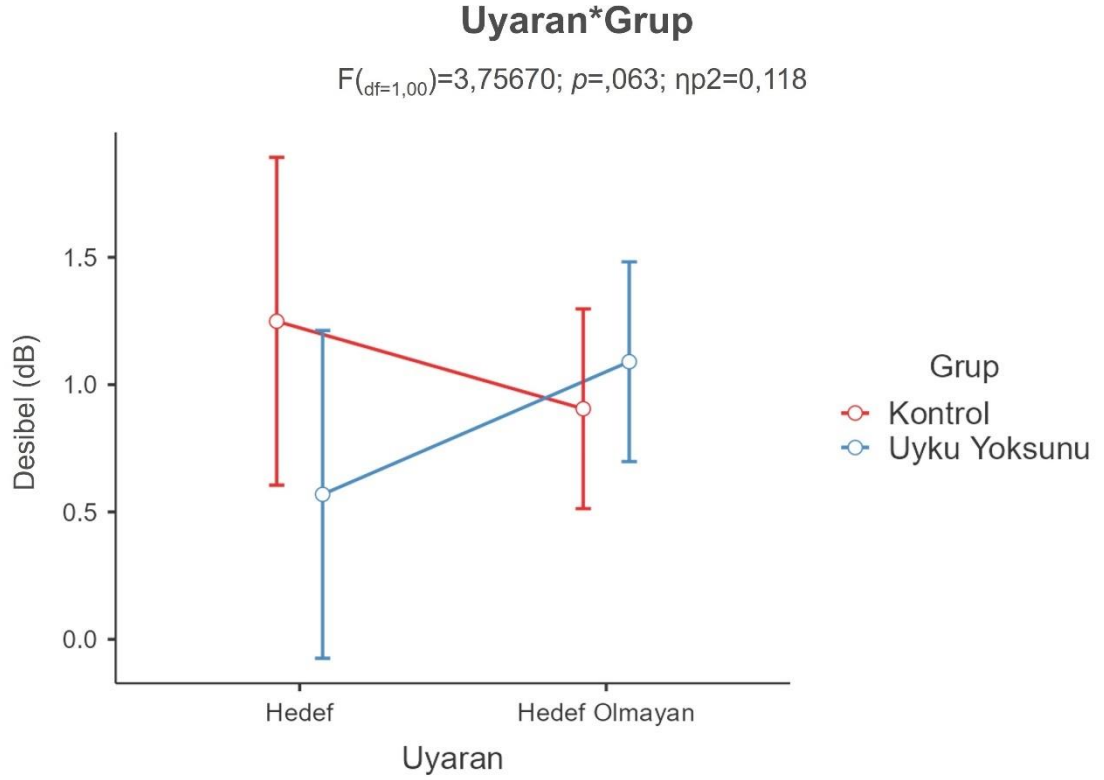
Uyaran türünün faktör olarak dahil edilmesiyle istatistiksel analiz tekrar edilmiş ve test anlamlılık düzeyleri Tablo 6.2.2.6.2’de gösterilmiştir. Test sonuçlarına göre 200-400ms’de teta güç spektrumunda anlamlı bir fark görülmemektedir ( $p>,05$ ).

**Tablo 6.2.2.6.2.** Görsel-Mekansal 2-Geri Görevinde Lokasyon (3) X Hemisfer (2) X Uyaran (2) X Grup (2) için Teta 200-400ms Güç Spektrumu Değerleri Karşılaştırması

	F	p
Grup	0,716	,405
Lokasyon	0,74105	,465
Lokasyon*Grup	0,60060	,531
Hemisfer	0,07843	,782
Hemisfer*Grup	0,00449	,947
Uyaran	0,15805	,694
Uyaran*Grup	3,75670	,063
Lokasyon*Hemisfer	2,07480	,150
Lokasyon*Hemisfer*Grup	0,71448	,454
Lokasyon*Uyaran	1,28883	,281
Lokasyon*Uyaran*Grup	0,33229	,675
Hemisfer*Uyaran	0,02301	,881
Hemisfer*Uyaran*Grup	0,11193	,740
Lokasyon*Hemisfer*Uyaran	0,54052	,582
Lokasyon*Hemisfer*Uyaran*Grup	0,01269	,986

$p<,05^*$ ,  $p<,01^{**}$ ,  $p<001^{***}$

Uyaran-grup etkileşimi anlamlı bulunmamasına karşın eşik değere yakın bir anlamlılık düzeyine sahip olduğu görülmüştür ( $F_{(df=1,00)}=3,75670$ ;  $p=,063$ ;  $\eta_p^2=0,118$ ).



**Şekil 6.2.2.6.1.** Görsel-mekansal 2-geri görevi esnasında farklı uyaran türlerinde 200-400ms'de açığa çıkan olaya ilişkin teta güç spektrumlarının gruplar arası karşılaştırmasını gösteren çizgi grafiği

#### **6.2.2.7. Görsel-mekansal 2-geri görevi için olaya ilişkin teta 0-200ms faz kilitlemesi analizi sonuçları**

Görsel-mekansal 2-geri görevi sırasında hedef uyaran sonrası açığa çıkan teta faz kilitlemesi sonuçlarına ilişkin grup-lokasyon-hemisfer faktörleri ile gerçekleştirilen Tekrarlı Ölçümler ANOVA testi anlamlılık değerleri Tablo 6.2.2.7.1'de gösterilmektedir.

**Tablo 6.2.2.7.1.** Görsel-mekansal 2-Geri Görevinde Lokasyon (3) X Hemisfer (2) X Grup (2) için Hedef Uyarılarda Teta 0-200ms Faz Kilitlenmesi Değerleri Karşılaştırması

	F	p
Grup	0,671	,420
Lokasyon	0,9382	,383

Lokasyon*Grup	2,0425	,149
Hemisfer	14,2118	<,001***
Hemisfer*Grup	0,1082	,745
Lokasyon*Hemisfer	0,9814	,377
Lokasyon*Hemisfer*Grup	0,0137	,983

$p < ,05^*$ ,  $p < ,01^{**}$ ,  $p < 001^{***}$

Test sonuçlarına göre yalnızca hemisfer farkı anlamlı bulunmuştur ( $F_{(df=1,00)}=14,2118$ ;  $p < ,001$ ;  $\eta_p^2=0,337$ ). Sağ hemisferde görülen teta faz kilitlenmeleri sol hemisferden yüksektir.

Uyaran türünün de faktör olarak eklenmesiyle gerçekleştirilen ikinci ANOVA sonuçlarına ilişkin test anlamlılık değerleri Tablo 6.2.2.7.2’de verilmiştir.

**Tablo 6.2.2.7.2.** Görsel-Mekansal 2-Geri Görevinde Lokasyon (3) X Hemisfer (2) X Uyaran (2) X Grup (2) için Teta 0-200ms Faz Kilitlenmesi Değerleri Karşılaştırması

	F	p
Grup	,27	,270
Lokasyon	1,148	,310
Lokasyon*Grup	2,740	,094
Hemisfer	12,776	,001**
Hemisfer*Grup	0,881	,356
Uyaran	13,109	,001**
Uyaran*Grup	8,94e-4	,976
Lokasyon*Hemisfer	1,966	,151
Lokasyon*Hemisfer*Grup	0,219	,799
Lokasyon*Uyaran	0,105	,850
Lokasyon*Uyaran*Grup	0,379	,632
Hemisfer*Uyaran	1,442	,240
Hemisfer*Uyaran*Grup	0,422	,521
Lokasyon*Hemisfer*Uyaran	0,204	,787
Lokasyon*Hemisfer*Uyaran*Grup	0,742	,465

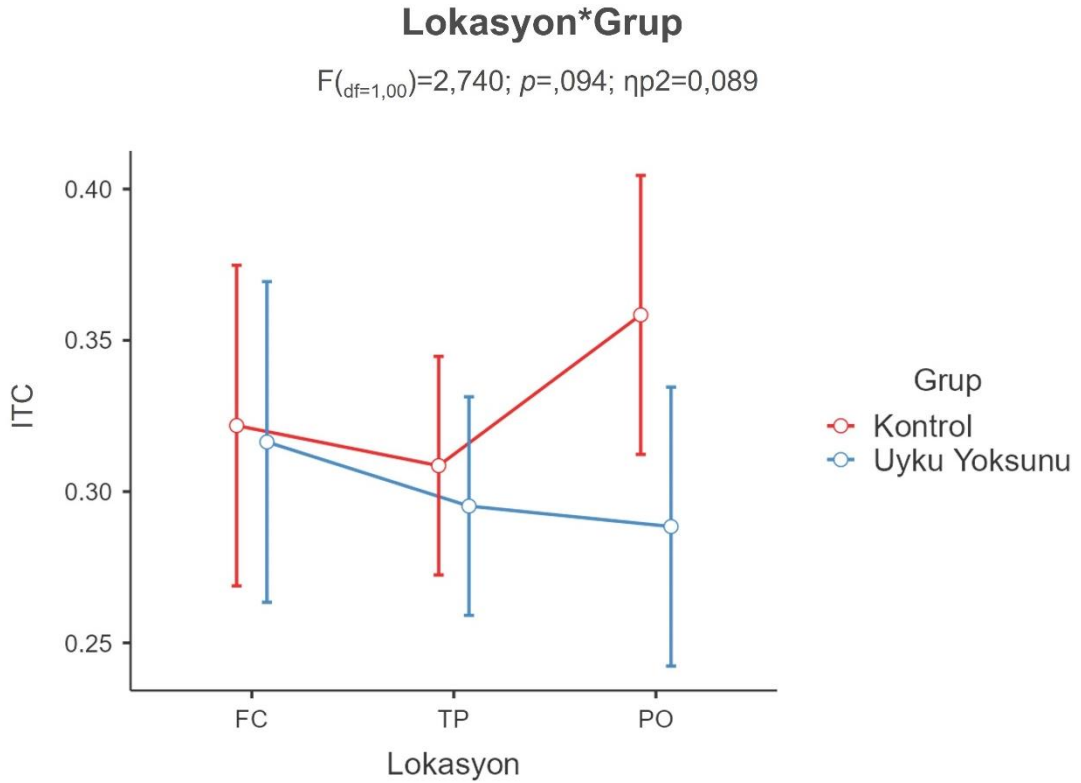
$p < ,05^*$ ,  $p < ,01^{**}$ ,  $p < 001^{***}$

Analiz sonuçlarına göre hemisfer farkı anlamlıdır ( $F_{(df=1,00)}=12,776$ ;  $p = ,001$ ;  $\eta_p^2=0,313$ ). Sağ hemisferde görülen teta faz kilitlenmeleri sol hemisferden yüksektir.



Uyaran türleri arasındaki fark anlamlı bulunmuş olup; hedef uyaranlara verilen teta faz kilitlemesi değerleri hedef olmayan uyarlardan daha yüksektir ( $F_{(df=1,00)}=13,109$ ;  $p=,001$ ;  $\eta_p^2=0,319$ ).

Lokasyon-grup etkileşimi test olasılık düzeyi  $p>,05$  olmasına karşın eşik değere yaklaşma eğilimindedir ( $F_{(df=1,00)}=2,740$ ;  $p=,094$ ;  $\eta_p^2=0,089$ ).



**Şekil 6.2.2.7.1.** Görsel-mekansal 2-geri görevi esnasında 0-200ms'de açığa çıkan olaya ilişkin teta faz kilitlemelerinin lokasyon-grup farkını gösteren çizgi grafiği (FC: fronto-santral, TP: temporo-parietal, PO: parieto-oksipital)

#### **6.2.2.8. Görsel-mekansal 2-geri görevi için olaya ilişkin teta 200-400ms faz kilitlemesi analizi sonuçları**

Görsel-mekansal 2-geri görevi sırasında hedef uyaran sonrası açığa çıkan teta faz kilitlemesi sonuçlarına ilişkin grup-lokasyon-hemisfer faktörleri ile gerçekleştirilen Tekrarlı Ölçümler ANOVA testi anlamlılık değerleri Tablo 6.2.2.8.1'de gösterilmektedir.

**Tablo 6.2.2.8.1.** Görsel-mekansal 2-Geri Görevinde Lokasyon (3) X Hemisfer (2) X Grup (2) için Hedef Uyarılarda Teta 200-400ms Faz Kilitlenmesi Değerleri Karşılaştırması

	F	p
Grup	0,930	,343
Lokasyon	3,288	,059
Lokasyon*Grup	0,585	,517
Hemisfer	0,740	,397
Hemisfer*Grup	3,675	,066
Lokasyon*Hemisfer	0,470	,604
Lokasyon*Hemisfer*Grup	1,491	,236

$p < ,05^*$ ,  $p < ,01^{**}$ ,  $p < ,001^{***}$

Yapılan testlerde istatistiksel olarak anlamlı sonuçlara ulaşılamamıştır ( $p > ,05$ ). Hemisfer-grup etkileşimi anlamlı bulunmamış, ancak eşik değere yaklaşma eğiliminde olduğu tespit edilmiştir ( $F_{(df=1,00)}=3,675$ ;  $p=,066$ ;  $\eta_p^2=0,116$ ).

Uyaran türünün dahil edildiği ikinci ANOVA testi sonuçları Tablo 6.2.2.8.2’de gösterilmektedir.

**Tablo 6.2.2.8.2.** Görsel-Mekansal 2-Geri Görevinde Lokasyon (3) X Hemisfer (2) X Uyarı (2) X Grup (2) için Teta 200-400ms Faz Kilitlenmesi Değerleri Karşılaştırması

	F	p
Grup	0,949	,338
Lokasyon	4,019	,038*
Lokasyon*Grup	0,472	,565
Hemisfer	4,611	,041*
Hemisfer*Grup	2,638	,116
Uyarı	1,644	,210
Uyarı*Grup	0,189	,667
Lokasyon*Hemisfer	0,775	,457
Lokasyon*Hemisfer*Grup	1,260	,290
Lokasyon*Uyarı	0,972	,364
Lokasyon*Uyarı*Grup	0,726	,451
Hemisfer*Uyarı	1,328	,259
Hemisfer*Uyarı*Grup	1,424	,243
Lokasyon*Hemisfer*Uyarı	2,173	,132
Lokasyon*Hemisfer*Uyarı*Grup	0,362	,664

---

---

$p < ,05^*$ ,  $p < ,01^{**}$ ,  $p < ,001^{***}$

Test sonuçlarına göre lokasyon farkı anlamlıdır ( $F_{(df=1,45)}=4,019$ ;  $p=,038$ ;  $\eta_p^2=0,126$ ). Uygulanan post-hoc testlerde parieto-okspital bölgedeki teta faz kilitlenmelerinin fronto-santral bölgeden yüksek olduğu görülmektedir ( $p < ,05$ ;  $p_{\text{bonferroni}} > ,05$ ).

Bir diğer anlamlılık ise hemisfer faktöründe bulunmuştur ( $F_{(df=1,00)}=4,611$ ;  $p=,041$ ;  $\eta_p^2=0,141$ ). Sağ hemisferin sol hemisferden yüksek teta faz kilitlenmesine sahip olduğu anlaşılmıştır.

### 6.2.3. Olaya ilişkin alfa osilasyonu analiz sonuçları

#### 6.2.3.1. Sözel 2-geri görevi için olaya ilişkin alfa güç spektrumu analizi sonuçları

Grup, lokasyon ve hemisfer faktörleri ile hedef uyarılar için gerçekleştirilen Tekrarlı Ölçümler ANOVA Testi sonucuna göre, sözel 2-geri görevi esnasında açığa çıkan alfa güç değerlerinin incelenen değişkenler arasında farklılaşmadığı görülmüştür ( $p > ,05$ ). Test olasılık değerleri Tablo 6.2.3.1.1’de verilmektedir.

**Tablo 6.2.3.1.1.** Sözel 2-Geri Görevinde Lokasyon (3) X Hemisfer (2) X Grup (2) için Hedef Uyarılarda Alfa Güç Spektrumu Değerleri Karşılaştırması

	F	p
Grup	1,49	,233
Lokasyon	0,473	,611
Lokasyon*Grup	1,836	,172
Hemisfer	0,792	,381
Hemisfer*Grup	0,838	,368
Lokasyon*Hemisfer	0,923	,388
Lokasyon*Hemisfer*Grup	0,451	,602

---

---

$p < ,05^*$ ,  $p < ,01^{**}$ ,  $p < ,001^{***}$

Uyaran türünün de faktör olarak eklenmesiyle ikinciye gerçekleştirilen ANOVA test sonucuna ilişkin anlamlılık değerleri Tablo 6.2.3.1.2’de gösterilmektedir.

**Tablo 6.2.3.1.2.** Sözel 2-Geri Görevinde Lokasyon (3) X Hemisfer (2) X Uyarın (2) X Grup (2) için Alfa Güç Spektrumu Değerleri Karşılaştırması

	F	p
Grup	0,763	,390
Lokasyon	1,585	,219
Lokasyon*Grup	1,754	,192
Hemisfer	0,518	,478
Hemisfer*Grup	0,103	,751
Uyarın	2,700	,112
Uyarın*Grup	1,198	,283
Lokasyon*Hemisfer	1,392	,257
Lokasyon*Hemisfer*Grup	0,691	,488
Lokasyon*Uyarın	0,550	,572
Lokasyon*Uyarın*Grup	0,941	,393
Hemisfer*Uyarın	0,498	,486
Hemisfer*Uyarın*Grup	1,524	,227
Lokasyon*Hemisfer*Uyarın	0,330	,693
Lokasyon*Hemisfer*Uyarın*Grup	1,159	,317

$p < ,05^*$ ,  $p < ,01^{**}$ ,  $p < 001^{***}$

Gerçekleştirilen Tekrarlı Ölçümler ANOVA testine göre alfa güç spektrumu değerleri için anlamlı etkileşim bulunamamıştır ( $p > ,05$ ).

### **6.2.3.2.Sözel 2-geri görevi için olaya ilişkin alfa faz kilitlemesi analizi sonuçları**

Sözel-2geri görevi esnasında hedef uyarınlar için açığa çıkan alfa faz kilitlemesi değerlerinin lokasyon, hemisfer ve grup değişkenleri ile incelenmesine ilişkin Tekrarlı Ölçümler ANOVA testi sonuçları Tablo 6.2.3.2.1’de gösterilmektedir.

**Tablo 6.2.3.2.1.** Sözel 2-Geri Görevinde Lokasyon (3) X Hemisfer (2) X Grup (2) için Hedef Uyarınlarda Alfa Faz Kilitlenmesi Değerleri Karşılaştırması

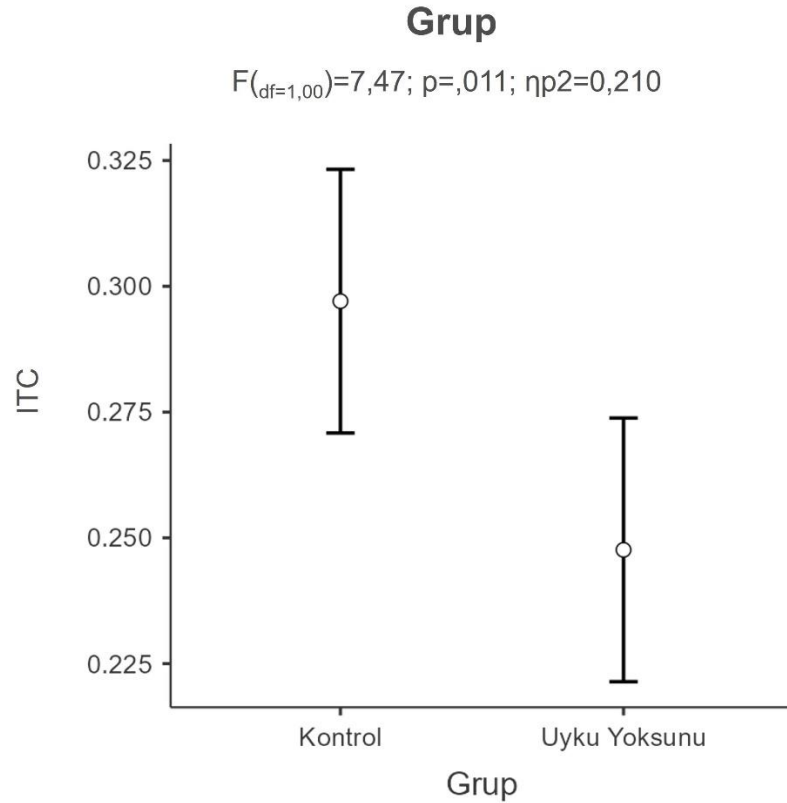
	F	p
Grup	7,47	,011*
Lokasyon	15,616	<.001***
Lokasyon*Grup	3,205	,066
Hemisfer	0,674	,419
Hemisfer*Grup	0,857	,362
Lokasyon*Hemisfer	5,037	,012*
Lokasyon*Hemisfer*Grup	1,069	,345

---

---

$p < ,05^*$ ,  $p < ,01^{**}$ ,  $p < ,001^{***}$

Yapılan analizin sonuçlarına göre grup farkı anlamlı bulunmuştur ( $F_{(df=1)}=7,47$ ;  $p=,011$ ;  $\eta_p^2=0,210$ ). Uyku yoksunu grubun alfa faz kilitlemelerinin kontrol grubundan düşük olduğu anlaşılmıştır.



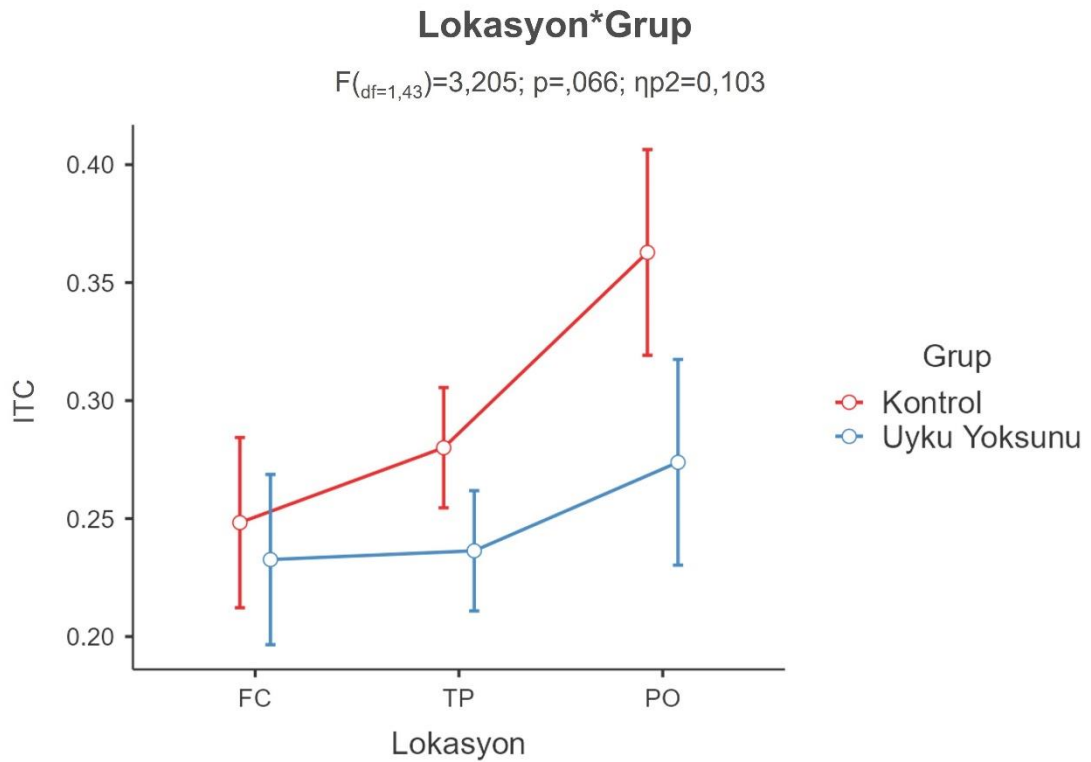
**Şekil 6.2.3.2.1.** Sözel 2-geri görevi esnasında hedef uyarılarda 0-200ms'de açığa çıkan olaya ilişkin alfa faz kilitlemelerinin gruplar arası farkını gösteren çizgi grafiği

Lokasyon farkı anlamlı bulunmuştur ( $F_{(df=1,42)}=15,616$ ;  $p < ,001$ ;  $\eta_p^2=0,358$ ). Yapılan post-hoc testlere göre, parieto-okspital alfa faz kilitlemeleri tüm diğer lokasyonlardan yüksektir ( $p$ 'ler  $< ,001$ ;  $p_{\text{bonferroni}}$ 'ler  $< ,001$ ).

Lokasyon-hemisfer etkileşimi anlamlıdır ( $F_{(df=1,80)}=5,037$ ;  $p=,012$ ;  $\eta_p^2=0,152$ ). Post-hoc testlere göre, sağ ( $p=,001$ ;  $p_{\text{bonferroni}} < ,05$ ) ve sol parieto-okspital ( $p < ,05$ ;  $p_{\text{bonferroni}} > ,05$ ) alfa faz kilitlemeleri sol fronto-santralden yüksek bulundu. Aynı şekilde sağ ve sol parieto-okspital alfa faz kilitlemeleri sağ ve sol fronto-santral bölgelerden anlamlı düzeyde yüksektir ( $p$ 'ler  $< ,001$ ;  $p_{\text{bonferroni}}$ 'ler  $< ,01$ ). Sağ hemisferde

temporo-parietal alfa faz kilitlemesi fronto-santralden yüksektir ( $p < ,05$ ;  $p_{\text{bonferroni}} > ,05$ ). Sağ ve sol parieto-okspital alfa faz kilitlemeleri sol temporo-parietalden yüksektir ( $p$ 'ler  $< ,001$ ;  $p_{\text{bonferroni}}$ 'ler  $< ,01$ ). Sağ hemisferde ( $p < ,001$ ;  $p_{\text{bonferroni}} < ,01$ ) ve sol hemisferde ( $p < ,05$ ;  $p_{\text{bonferroni}} > ,05$ ) parieto-okspital alfa faz kilitlemeleri sağ temporo-parietalden yüksektir.

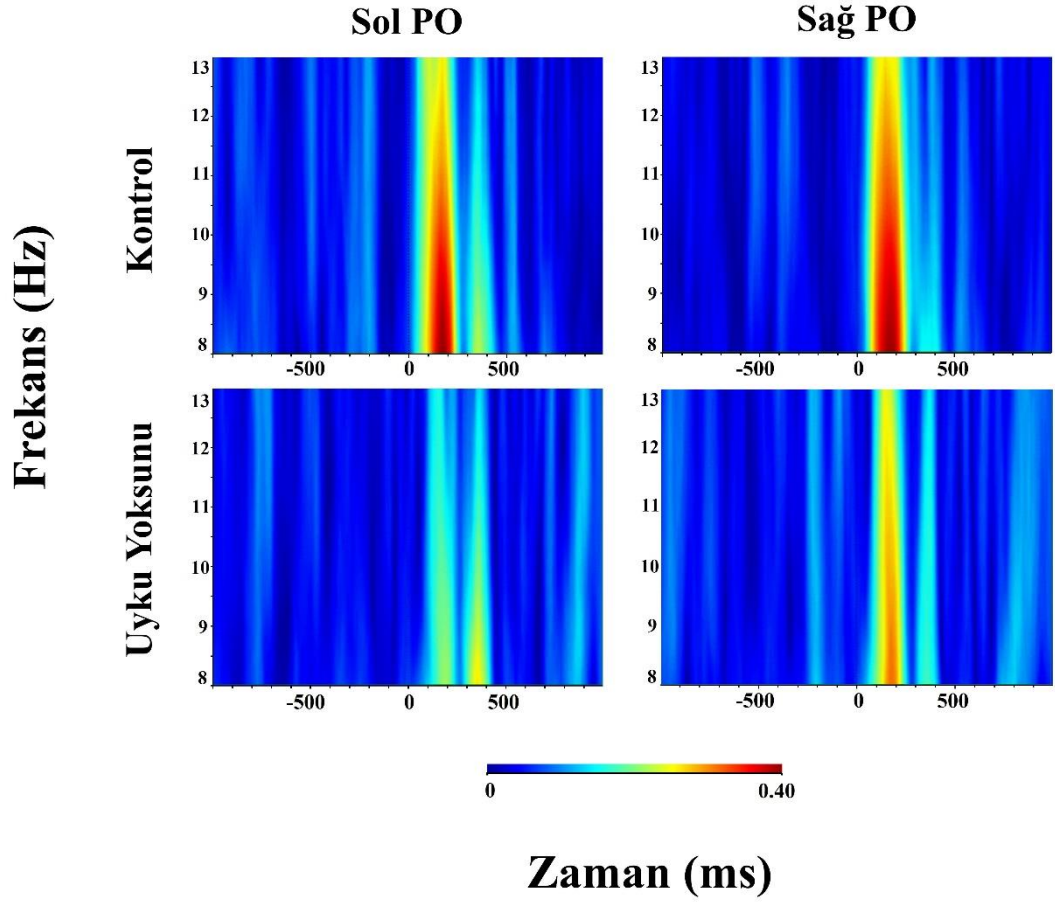
Lokasyon-grup etkileşimi anlamlı bulunmamasına karşın eşik değere yakın bir değer aldığı dikkat çekmiştir ( $F_{(df=1,43)} = 3,205$ ;  $p = ,066$ ;  $\eta_p^2 = 0,103$ ). Şekil 6.2.3.2.3'te alfa faz kilitlemelerinin grup ve lokasyona bağlı değişimi görülmektedir.



**Şekil 6.2.3.2.2.** Sözel 2-geri görevi esnasında hedef uyarılarda 0-200ms'de açığa çıkan olaya ilişkin alfa faz kilitlemelerinin lokasyon-grup farkını gösteren çizgi grafiği (FC: fronto-santral, TP: temporo-parietal, PO: parieto-okspital)

# Alfa (8-13 Hz) Faz Kilitlenmesi

## Hedef Uyarı



Şekil 6.2.3.2.3. Sözel 2-geri görevinde hedef uyarıların sunulması sırasında 0-200ms’de parieto-oksipital bölgede açığa çıkan olaya ilişkin alfa faz kilitlenmesinin uyku yoksunu ve kontrol gruplarına ait genel ortalamaları

Uyaran türünün faktör olarak dahil edildiği ikinci ANOVA analizi sonuçları Tablo 6.2.3.2.2’de gösterilmektedir.

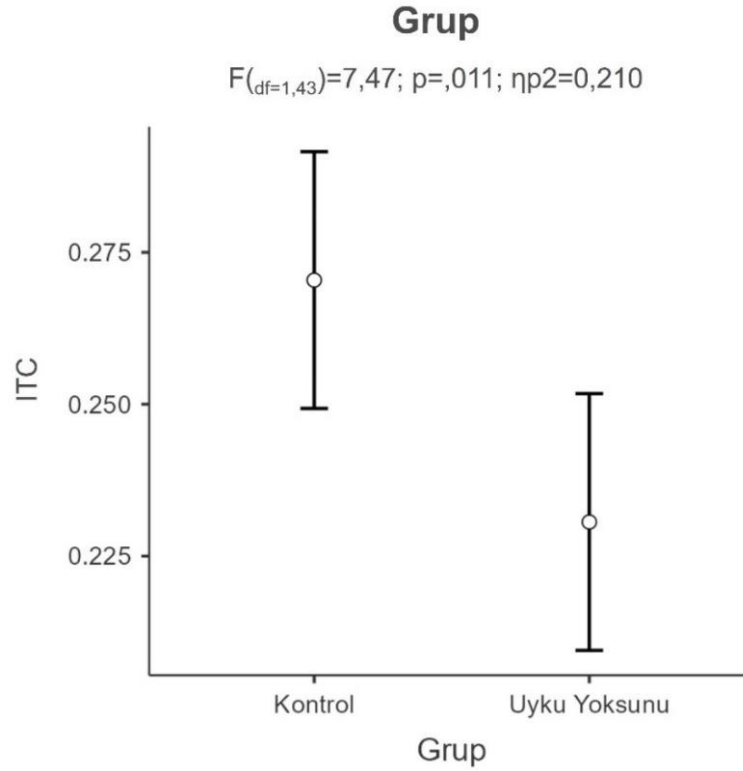
**Tablo 6.2.3.2.2.** Sözel 2-Geri Görevinde Lokasyon (3) X Hemisfer (2) X Uyaran (2) X Grup (2) için Alfa Faz Kilitlenmesi Değerleri Karşılaştırması

	F	p
Grup	7,45	,011*
Lokasyon	28,7433	<,001***
Lokasyon*Grup	1,5934	,217
Hemisfer	1,0615	,312
Hemisfer*Grup	2,3030	,140
Uyaran	18,5150	<,001***
Uyaran*Grup	0,8996	,351
Lokasyon*Hemisfer	6,9168	,003**
Lokasyon*Hemisfer*Grup	1,3134	,276
Lokasyon*Uyaran	0,7938	,424
Lokasyon*Uyaran*Grup	2,4066	,116
Hemisfer*Uyaran	0,0303	,863
Hemisfer*Uyaran*Grup	0,0676	,797
Lokasyon*Hemisfer*Uyaran	0,2130	,785
Lokasyon*Hemisfer*Uyaran*Grup	0,5551	,559

$p < ,05$ \*,  $p < ,01$ \*\* ,  $p < ,001$ \*\*\*

Tekrarlı Ölçümler ANOVA Testi sonucunda grup farkı anlamlı bulunmuştur ( $F_{(df=1)} = 7,47$ ;  $p = ,011$ ;  $\eta_p^2 = 0,210$ ). Uyku yoksunu grubun alfa faz kilitlenmeleri kontrol grubundan düşüktür.





**Şekil 6.2.3.2.4.** Sözel 2-geri görevi esnasında 0-200ms'de açığa çıkan olaya ilişkin alfa faz kilitlemelerinin gruplar arası farkını gösteren çizgi grafiği

Lokasyon farkı anlamlı bulunmuştur ( $F_{(df=1,52)}=28,7433; p<,001; \eta^2=0,507$ ). Yapılan post-hoc testlere göre, parieto-oksipital alfa faz kilitlemeleri tüm diğer lokasyonlardan yüksektir ( $p$ 'ler<,001;  $p_{\text{bonferroni}}$ 'ler <,001). Bu sonuçlar, gerçekleştirilen ilk varyans analizi bulgularıyla örtüşmektedir.

Uyaran türleri arasındaki alfa faz kilitlemeleri farkı anlamlıdır ( $F_{(df=1,00)}=18,5150; p<,001; \eta^2=0,398$ ). Hedef uyaranlarda açığa çıkan alfa faz kilitlemesi hedef olmayan uyaranlardan anlamlı düzeyde yüksektir.

Lokasyon-hemisfer etkileşimi istatistiksel olarak anlamlıdır ( $F_{(df=1,85)}=6,9168; p=,003; \eta^2=0,198$ ). Post-hoc testlerde, sağ ve sol parieto-oksipital alfa faz kilitlemelerinin sağ ve sol fronto-santral ve temporo-parietalden yüksek olduğu görülmektedir ( $p$ 'ler<,01;  $p_{\text{bonferroni}}$ 'ler <,05). Sol fronto-santral alfa faz kilitlemeleri sağ hemisferden yüksektir ( $p<,01; p_{\text{bonferroni}}>,05$ ). Sağ fronto-santral alfa faz kilitlemesi sağ temporo-parietalden yüksek bulunmuştur ( $p<,05; p_{\text{bonferroni}}>,05$ ).

### 6.2.3.3.Görsel-mekansal 2-geri görevi için olaya ilişkin alfa güç spektrumu analizi sonuçları

Görsel-mekansal 2-geri görevi sırasında hedef uyarın sonrası açığa çıkan alfa güç spektrumu sonuçlarına ilişkin grup-lokasyon-hemisfer faktörleri ile gerçekleştirilen Tekrarlı Ölçümler ANOVA testi anlamlılık değerleri Tablo 6.2.3.3.1’te gösterilmektedir.

**Tablo 6.2.3.3.1.** Görsel-Mekansal 2-Geri Görevinde Lokasyon (3) X Hemisfer (2) X Grup (2) için Hedef Uyarılarda Alfa Güç Spektrumu Değerleri Karşılaştırması

	F	p
Grup	0,596	,446
Lokasyon	2,756	,084
Lokasyon*Grup	0,169	,802
Hemisfer	9,10e-4	,976
Hemisfer*Grup	0,158	,694
Lokasyon*Hemisfer	0,999	,374
Lokasyon*Hemisfer*Grup	4,902	,011*

$p < ,05^*$ ,  $p < ,01^{**}$ ,  $p < ,001^{***}$

Test sonucuna göre yalnızca lokasyon-hemisfer-grup etkileşimi anlamlıdır ( $F_{(df=2,00)}=4,902$ ;  $p=,011$ ;  $\eta_p^2=0,149$ ). Gerçekleştirilen post-hoc testlerine göre; kontrol grubunun sağ fronto-santral alfa güç değerleri, yine kontrol grubunun sağ temporo-parietal bölgesinden ve uyku yoksunu grubun sol temporo-parietal bölgesindeki alfa güç değerlerinden yüksektir ( $p$ 'ler  $< ,05$ ;  $p_{\text{bonferroni}}$ 'ler  $> ,05$ ). Kontrol grubunun sağ fronto-santral alfa güç değerleri, uyku yoksunu grubun sağ parieto-oksipital bölgesinden yüksektir ( $p < ,05$ ;  $p_{\text{bonferroni}} > ,05$ ). Uyku yoksunu grubun sol parieto-oksipital alfa güç değerleri sağ hemisferinden yüksek değere sahiptir ( $p < ,05$ ;  $p_{\text{bonferroni}} > ,05$ ).

Uyarın türünün de faktör olarak dahil edildiği ikinci bir ANOVA gerçekleştirilmiş, test anlamlılık düzeyleri Tablo 6.2.3.3.2’de verilmiştir.

**Tablo 6.2.3.3.2.** Görsel-Mekansal 2-Geri Görevinde Lokasyon (3) X Hemisfer (2) X Uyarın (2) X Grup (2) için Alfa Güç Spektrumu Değerleri Karşılaştırması

	F	p
Grup	0,368	,549
Lokasyon	4,91107	,016*
Lokasyon*Grup	0,69970	,478
Hemisfer	0,05976	,809
Hemisfer*Grup	0,20768	,652
Uyarın	6,76321	,015*
Uyarın*Grup	0,46879	,499
Lokasyon*Hemisfer	0,68891	,506
Lokasyon*Hemisfer*Grup	3,88368	,026*
Lokasyon*Uyarın	1,06356	,346
Lokasyon*Uyarın*Grup	0,12638	,857
Hemisfer*Uyarın	0,06318	,803
Hemisfer*Uyarın*Grup	0,00428	,948
Lokasyon*Hemisfer*Uyarın	0,63093	,521
Lokasyon*Hemisfer*Uyarın*Grup	2,56678	,092

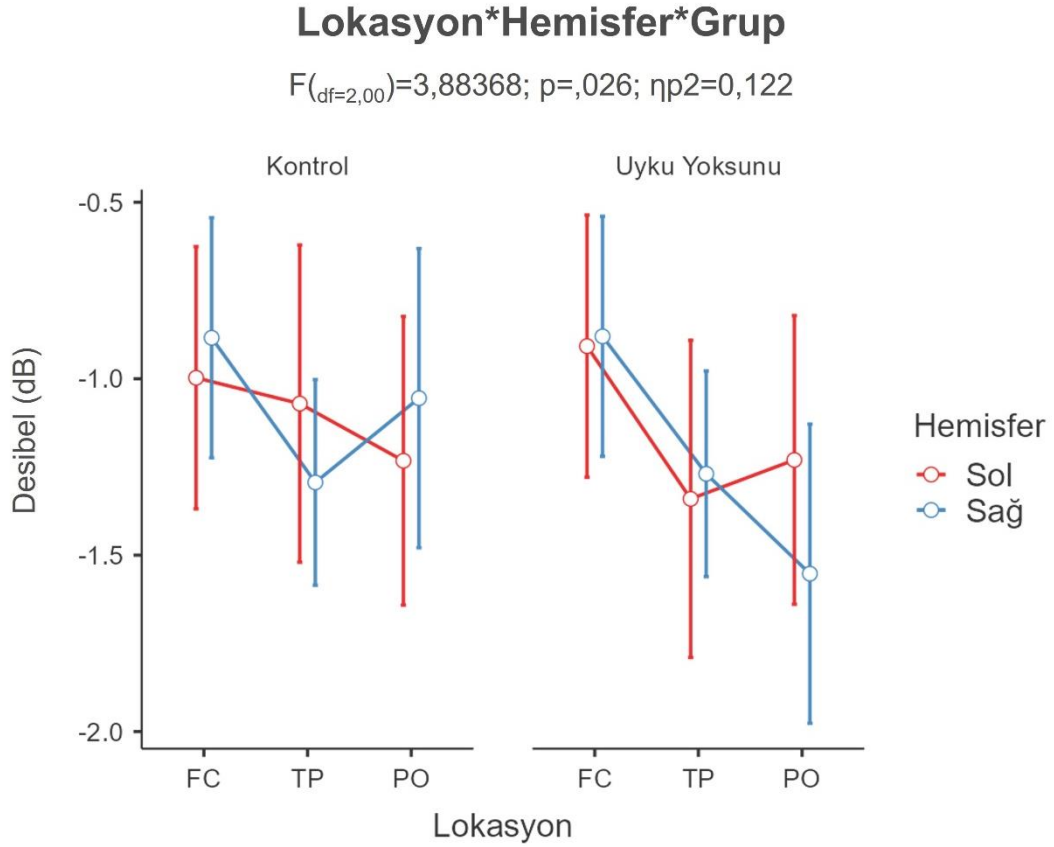
\* $p < ,05$ , \*\*  $p < ,01$ , \*\*\* $p < ,001$

Lokasyon farkı anlamlı bulunmuş olup ( $F_{(df=1,67)}=4,91107$ ;  $p=,016$ ;  $\eta_p^2=0,149$ ), gerçekleştirilen post-hoc testlerde fronto-santral lokasyonda görülen alfa güç değerlerinin, temporo-parietal ( $p < ,01$ ;  $p_{\text{bonferroni}} < ,05$ ) ve parieto-okspital bölgelerden ( $p < ,05$ ;  $p_{\text{bonferroni}} > ,05$ ) yüksek olduğu anlaşılmıştır.

Uyarınlar arası fark anlamlı bulunmuş ( $F_{(df=1,00)}=6,76321$ ;  $p=,015$ ;  $\eta_p^2=0,195$ ), hedef olmayan uyarınlarda açığa çıkan alfa güç değerlerinin hedef uyarınlardan yüksek olduğu görülmüştür.

Lokasyon-hemisfer-grup etkileşimi istatistiksel olarak anlamlıdır ( $F_{(df=2,00)}=3,88368$ ;  $p=,026$ ;  $\eta_p^2=0,122$ ). Çoklu karşılaştırmaların incelenmesi için uygulanan post-hoc testlere göre, uyku yoksunu grubun sol hemisferdeki fronto-santral alfa güç değerleri, temporo-parietal bölgeden ( $p < ,05$ ;  $p_{\text{bonferroni}} > ,05$ ) ve sağ parieto-okspital bölgeden yüksektir ( $p < ,05$ ;  $p_{\text{bonferroni}} > ,05$ ). Yine uyku yoksunu grubun sağ hemisferdeki fronto-santral alfa güç değerleri, sağ temporo-parietal bölgeden ( $p < ,01$ ;  $p_{\text{bonferroni}} > ,05$ ) ve sağ parieto-okspital bölgeden yüksektir ( $p < ,05$ ;  $p_{\text{bonferroni}} > ,05$ ). Kontrol grubunun sağ hemisferdeki fronto-santral alfa güç değerleri,

temporo-parietal bölgeden yüksektir ( $p < ,05$ ;  $p_{\text{bonferroni}} > ,05$ ). Kontrol grubunun sağ fronto-santral alfa güç değerleri, uyku yoksunu grubun sağ parieto-okspital bölgesinden yüksektir ( $p < ,05$ ;  $p_{\text{bonferroni}} > ,05$ ).



**Şekil 6.2.3.3.1.** Görsel-mekansal 2-geri görevi esnasında 0-200ms'de açığa çıkan olaya ilişkin alfa güç spektrumlarının lokasyon-hemisfer-grup etkileşimini gösteren çizgi grafiği (FC: fronto-santral, TP: temporo-parietal, PO: parieto-okspital)

#### **6.2.3.4. Görsel-mekansal 2-geri görevi için olaya ilişkin alfa faz kilitlemesi analizi sonuçları**

Görsel-mekansal 2-geri görevi sırasında hedef uyarın sonrası açığa çıkan alfa faz kilitlemesi sonuçlarına ilişkin grup-lokasyon-hemisfer faktörleri ile gerçekleştirilen Tekrarlı Ölçümler ANOVA testi anlamlılık değerleri Tablo 6.2.3.4.1'de gösterilmektedir.

**Tablo 6.2.3.4.1.** Görsel-Mekansal 2-Geri Görevinde Lokasyon (3) X Hemisfer (2) X Grup (2) için Hedef Uyarılarda Alfa Faz Kilitlenmesi Değerleri Karşılaştırması

	F	p
Grup	1,16	,291
Lokasyon	4,425	,018*
Lokasyon*Grup	0,311	,725
Hemisfer	1,187	,285
Hemisfer*Grup	1,307	,263
Lokasyon*Hemisfer	0,296	,696
Lokasyon*Hemisfer*Grup	1,245	,291

$p < ,05^*$ ,  $p < ,01^{**}$ ,  $p < 001^{***}$

Test sonuçlarına göre yalnızca lokasyon farkı anlamlıdır ( $F_{(df=1,92)}=4,425$ ;  $p=,018$ ;  $\eta_p^2=0,136$ ). Uygulanan post-hoc testlerine göre, parieto-okspital alfa faz kilitlenmeleri temporo-parietal bölgeden yüksek olduğu anlaşılmaktadır ( $p < ,01$ ;  $p_{bonferroni} < ,01$ ). Uyarın türünün de faktör olarak dahil edildiği ikinci bir ANOVA gerçekleştirilmiş, test anlamlılık düzeyleri Tablo 6.2.3.4.2’de gösterilmiştir.

**Tablo 6.2.3.4.2.** Görsel-Mekansal 2-Geri Görevinde Lokasyon (3) X Hemisfer (2) X Uyarın (2) X Grup (2) için Alfa Faz Kilitlenmesi Değerleri Karşılaştırması

	F	p
Grup	0,138	,713
Lokasyon	5,9583	,005**
Lokasyon*Grup	0,0513	,948
Hemisfer	1,3986	,247
Hemisfer*Grup	0,9590	,336
Uyarın	11,8212	,002**
Uyarın*Grup	1,7783	,193
Lokasyon*Hemisfer	1,3261	,274
Lokasyon*Hemisfer*Grup	1,1391	,327
Lokasyon*Uyarın	0,8313	,419
Lokasyon*Uyarın*Grup	0,8225	,422
Hemisfer*Uyarın	0,2119	,649
Hemisfer*Uyarın*Grup	0,5836	,451
Lokasyon*Hemisfer*Uyarın	1,9985	,158
Lokasyon*Hemisfer*Uyarın*Grup	0,5979	,509

$p < ,05^*$ ,  $p < ,01^{**}$ ,  $p < 001^{***}$

Lokasyon farkı anlamlı bulunmuş olup ( $F_{(df=1,97)}=5,9583$ ;  $p=,005$ ;  $\eta_p^2=0,175$ ), post-hoc testlerde parieto-okspital bölgede ( $p<,01$ ;  $p_{\text{bonferroni}}<,01$ ) ve fronto-santral bölgedeki ( $p<,05$ ;  $p_{\text{bonferroni}}>,05$ ) alfa faz kilitlemelerinin temporo-parietal bölgeden yüksek olduğu anlaşılmıştır. Uyarılar arası fark da istatistiksel olarak anlamlıdır ( $F_{(df=1,00)}=11,8212$ ;  $p=,002$ ;  $\eta_p^2=0,297$ ). Hedef uyarılarda açığa çıkan alfa faz kilitlemelerinin hedef olmayan uyarılardan yüksek olduğu görülmektedir.

## 7. TARTIŞMA

Uyku, canlılık için temel bir fizyolojik ihtiyaç olup beyin ve beden sağlığı için elzemdir. Günümüzün modern endüstrileşmiş toplumlarında çalışma ve yaşam şartlarının insanların uyku alışkanlıkları ve günlük işlevsellikleri üzerindeki olumsuz etkisi açıktır. Kalitesiz ve yetersiz uykunun bilişsel işlevler üzerindeki etkileri ise literatürde geniş yer bulmaktadır (147). Uyku yoksunluğunun beynin işlevselliğine etkileri EEG yöntemi ile elektriksel sinyaller düzeyinde incelenebilmektedir.

Bu araştırmada, yirmi dört saat uyku yoksunluğunun çalışma belleği üzerindeki etkilerinin hem davranışsal çıktıları hem de EEG olaya ilişkin beyin osilasyonları perspektifinden değerlendirilmiştir. Çalışmada, ortalama 8 saatlik gece uykusuyla dinlemiş ve 24 saat boyunca uykusuz kalmış iki gruba çalışma belleğinin değerlendirildiği görevler sunulmuştur. Görevlerde elde edilen başarı oranları ve reaksiyon süreleri kaydedilmiş, görev esnasında kaydedilen EEG sinyalleri delta, teta ve alfa frekans bantlarında olaya ilişkin güç spektrumu ve olaya ilişkin faz kilitlemesi analizleriyle incelenmiştir. Uyku yoksunluğunda çalışma belleğinin daha önce de EEG yöntemi ile araştırılmış olmasına karşın olaya ilişkin osilasyonların zaman-frekans analizleri ile incelenmesi bakımından bu çalışma literatürde ilk olma özelliğine sahiptir.

Çalışma sonucunda elde edilen davranışsal bulgulara göre, uyku yoksunu grubun uykululuk skorları belirgin bir şekilde kontrol grubundan yüksek bulundu. Harflerin sunulduğu sözel 2-geri görevinde uyku yoksunu grubun isabetli yanıt oranları kontrol grubundan düşük olmasına karşın, görsel-mekansal 2-geri görevinde isabetli yanıt oranlarında gruplar arası fark görülmemiştir. Reaksiyon süreleri bakımından incelendiğinde hem sözel hem de görsel-mekansal 2-geri görevinde uyku yoksunu grubun reaksiyon sürelerinin kontrol grubundan uzun olduğu anlaşıldı. Ayrıca örneklem genelinde her iki görev türünde hedef uyaranlardaki reaksiyon sürelerinin hedef olmayan uyaranlardan kısa olduğu kaydedildi. Sözel ve görsel-mekansal 2-geri görevleri arasında başarı oranları ve reaksiyon süreleri bakımından bir fark olup olmadığı incelendi ve her iki grubun da görsel-mekansal 2-geri başarı oranlarının sözel 2-geri görevinden yüksek olduğu görüldü. Reaksiyon sürelerinde ise kontrol grubunda

iki görev arasında bir fark görülmezken uyku yoksunu grubun görsel-mekansal 2-geri görevindeki reaksiyon sürelerinin sözel görevden daha kısa olduğu tespit edildi.

EEG analizlerinden elde edilen bulgulara göre hem sözel hem görsel-mekansal 2-geri görevlerinde hedef uyarıların hedef olmayan uyarılara göre daha yüksek olaya ilişkin delta güç spektrumu ve faz kilitlenmeleri açığa çıkardığı görülmektedir. Uyku yoksunu grubun sözel 2-geri görevinde hedef uyarıların sunulmasından sonra fronto-santral bölgede açığa çıkan olaya ilişkin delta güç spektrumlarının kontrol grubuna göre daha düşük olduğu anlaşılmıştır. Ayrıca uyku yoksunu grubun fronto-santral delta güç spektrumlarının parieto-okspital bölgeden düşük olduğu görülmektedir. Görsel-mekansal 2-geri görevine bakıldığında ise olaya ilişkin delta güç spektrumu ve faz kilitlenmelerinde gruplar arası anlamlı fark bulunmamaktadır.

Teta bandı analizlerine bakıldığında, sözel 2-geri görevinde uyku yoksunu grubun 0-200 milisaniyede açığa çıkan faz kilitlenmeleri kontrol grubundan düşük bulundu. Uyku yoksunu grubun fronto-santral bölgede 200-400 milisaniye arasındaki teta güç spektrumları kontrol grubundan düşük olduğu görüldü. Görsel-mekansal 2-geri görevinde ise 0-200 milisaniyedeki teta güç spektrumları uyku yoksunu grupta azalmıştır.

Alfa bandı analizlerinde gruplar arasındaki lokasyona özgü faz kilitlenmesindeki değişimler istatistiksel olarak anlamlı çıkmamasına karşın eşik değere yakın olması sebebiyle tartışmaya değer görülmüştür. Elde edilen bulgulara göre sözel 2-geri görev esnasında kontrol grubunda parieto-okspital bölge diğer lokasyonlardan daha yüksek alfa faz kilitlenmesi göstermektedir. Bununla birlikte yine sözel 2-geri görevinde uyku yoksunu grubun parieto-okspital alfa faz kilitlenmelerinin kontrol grubuna göre azaldığı görülmektedir.

Sirkadiyen ritim ve homeostatik süreç, gece ve gündüz döngüsünde uyku eğilimini yönetirken, gece uykusuzluğunun uzamasına bağlı olarak uyku eğiliminin şiddetlenmesine ve beraberinde uyanıklık/tetikte olma halinin zayıflamasına neden olur (26,47). Bu çalışmada da görüldüğü üzere 24 saat uykusuzluk sonrası katılımcılar uykululuk seviyelerini 7-9 saat gece uykusu uyumuş olanlara göre daha yüksek olarak puanladı. Bilişin tüm yönleri için vijilans/uyanıklığın önemi uyku yoksunluğu araştırmalarınınca ele alınmıştır. Artan uykusuzluğun vijilans üzerinde yol açtığı



olumsuz etkiler psikomotor uyanıklık görevi (psychomotor vigilance task, PVT) ve diğer benzeri dikkat görevlerinde reaksiyon sürelerinin uzamasıyla gösterildiği gibi dikkate ilişkin görevlerde isabetli yanıtların azalmasıyla da kendini göstermektedir (54, 148-151). Buna göre, uyku yoksunluğu sonrası bilişsel gerilemenin hafıza, bellek ve dikkatin farklı boyutlarını içeren geniş etki alanında görülmesi muhtemeldir. Dahası, bu bahsedilen çeşitli fonksiyonlardaki etkilenmenin dikkati sürdürmemeye ile ilişkilendirilebileceği belirtilmiştir. Bunun sebebi olarak da sürdürülen dikkatin yukarı yönlü işlemenin temel gereksinimi olduğu düşünülmektedir (58,150). Dikkatin sürdürülmesi, elde edilen bilginin korunumu ve manipülasyonunu gerektiren çalışma belleği görevleri de uyku yoksunluğuna karşı hassas olduğu araştırmalarca bulgulanmıştır (52,106,152,153). Araştırmalara paralel olarak, yapılan bu çalışmada 24 saat uykusuzluk sonrası katılımcıların sözel 2-geri görevi başarı oranları azalırken reaksiyon süreleri uzamıştır. Görsel-mekansal görevde başarı oranlarındaki azalma istatistiksel olarak anlamlı bulunmamış ancak, reaksiyon sürelerinin uzadığı görülmüştür. N-geri görevlerinin kullanıldığı diğer araştırmalar da uyku yoksunluğu sonrası görev başarısının düştüğü ve reaksiyon sürelerinin uzadığına yönelik sonuçlar bildirmişlerdir. (154-156). Görevler arası performansları değerlendirmek için yapılan analizler uyku yoksunu ve kontrol grubu için görsel-mekansal 2-geri görev başarılarının sözel 2-geri görevinden anlamlı düzeyde daha yüksek olduğunu gösterdi. Bunun temel sebepleri görsel-mekansal görevde öznel algılanan görev zorluğunun sözel göreve göre daha düşük olması veya tasarlanan görevin yetersiz karmaşıklığı olabilir (157).

Fonksiyonel nörogörüntüleme çalışmaları çalışma belleğinin nöral bağlantılarına ilişkin çok sayıda bulgu sağlamıştır. Bununla birlikte çalışma belleğinin değerlendirilmesinde birden fazla görev ve bu görevler arasında farklı modalitelere özgü formatlar ve materyaller kullanılmıştır. Buradan yola çıkarak literatürde farklı sonuçlar bildiren araştırmalar bu farkındalıkla değerlendirilerek farklı görev türlerine özgü nöral bağlantılar, benzerlikler ve farklılıklar incelenebilir. Rottschy ve arkadaşları, farklı ÇB görevlerinin nöral korelatlarını değerlendirdiği araştırmaya göre, çalışma belleğinin farklı görevlerde ortak “çekirdek” bir ağ aktivitesinin varlığından bahsetmiş ve DLPM ile intraparietal sulkusu kapsayan fronto-parietal ağ aktivasyonunun görevler arasında tutarlı olarak görüldüğünü belirtmişlerdir (158). Bu

tez çalışmasında da kullanılmış olan n-geri görevlerinin ilişkili olduğu nöral mekanizmalar farklı araştırmacılar tarafından ele alınmış ve bir meta-analiz çalışmasında tüm n-geri görev türlerinde fronto-parietal ağı içeren aktivitelerin tutarlı olduğu görülmüştür (101,159). Fronto-parietal ağ, seçici dikkat ile ilgili nöral yapılar ile örtüşmektedir ve uykusuzluktan etkilenen temel bilişsel işlevlerin başında gelmektedir. Anterior singulat ve insulayı içeren dikkat çekerlik ağı (saliency network) da dikkatle ilintili olup uyku yoksunluğundan etkilenen diğer nöral sistemlerdendir (160). Drummond ve arkadaşları sözel öğrenme ve bölünmüş dikkat görevleri ile yaptıkları bir dizi araştırmada da uyku yoksunluğunun frontal ve parietal bölgede işlevsel kortikal aktivasyon üzerindeki etkilerinin görevin sürdürülmesi için gösterilen telafi etme girişimini yansıttığını belirtmişlerdir (161-163). Öte yandan literatürde bulunan uyku yoksunluğunun nöral yapılar üzerindeki bozucu etkileri göz önünde bulundurulduğunda (106,107,164), bilişsel performans ve ilgili nöral örüntülerde gösterilen farklı sonuçların göreve spesifik gereksinimleri yansıtabileceği düşünülmektedir (162).

Erken dönem olaya ilişkin potansiyel çalışmalarında hedef sinyalin tespit edilmesinde açığa çıkan P300 yanıtının çalışma belleği ile olan bağlantısından bahsedilmiştir. Gerçekleştirilen görevin yapısı ve gerekliliklerine bağlı olarak P300 genliğinde değişiklik görülebilmektedir (131,165). Başar-Eroğlu ve arkadaşlarına göre, tanıma süreçlerinin yanı sıra dikkate ilişkin kaynakların yönlendirilmesi ve ilgili bilgilerin işlenebilmesi P300 ile fonksiyonel olarak ilişkilidir (121). P300 potansiyeline birden fazla frekans bandının eşlik ettiği, büyük oranda delta ve teta salınımlarınca modüle edildiği ifade edilmiştir (166). Knyazev'in de bahsettiği gibi, P3 görevlerinde görevin motivasyonel gereksinimi ve dikkatin hedef uyarana çekilmesi delta yanıtının artışıyla temsil edilmektedir (123). Yaptığımız analizlerde görüldüğü üzere hem sözel hem de görsel-mekansal 2-geri görevlerinde hedef uyarılar hedef olmayan uyarılardan daha yüksek olaya ilişkin delta yanıtı göstermektedir.

Delta osilasyonu büyük oranda frontal ve singulat korteksten kaynaklanmakta ve dikkat, algı, karar verme gibi bilişsel süreçlere dahil olmaktadır. Delta osilatör yanıtlar bilişsel yüke bağlı olarak frontal ve santral bölgede artış göstermektedir (122, 124,126,167). Bununla birlikte delta osilasyonları bilişsel bozulmaya duyarlı olup,

hafif bilişsel bozuklukta ve demansiyel süreçte kademeli bir düşüş ile kendini göstermektedir (168,169). Bu tez çalışmasından elde edilen bulgulara göre sözel 2-geri görevinde uyku yoksunu grubun fronto-santral bölgede hedef uyarılara verilen olaya ilişkin delta yanıtlarının kontrol grubuna kıyasla azaldığı görülmektedir. Alanyazında uyku yoksunluğu sonrası çalışma belleğiyle ilintili olaya ilişkin potansiyel ve spontane EEG analizleri bulunmasına karşın olaya ilişkin osilasyon çalışması görülmemiştir. Bu sebeple uyku yoksunluğu sonrası azalan olaya ilişkin delta yanıtı, delta osilasyonunun dikkat ve çalışma belleğindeki rolüne ek olarak olaya ilişkin potansiyel çalışmalarıyla desteklenmektedir. Zhang ve arkadaşları yaptıkları araştırmada 36 saat uyku yoksunluğu sonrası 2-geri çalışma belleği görevi sırasında frontal bölgede P300, fronto santral bölgede N200 yanıtlarının azaldığını raporlamışlardır (170). Bir başka çalışmada ÇB ile ilişkili P2, N2 ve P3 bileşenlerinin 36 saat uykusuzluktan etkilendiği belirtilmiştir (171). Fonksiyonel delta yanıtı geniş nöral ağlara etki gösterir ve muhtemel olarak inhibitör bir rol üstlenmektedir. Böylece seçici dikkatin bir bölgeye veya uyarana yönlendirildiği, diğer bölge ve uyaraları inhibe ederek dikkat süreçlerini yönettiği düşünülmektedir (126,172). Olaya ilişkin potansiyel bulguları ve bu çalışmada gösterilen olaya ilişkin delta yanıtları ışığında uyku yoksunluğunun dikkate yöneltilen kaynakları olumsuz etkilediği ve çalışma belleği performansında hedef uyarana yönelik fronto-santral bölgede açığa çıkan osilatör yanıtın zayıflamasına yol açtığı söylenebilir. Nörogörüntüleme çalışmalarında uyku yoksunluğunun çalışma belleği görevlerindeki etki alanı, delta osilasyonunun nöral kaynağı ve işlevi göz önünde bulundurulduğunda bu bulgu literatürle tutarlıdır.

Olaya ilişkin delta ve teta salınımlarının P300 ilişkili görevlerde birlikte seyrediyor olmasından yola çıkarak, deltayla paralel bir şekilde tetanın da çalışma belleğindeki rolü ve uyku yoksunluğuna nasıl tepki verdiği konusu tartışılmalıdır. Literatürde delta frekans bandına kıyasla çalışma belleği görevlerinde teta osilasyonlarına daha fazla odaklanılmıştır.

Sauseng ve arkadaşlarına göre, çalışma belleği sırasında teta yanıtlarının kontrol mekanizması olarak işlev gördüğü, göreve spesifik işlemenin sağlanmasını ve ilgili uyarının öncelenmesini yansıtmaktadır. Ayrıca teta fazlarının bilginin kodlanması ve çağırılması süreçlerinde rol aldığı ifade edilmektedir (173,174). Klimesch ve arkadaşları teta ve yüksek alfa salınımlarının çalışma belleğinde yukarıdan aşağı

işleme süreçlerini yönettiği, bununla birlikte depolama ve bilginin manipülasyonuna dahil olduğunu ifade etmişlerdir (175). Bu çalışmada kontrol grubunun sözel 2-geri görevinde fronto-santral bölgede açığa çıkan olaya ilişkin teta güç spektrumları tüm lokasyonlardan yüksekti. Benzer şekilde Tsoneva ve arkadaşları sözel 2-geri görevinde frontal bölgede teta artışı kaydetmişlerdir (176). Bir diğer çalışmada çok itemli Sternberg çalışma belleği görevlerinde teta yanıtının yükseldiği ve bunun kognitif kontrolle ilişkili olarak alakalı ve alakasız uyarının ayırt edilmesine katkı sağladığı belirtilmiştir (136). Benzer şekilde frontal tetanın kognitif kontroldeki rolü Cavanagh ve arkadaşlarıncı bahsedilmiştir (177). Ayrıca bu çalışmada hedef uyarılarda açığa çıkan teta güçleri hedef olmayan uyarılardan yüksek bulundu. Pesonen ve arkadaşları, n-geri görevini 4 farklı bilişsel yük seviyesinde uygulamış, tüm seviyelerin teta salınımlarını artırdığını ve hedef uyarıların hedef olmayan uyarılardan daha büyük genlikli yanıtlar açığa çıkardığını bulgulamışlardır (178). Hedef uyarıların daha çok osilatör yanıt gösteriyor olması, kognitif kontrolün yanı sıra frontal tetanın önelemeye yönelik fonksiyonel işlevselliğini yansıttığı ve alfanın alakasız uyarıyı inhibe etmesi/ baskılamasını temsil ettiği söylenebilir. Önceleme ve baskılama seçici dikkati oluşturan süreçler olarak algısal bilginin çalışma belleği için üst düzey verimlilikte işlenmesini sağlar (179-180).

Uyku yoksunluğundaki osilasyonların incelendiği araştırmalar daha çok spontane EEG analizlerine dayanmaktadır. Uyku yoksunluğu sonrası frontal bölgede spontane delta ve teta salınımlarında artış görüldüğü kaydedilmiştir (181-182). Araştırmacılar spontane delta ve tetadaki yükselmenin uyku baskısı ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Uyku yoksunluğu sonrası çalışma belleği performansını gösteren bulgular olaya ilişkin potansiyel çalışmalarıyla incelenmiştir. Bu çalışmada yapılan analizlerde sözel 2-geri görevinde uyaran türünden bağımsız şekilde uyku yoksunu grubun fronto-santral bölgedeki olaya ilişkin teta yanıtlarının kontrol grubundan düşük olduğu görüldü. Görsel-mekansal görevde de uyku yoksunu grubun olaya ilişkin teta yanıtları kontrol grubundan düşüktü ancak bu fark lokasyona özgü değildi. Bulgularımıza benzer şekilde, Peng ve arkadaşları (109), 36 saat uykusuzluk sonrası 3 farklı 2-geri görev türü kullanarak çalışma belleğini değerlendirmiş ve ÇB ilişkili N2 ve P3 bileşenlerinin özellikle frontal bölgede uyku yoksunu grupta azaldığını bulmuşlardır. Zhang L. ve arkadaşları, 24 saatlik uykusuzluk 30 saate kadar

uzadığında sözel ÇB'ye ilişkin N200 ve P300 genliğinde düşüş kaydetmişlerdir (183). Yine başka bir araştırmada 38 saat uykusuzluk sonrası ÇB ve görsel ayırt etme görevinde P300 genliğinde azalma olduğu bulgulanmıştır (184). Homeostatik uyku baskısının incelendiği 12 saatlik uyanıklık sonrası go/no-go görevinde P2 amplitüdünün hem go hem no-go koşulu için azaldığı bulunmuştur. Buradan P2 bileşenin düşük homeostatik uyku baskısını yansıtan bir belirteç olduğu sonucuna varılmıştır (185). Yapılan bu çalışmada güç spektrumuna ek olarak uyku yoksunu grupta sözel 2-geri görevinde azalan olaya ilişkin teta faz kilitlenmesi görülmüştür. Klimesch ve arkadaşları bir görsel tanıma görevinin encoding aşamasında posteriora yüksek teta faz kilitlenmeleri görüldüğünü bildirmişlerdir (186). Hoedlmoser ve arkadaşları (187), 24 saat uyku yoksunluğu sonrası vijilans görevinde oksipital bölgede düşük delta ve teta faz kilitlenmesi gözlemlemiştir. Osilatör fazın önemli özelliği, nöral yanıtın yüksek keskinlikteki zamansal uyumunu yansıtmasıdır. Beyin osilasyonlarının fazı, nöral ateşlemelerin zamanlamasını gösteren bir kontrol mekanizması olarak düşünülebilir. Bu bakımdan faz uyumu duyuşsal uyanların beyinde işlenmesi için ve bilişsel fonksiyonellik için önemlidir (188,189).

Fonskiyonel nörogörüntüleme çalışmalarında görsel-mekansal çalışma belleğinin sağ hemisferde lateralize olduğu gösterilmiştir (95). Bu tez çalışmasındaki bulguda görsel-mekansal 2-geri görevi teta yanıtlarında hemisferik fark görülmemiştir. Bu bulgu Peng ve arkadaşlarının çalışmasıyla uyumlu değildir (190).

Delta ve teta osilasyonlarının çalışma belleğindeki rolü, uyku yoksunluğunun nöral yapılar üzerindeki etkileri ve olaya ilişkin potansiyel bulgularına göre, bulgularımızdaki fronto-santral bölgedeki olaya ilişkin delta ve teta yanıtlarının sözel 2-geri görevi yüküne daha çok duyarlı olduğu görülmekte, sağlıklı koşulda olduğu gibi uyku yoksunluğunda bilişsel bozulmayla ilişkili olarak da benzer örüntüler sergilemektedir. Uyku yoksunluğunun bu yavaş dalga yanıtları üzerinde bozucu etkisi olduğu elde edilen sonuçlardan anlaşılmaktadır.

Alfa salınımları bu çalışmada incelenen bir diğer frekans bandıdır. Kontrol grubunda sözel 2-geri görevi esnasında parieto-oksipital bölgede artan alfa faz kilitlenmeleri görülmüştür. Alfanın aşağıdan yukarı ve yukarıdan aşağı işlemede rol aldığı, algı, dikkat ve çalışma belleği süreçlerini yönettiği bilinmektedir (191-194).

Alfa güç spektrumu ve faz kilitlenmesi farklı osilatör dinamiklere sahiptir. Alfa ritminde faz kilitlenmesi, nöral bilgi işlemenin zamanlamasını yansıtmaktadır ve aktivitenin doğru zamanlaması daha verimli görev performansı ile ilişkilendirilmektedir. (195,196). Bu yaklaşımla ilintili olarak literatürde posterior alfa faz kilitlenmesinin rolünü gösteren çalışmalar bulunmaktadır. Hanslmayr ve arkadaşlarının araştırmasında, görsel tanıma görevinde bellek performansı iyi olanlarda daha yüksek parietal alfa faz kilitlenmeleri ve P1 amplitütleri görülmektedir (195). Klimesch ve arkadaşlarının yaptığı görsel tanıma görevinin encoding aşamasında posteriora yüksek teta faz kilitlenmesi görülürken tanıma aşamasında ise yüksek alfa faz kilitlenmeleri kaydedilmiştir (186). Freunberger ve arkadaşları (197) çalışma belleği görevinde hatırlanması gereken itemlerin hatırlanması gerekmeyen itemlerden daha yüksek oksipital alfa faz kilitlenmesi gösterdiklerini bulmuşlardır. Bu sonuçlar alfa faz kilitlenmesinin bellek performansı ile ilişkisini göstermektedir. Bir başka çalışmada şizofrenide ve sağlıklı bireylerde görsel çalışma belleği yükünün frontal ve oksipital alfa faz kilitlenmelerini artırdığı gösterilmiştir (198). Bu artışın seçici görsel dikkat süreçleriyle ilgili olduğu ve alfa faz kilitlenmesinin güçlendirilmesinin şizofrenideki bilişsel etkilenmeyi azaltabileceği ifade edilmiştir.

Uyku yoksunluğunda alfa faz kilitlenmesinin nasıl etkilendiğine yönelik literatürde bir çalışma vardır. Hoedlmoser ve arkadaşlarının çalışmasına göre 24 saat uykusuzluk sonrası PVT görevinde oksipital alfa faz kilitlenmelerinin düşük olduğu görülmüş fakat anlamlılığın marjinal trendde (marginally significant) olduğu belirtilmiştir (187). Yapılan bu tez çalışmasında ise uyku yoksunluğu sonrası sözel 2-geri görevi esnasında özellikle parieto-oksipital bölgede hedef uyarılarda alfa faz kilitlenmelerinin kontrol grubuna göre azaldığı görülmüştür. Önceki çalışmaya benzer şekilde istatistiksel anlamlılık marjinal trenddedir.

Yapılan nörogörüntüleme çalışmalarınca, uyku yoksunluğunda beyin sapından gelen asendan uyarılma sinyallerinin kortikal dikkat ağlarını modüle etmesinde temel bir mekanizma olan talamus aktivitesi zayıflamaktadır (199). Uyku yoksunluğu, artan uyku baskısıyla paralel olarak dikkat ve bellek performansı gerektiren görevlerde beklenen nöral ağ aktivitelerini etkilemektedir. Yukarıdan aşağıya işlemeyi olumsuz etkilediği, çeşitli kognitif süreçlerde dikkatin odaklanması ve sürdürülmesini güçleştirdiği görülmektedir (56,60,200). Yapılan bu çalışmada, Horne'un prefrontal

hassasiyet teorisiyle tutarlı olarak uyku yoksunluğu çalışma belleği görevlerinde özellikle beynin fronto-santral bölgelerinde delta ve teta yanıtlarında seçici bir etki göstermektedir (6). Parieto-okspital alfada görülen düşük faz kilitlemeleri ise kararsız görsel dikkat süreçleri ve takibinde bozulan bellek süreçlerine işaret ediyor olabilir (52; 201). Beynin bütüncül işleyişi göz önünde bulundurulduğunda, dikkat ve çalışma belleği aktivitesini yansıtan fronto-santral ve parieto-okspital bölgelerin uyku yoksunluğundan etkilenen önemli nöral yapılar olduğu ve bu etkinin beyinde seçici dağılım gösteren osilatör yanıtlarla gözlenebildiği söylenebilir.

### **7.1.Limitasyonlar**

Bu araştırmada birtakım sınırlılıklar bulunmaktadır. Katılımcıların uyku kaliteleri ve sirkadiyen ritimleri belirli kriterler ile standardize edilerek örneklem içerisindeki bireysel farklılıklar kontrol altına alınmaya çalışıldıysa da uyku yoksunluğunun bireyler üzerindeki etkileri kişiler arasında farklılık gösterebilir ve bu fark genetik faktörlerden kaynaklanıyor olabilir (8). Katılımcılara çalışmanın koşul ve gereklilikleri detaylarıyla anlatılmış ancak, katılımcılar uykusuz kaldıkları zaman dilimini kendi istedikleri yerde geçirmişlerdir. Bu sebeple uykusuzluk sürelerine ilişkin bilgiler kişilerin şahsi beyanlarına dayanmaktadır. İstatistiksel analizlerde bonferroni düzeltmesi yapılmamış anlamlılık değerleri verilerek bulgular yorumlanmıştır. İstatistiksel gücün düşük olmasının sebepleri bireysel farklılıklar, düşük katılımcı sayısı ve analize dahil edilen faktör sayısının fazlalığı olabilir.

## 8. SONUÇ

Çalışma sonucunda, uyku yoksunu grubun uykululuk skorları belirgin bir şekilde kontrol grubundan yüksek bulundu. Harflerin sunulduğu sözel 2-geri görevinde uyku yoksunu grubun isabetli yanıt oranları kontrol grubuna göre azalmıştır. Reaksiyon süreleri bakımından incelendiğinde hem sözel hem de görsel-mekansal 2-geri görevinde uyku yoksunu grubun reaksiyon sürelerinin kontrol grubundan uzun olduğu anlaşıldı. Ayrıca örneklem genelinde her iki görev türünde hedef uyararlardaki reaksiyon sürelerinin hedef olmayan uyararlardan kısa olduğu kaydedildi.

EEG sonuçlarına göre hem sözel hem görsel-mekansal 2-geri görevlerinde hedef uyararların hedef olmayan uyararlara göre daha yüksek olaya ilişkin delta güç spektrumu ve faz kilitlemeleri açığa çıkardığı görülmektedir. Uyku yoksunu grubun sözel 2-geri görevinde hedef uyararların sunulmasından sonra fronto-santral bölgede açığa çıkan olaya ilişkin delta güç spektrumları kontrol grubuna göre azalmıştır. Teta bandı analizlerine bakıldığında, sözel 2-geri görevinde uyku yoksunu grubun faz kilitlemeleri kontrol grubundan düşük bulundu. Uyku yoksunu grubun fronto-santral bölgede teta güç spektrumları kontrol grubundan düşük olduğu görüldü. Görsel-mekansal 2-geri görevinde ise 0-200 milisaniyedeki teta güç spektrumları uyku yoksunu grupta azalmıştır. Alfa bandı analizlerinde gruplar arasındaki lokasyona özgü faz kilitlemesindeki değişimler istatistiksel olarak anlamlı çıkmamasına karşın eşige yakın bir değer almıştır. Elde edilen bulgulara göre sözel 2-geri görev esnasında kontrol grubunda parieto-okspital bölge diğer lokasyonlardan daha yüksek alfa faz kilitlemesi göstermektedir. Bununla birlikte yine sözel 2-geri görevinde uyku yoksunu grubun parieto-okspital alfa faz kilitlemelerinin kontrol grubuna göre azaldığı görülmektedir.

Sonuç olarak, beynin bütüncül işleyişi göz önünde bulundurulduğunda, dikkat ve çalışma belleği aktivitesini yansıtan fronto-santral ve parieto-okspital bölgelerin uyku yoksunluğundan etkilenen önemli nöral yapılar olduğu ve bu etkinin beyinde seçici dağılım gösteren osilatör yanıtlarca gözlenebildiği söylenebilir.



## 9. KAYNAKLAR

1. Adam, K. (1980). Sleep as a restorative process and a theory to explain why. *Progress in brain research*, 53, 289-305.
2. Oswald, I. (1980). Sleep as a restorative process: human clues. *Progress in brain research*, 53, 279-288.
3. Frank, M. G. (2006). The mystery of sleep function: current perspectives and future directions. *Reviews in the Neurosciences*, 17(4), 375-392.
4. Kripke, D.F. (2004). Do we sleep too much? *Sleep*, 27(1), 13–14.
5. Williams, H. L., Lubin, A., & Goodnow, J. J. (1959). Impaired performance with acute sleep loss. *Psychological Monographs: General and Applied*, 73(14), 1.
6. Horne, J. A. (1993). Human sleep, sleep loss and behaviour: implications for the prefrontal cortex and psychiatric disorder. *The British Journal of Psychiatry*, 162(3), 413-419.
7. Van Dongen, H., Maislin, G., & Dinges, D. F. (2004). Dealing with inter-individual differences in the temporal dynamics of fatigue and performance: importance and techniques. *Aviation, space, and environmental medicine*, 75(3), A147-A154.
8. Groeger, J. A., Viola, A. U., Lo, J. C., von Schantz, M., Archer, S. N., & Dijk, D. J. (2008). Early morning executive functioning during sleep deprivation is compromised by a PERIOD3 polymorphism. *Sleep*, 31(8), 1159-1167.
9. Baddeley, A. D. (2017). Working memory: theories, models, and controversies. *Exploring Working Memory*, 332-369.
10. Chee, M. W., & Choo, W. C. (2004). Functional imaging of working memory after 24 hr of total sleep deprivation. *Journal of Neuroscience*, 24(19), 4560-4567.
11. Tatum IV, W. O. (2021). *Handbook of EEG interpretation*. Springer Publishing Company.
12. Killgore, W. D. (2010). Effects of sleep deprivation on cognition. In *Progress in brain research* (Vol. 185, pp. 105-129). Elsevier.
13. Chokroverty, S. (2010). Overview of sleep & sleep disorders. *Indian J Med Res*, 131(2), 126-140.

14. Siegel, J. M. (2008). Do all animals sleep?. *Trends in neurosciences*, 31(4), 208-213.
15. Cirelli, C., & Tononi, G. (2008). Is sleep essential?. *PLoS biology*, 6(8), e216.
16. McCormick, D. A. (1992). Neurotransmitter actions in the thalamus and cerebral cortex and their role in neuromodulation of thalamocortical activity. *Progress in neurobiology*, 39(4), 337-388.
17. Guyton AC. *Textbook of Medical Physiology* (11 th ed). Bölüm Çeviri: Demiralp T. Beynin etkinlik durumları, uyku, beyin dalgaları, epilepsi, psikozlar. Kitap: *Tıbbi Fizyoloji*. Merck Yayıncılık, İstanbul, 2001; ss 689-691.
18. Borb, A. A., & Achermann, P. (1999). Sleep homeostasis and models of sleep regulation. *Journal of biological rhythms*, 14(6), 559-570.
19. Rechtschaffen, A. (1968). A manual for standardized terminology, techniques and scoring system for sleep stages in human subjects. *Brain information service*.
20. Loomis, A. L., Harvey, E. N., & Hobart, G. A. (1937). Cerebral states during sleep, as studied by human brain potentials. *Journal of experimental psychology*, 21(2), 127.
21. Aydın H, Yetkin S. Uyku: Yapısı ve İşlevleri. Kitap: Karakaş S. *Kognitif Nörobilimler*. Nobel Tıp Kitabevleri, Ankara, 2008; ss 282-299.
22. Bora, İ. H., & Bican, A. (2007). Uyku fizyolojisi. *Türkiye Klinikleri J Surg Med Sci*, 3(23), 1-6.
23. Carskadon, M. A., & Dement, W. C. (2011). Chapter 2 – Normal Human Sleep : An Overview. *Principles and Practice of Sleep Medicine: Fifth Edition*, 1602–1609.
24. Colten, H. R., & Altevogt, B. M. (2006). Sleep physiology. In *Sleep disorders and sleep deprivation: An unmet public health problem*. National Academies Press (US).
25. Borbély, A. A. (1982). A two process model of sleep regulation. *Hum neurobiol*, 1(3), 195-204.
26. Porkka-Heiskanen, T. (2013). Sleep homeostasis. *Current opinion in neurobiology*, 23(5), 799-805.

27. Finelli, L. A., Baumann, H., Borbély, A. A., & Achermann, P. (2000). Dual electroencephalogram markers of human sleep homeostasis: correlation between theta activity in waking and slow-wave activity in sleep. *Neuroscience*, 101(3), 523-529.
28. Kyriacou, C. P., & Hastings, M. H. (2010). Circadian clocks: genes, sleep, and cognition. *Trends in cognitive sciences*, 14(6), 259-267.
29. Siegel, J. (2002). *The neural control of sleep and waking*. Springer Science & Business Media.
30. Şahin, L., & Aşçıoğlu, M. (2013). Uyku ve uykunun düzenlenmesi. *Sağlık Bilimleri Dergisi*, 22(1), 93-98.
31. Czeisler, C. A. (2009). Medical and genetic differences in the adverse impact of sleep loss on performance: ethical considerations for the medical profession. *Transactions of the American Clinical and Climatological Association*, 120, 249.
32. Kerkhof, G. A. (1985). Inter-individual differences in the human circadian system: a review. *Biological psychology*, 20(2), 83-112.
33. Kleitman, N. (1963). *Sleep and Wakefulness* University of Chicago Press. Cbacago, Ill.
34. Östberg, O. (1973a). Circadian rhythms of food intake and oral temperature in 'morning' and 'evening' groups of individuals. *Ergonomics*, 16(2), 203-209.
35. Östberg, O. (1973b). Interindividual differences in circadian fatigue patterns of shift workers. *Occupational and Environmental Medicine*, 30(4), 341-351.
36. Pündük, Z., Gür, H., & Ercan, İ. (2005). Sabahçıl-akşamcıl anketi Türkçe uyarlamasında güvenilirlik çalışması. *Türk Psikiyatri Dergisi*, 16(1), 40-45.
37. Nicolau, M. C., Akaarir, M., Gamundi, A., González, J., & Rial, R. V. (2000). Why we sleep: the evolutionary pathway to the mammalian sleep. *Progress in Neurobiology*, 62(4), 379-406.
38. Siegel, J. M. (2003). Why we sleep. *Scientific American*, 289(5), 92-97.
39. Walker, M. (2017). *Why we sleep: Unlocking the power of sleep and dreams*. Simon and Schuster.
40. Webb, W. B. (1974). Sleep as an adaptive response. *Perceptual and Motor Skills*, 38(3\_suppl), 1023-1027.

41. Abel, T., Havekes, R., Saletin, J. M., & Walker, M. P. (2013). Sleep, plasticity and memory from molecules to whole-brain networks. *Current biology*, 23(17), R774-R788.
42. Hublin C, Kaprio J, Partinen M, Koskenvuo M. (2001). Insufficient sleep—a population-based study in adults. *Sleep*, 24(4): 392–400
43. Saygılı, S., Akıncı, A. Ç., Arıkan, H., & Dereli, E. (2011). Üniversite öğrencilerinde uyku kalitesi ve yorgunluk. *Ejovoc (Electronic Journal of Vocational Colleges)*, 1(1), 88-94.
44. Horne JA, Reyner L. (1999). Vehicle accidents related to sleep: a review. *Occup Environ Med*, 56(5):289–294
45. AlDabal, L., & BaHammam, A. S. (2011). Metabolic, endocrine, and immune consequences of sleep deprivation. *The open respiratory medicine journal*, 5, 31
46. Mullington, J. M., Haack, M., Toth, M., Serrador, J. M., & Meier-Ewert, H. K. (2009). Cardiovascular, inflammatory, and metabolic consequences of sleep deprivation. *Progress in cardiovascular diseases*, 51(4), 294-302.
47. Goel, N., Rao, H., Durmer, J. S., & Dinges, D. F. (2009, September). Neurocognitive consequences of sleep deprivation. In *Seminars in neurology* (Vol. 29, No. 04, pp. 320-339). © Thieme Medical Publishers.
48. Wimmer F, Hoffmann RF, Bonato RA, Moffitt AR (1992) The effects of sleep deprivation on divergent thinking and attention processes. *J Sleep Res* 1:223–230.
49. Harrison, Y., & Horne, J. A. (1999). One night of sleep loss impairs innovative thinking and flexible decision making. *Organizational behavior and human decision processes*, 78(2), 128-145.
50. Walker, M.P. and Stickgold, R. (2006) Sleep, memory, and plasticity. *Annu. Rev. Psychol.* 57, 139–166
51. Waterhouse J, Atkinson G, Edwards B, Reilly T. (2007). The role of a short post-lunch nap in improving cognitive, motor, and sprint performance in participants with partial sleep deprivation. *Journal of Sports Sciences*, 25(14):1557-66.

52. Alhola, P., & Polo-Kantola, P. (2007). Sleep deprivation: Impact on cognitive performance. *Neuropsychiatric disease and treatment*.
53. Priest, B., Brichard, C., Aubert, G., Liistro, G., & Rodenstein, D. O. (2001). Microsleep during a simplified maintenance of wakefulness test: a validation study of the OSLER test. *American journal of respiratory and critical care medicine*, 163(7), 1619-1625.
54. Dorrian, J., Rogers, N. L., & Dinges, D. F. (2004). Psychomotor vigilance performance: Neurocognitive assay sensitive to sleep loss (pp. 39-70). CRC Press.
55. Kjellberg, A. (1977). Sleep deprivation and some aspects of performance: II. Lapses and other attentional effects. *Waking & Sleeping*.
56. Doran, S. M., Van Dongen, H. P., & Dinges, D. F. (2001). Sustained attention performance during sleep deprivation: evidence of state instability. *Archives italiennes de biologie*, 139(3), 253-267.
57. Harrison, Y., & Horne, J. A. (2000a). Sleep loss and temporal memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology: Section A*, 53(1), 271-279.
58. Harrison, Y., & Horne, J. A. (2000b). The impact of sleep deprivation on decision making: a review. *Journal of experimental psychology: Applied*, 6(3), 236.
59. Greicius, M. D., Krasnow, B., Reiss, A. L., & Menon, V. (2003). Functional connectivity in the resting brain: a network analysis of the default mode hypothesis. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 100(1), 253-258.
60. Krause, A. J., Simon, E. B., Mander, B. A., Greer, S. M., Saletin, J. M., Goldstein-Piekarski, A. N., & Walker, M. P. (2017). The sleep-deprived human brain. *Nature Reviews Neuroscience*, 18(7), 404-418.
61. Fox, M. D., Snyder, A. Z., Vincent, J. L., Corbetta, M., Van Essen, D. C., & Raichle, M. E. (2005). The human brain is intrinsically organized into dynamic, anticorrelated functional networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102(27), 9673-9678.

62. Gao, L., Bai, L., Zhang, Y., Dai, X. J., Netra, R., Min, Y., ... & Zhang, M. (2015). Frequency-dependent changes of local resting oscillations in sleep-deprived brain. *PLoS One*, 10(3), e0120323.
63. Kaufmann, T., Elvsåshagen, T., Alnæs, D., Zak, N., Pedersen, P. Ø., Norbom, L. B., ... & Westlye, L. T. (2016). The brain functional connectome is robustly altered by lack of sleep. *Neuroimage*, 127, 324-332.
64. Yeo, B. T., Tandi, J., & Chee, M. W. (2015). Functional connectivity during rested wakefulness predicts vulnerability to sleep deprivation. *Neuroimage*, 111, 147-158.
65. Brown, J. (1958). Some tests of the decay theory of immediate memory. *Quarterly journal of experimental psychology*, 10(1), 12-21.
66. Peterson, L., & Peterson, M. J. (1959). Short-term retention of individual verbal items. *Journal of experimental psychology*, 58(3), 193.
67. Milner, B. (1966). Amnesia following operation on the temporal lobes. *Amnesia*.
68. Shallice, T., & Warrington, E. K. (1970). Independent functioning of verbal memory stores: A neuropsychological study. *The Quarterly journal of experimental psychology*, 22(2), 261-273.
69. Atkinson, R.C., and Shiffrin, R.M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. In K.W. Spence and J.T. Spence (Eds.), *The Psychology of Learning and Motivation: Advances in Research and Theory*. (Vol. 2, pp. 89–195). New York: Academic Press
70. Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working memory. In *Psychology of learning and motivation* (Vol. 8, pp. 47-89). Academic press.
71. Cowan, N. (1988). Evolving conceptions of memory storage, selective attention, and their mutual constraints within the human information-processing system. *Psychological bulletin*, 104(2), 163.
72. Logie, R., Camos, V., & Cowan, N. (Eds.). (2020). *Working memory: The state of the science*.
73. Dehn, M. J. (2010). *Long-term memory problems in children and adolescents: Assessment, intervention, and effective instruction*. John Wiley & Sons.

74. Goldman-Rakic, P. S. (1992). Working memory and the mind. *Scientific American*, 267(3), 110-117.
75. Miller, G. A., Galanter, E., & Pribram, K. H. (1960). *Plans and the structure of behavior*. New York, NY: Holt, Rinehart and Winston, Inc.
76. Baddeley, A. (2006). Working memory: An overview. *Working memory and education*, 1-31.
77. Baddeley, A. (2010). Working memory. *Current biology*, 20(4), R136-R140.
78. Craik, F.I.M., and Lockhart, R.S. (1972). Levels of processing. A framework for memory research. *J. Verb. Learn. Verb. Behav.* 11, 671–684.
79. Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory?. *Trends in cognitive sciences*, 4(11), 417-423.
80. Baddeley, A. D. (2002). Is working memory still working?. *European psychologist*, 7(2), 85.
81. Norman, D.A., & Shallice, T. (1986). Attention to action: Willed and automatic control of behaviour. In R.J. Davidson, G.E. Schwartz, & D. Shapiro (Eds.), *Consciousness and self-regulation: Advances in research and theory* (Vol. 4, pp. 1–18). New York: Plenum.
82. Türkoğlu, S., Çetin, F. H., Tanır, Y., & Karatoprak, S. (2019). Çalışma belleği ve nörogelişimsel hastalıklar. *Çocuk ve Gençlik Ruh Sağlığı Dergisi*, 26(2), 52-62.
83. Logie, R.H. (1995). *Visuo-spatial working memory*. Hove, England: Erlbaum.
84. Smith, E. E., & Jonides, J. (1996). Working memory in humans: Neuropsychological evidence. In M. Gazzaniga (Ed.), *The cognitive neurosciences* (pp. 1009–1020). Cambridge, MA: MIT Press.
85. Tulving, E. (1989) Memory: performance, knowledge and experience. *European J. of Cog. Psychol.* 1, 3–26
86. Jacobsen, C. F. (1936). Studies of cerebral function in primates. *Comparative Psychology Monographs*, 13, 1-68
87. Milner, B. (1963). Effects of different brain lesions on card sorting: The role of the frontal lobes. *Archives of neurology*, 9(1), 90-100.
88. Fuster, J. M., & Alexander, G. E. (1971). Neuron activity related to short-term memory. *Science*, 173(3997), 652-654.

89. D'Esposito, M., & Postle, B. R. (2015). The cognitive neuroscience of working memory. *Annual review of psychology*, 66, 115-142.
90. Koechlin E, Ody C, Kouneiher F. 2003. The architecture of cognitive control in the human prefrontal cortex. *Science* 302:1181–85
91. Yeterian, E.H., Pandya, D.N., Tomaiuolo, F., Petrides, M. (2012). The cortical connectivity of the prefrontal cortex in the monkey brain. *Cortex* 48:58–81
92. Wager, T. D., & Smith, E. E. (2003). Neuroimaging studies of working memory. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 3(4), 255-274.
93. Rockland, K. S. (2002). Visual cortical organization at the single axon level: A beginning. *Neuroscience Research*, 42, 155-166.
94. Wilson, F. A., Scaldie, S. P., & Goldman-Rakic, P. S. (1993). Dissociation of object and spatial processing domains in primate prefrontal cortex. *Science*, 260(5116), 1955-1958.
95. Baddeley, A. D. (2000b). *Short-Term and Working Memory*. The Oxford Handbook of Memory. Oxford: Oxford University Press.
96. Chein, J. M., Moore, A. B., and Conway, A. R. A. (2011). NeuroImage domain- general mechanisms of complex working memory span. *Neuroimage* 54, 550–559. doi: 10.1016/j.neuroimage.2010.07.067
97. Kim, C., Kroger, J. K., Calhoun, V. D., and Clark, V. P. (2015). The role of the frontopolar cortex in manipulation of integrated information in working memory. *Neurosci. Lett.* 595, 25–29. doi: 10.1016/j.neulet.2015.03.044
98. Vartanian, O., Jobidon, M.-E., Bouak, F., Nakashima, A., Smith, I., Lam, Q., et al. (2013). Working memory training is associated with lower prefrontal cortex activation in a divergent thinking task. *Neuroscience* 236, 186–194. doi: 10.1016/j.neuroscience.2012.12.060
99. Osaka, M., Osaka, N., Kondo, H., Morishita, M., Fukuyama, H., Aso, T., et al. (2003). The neural basis of individual differences in working memory capacity: an fMRI study. *Neuroimage* 18, 789–797. doi: 10.1016/S1053-8119(02)00032-0
100. Chai, W. J., Abd Hamid, A. I., & Abdullah, J. M. (2018). Working memory from the psychological and neurosciences perspectives: a review. *Frontiers in psychology*, 9, 401.



101. Owen, A. M., McMillan, K. M., Laird, A. R., & Bullmore, E. (2005). N-back working memory paradigm: A meta-analysis of normative functional neuroimaging studies. *Human brain mapping*, 25(1), 46-59.
102. D'Esposito, M., Aguirre, G. K., Zarahn, E., Ballard, D., Shin, R. K., & Lease, J. (1998). FunctionalMRI studies of spatial and nonspatial workingmemory. *Cognitive Brain Research*, 7, 1-13.
103. Owen, A. M. (1997). The functional organization of working memory processes within human lateral frontal cortex: The contribution of functional neuroimaging. *European Journal of Neuroscience*, 9, 1329-1339
104. Quigley, N., Green, J. F., Morgan, D., Idzikowski, C., & King, D. J. (2000). The effect of sleep deprivation on memory and psychomotor function in healthy volunteers. *Human Psychopharmacology: Clinical and Experimental*, 15(3), 171-177.
105. Karakorpi, M., Alhola, P., Urrila, A. S., Kylmäla, M., Portin, R., Kalleinen, N., & Polo-Kantola, P. (2006). Hormone treatment gives no benefit against cognitive changes caused by acute sleep deprivation in postmenopausal women. *Neuropsychopharmacology*, 31(9), 2079-2088.
106. Frenda, S. J., & Fenn, K. M. (2016). Sleep less, think worse: the effect of sleep deprivation on working memory. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 5(4), 463-469.
107. Mu, Q., Nahas, Z., Johnson, K. A., Yamanaka, K., Mishory, A., Koola, J., ... & George, M. S. (2005). Decreased cortical response to verbal working memory following sleep deprivation. *Sleep*, 28(1), 55-67.
108. De Havas, J. A., Parimal, S., Soon, C. S., & Chee, M. W. (2012). Sleep deprivation reduces default mode network connectivity and anti-correlation during rest and task performance. *Neuroimage*, 59(2), 1745-1751.
109. Peng, Z., Dai, C., Ba, Y., Zhang, L., Shao, Y., & Tian, J. (2020b). Effect of sleep deprivation on the working memory-related N2-P3 components of the event-related potential waveform. *Frontiers in Neuroscience*, 14, 469.
110. Berger, H. (1929). Über das elektroenkephalogramm des menschen. *Archiv für psychiatrie und nervenkrankheiten*, 87(1), 527-570.

111. Başar, E., (1998). *Brain Function and Oscillations. I. Brain Oscillations: Principles and Approaches*. Springer, Berlin, Heidelberg.
112. Başar, E., Başar-Eroğlu, C., Karakaş, S., & Schürmann, M. (1999). Are cognitive processes manifested in event-related gamma, alpha, theta and delta oscillations in the EEG?. *Neuroscience letters*, 259(3), 165-168.
113. Davis, P. A. (1939). Effects of acoustic stimuli on the waking human brain. *Journal of neurophysiology*, 2(6), 494-499.
114. Luck, S. J. (2014). *An introduction to the event-related potential technique*. MIT press.
115. Sutton, S., Braren, M., Zubin, J., & John, E. R. (1965). Evoked-potential correlates of stimulus uncertainty. *Science*, 150(3700), 1187-1188.
116. Başar, E. (2012). A review of alpha activity in integrative brain function: fundamental physiology, sensory coding, cognition and pathology. *International Journal of Psychophysiology*, 86(1), 1-24.
117. Başar, E. (1980). *EEG-brain dynamics: relation between EEG and brain evoked potentials*. Elsevier-North-Holland Biomedical Press.
118. Başar, E., (1999). *Brain function and oscillations. II. Integrative brain function. Neurophysiology and Cognitive Processes*. Springer, Berlin, Heidelberg.
119. Knyazev, G. G. (2012). EEG delta oscillations as a correlate of basic homeostatic and motivational processes. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 36(1), 677-695.
120. Stampfer, H. G., & Basar, E. (1985). Does frequency analysis lead to better understanding of human event related potentials. *International Journal of Neuroscience*, 26(3-4), 181-196.
121. Başar-Eroglu, C., Başar, E., Demiralp, T., & Schürmann, M. (1992). P300-response: possible psychophysiological correlates in delta and theta frequency channels. A review. *International journal of psychophysiology*, 13(2), 161-179.
122. Güntekin, B., & Başar, E. (2016). Review of evoked and event-related delta responses in the human brain. *International Journal of Psychophysiology*, 103, 43-52.

123. Knyazev, G. G. (2012). EEG delta oscillations as a correlate of basic homeostatic and motivational processes. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 36(1), 677-695.
124. Harmony, T., Fernández, T., Silva, J., Bernal, J., Díaz-Comas, L., Reyes, A., ... & Rodríguez, M. (1996). EEG delta activity: an indicator of attention to internal processing during performance of mental tasks. *International journal of psychophysiology*, 24(1-2), 161-171.
125. Zarjam, P., Epps, J., & Chen, F. (2011, August). Characterizing working memory load using EEG delta activity. In 2011 19th European Signal Processing Conference (pp. 1554-1558). IEEE.
126. Harmony, T. (2013). The functional significance of delta oscillations in cognitive processing. *Frontiers in integrative neuroscience*, 7, 83.
127. Grastyan, E., Lissak, K., Madarasz, I., & Donhoffer, H. (1959). Hippocampal electrical activity during the development of conditioned reflexes. *Electroencephalography and clinical neurophysiology*, 11(3), 409-430.
128. Karakaş, S. (2020). A review of theta oscillation and its functional correlates. *International Journal of Psychophysiology*, 157, 82-99.
129. Colgin, L. L. (2013). Mechanisms and functions of theta rhythms. *Annu Rev Neurosci*, 36(1), 295-312.
130. Huster, R. J., Enriquez-Geppert, S., Lavallee, C. F., Falkenstein, M., & Herrmann, C. S. (2013). Electroencephalography of response inhibition tasks: functional networks and cognitive contributions. *International journal of psychophysiology*, 87(3), 217-233.
131. Başar, E., Başar-Eroğlu, C., Karakaş, S., & Schürmann, M. (2000). Brain oscillations in perception and memory. *International journal of psychophysiology*, 35(2-3), 95-124.
132. Gevins, A., Smith, M. E., McEvoy, L., & Yu, D. (1997). High-resolution EEG mapping of cortical activation related to working memory: effects of task difficulty, type of processing, and practice. *Cerebral cortex (New York, NY: 1991)*, 7(4), 374-385.

133. Sarnthein, J., Petsche, H., Rappelsberger, P., Shaw, G. L., & Von Stein, A. (1998). Synchronization between prefrontal and posterior association cortex during human working memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 95(12), 7092-7096.
134. Gevins, A., & Smith, M. E. (2000). Neurophysiological measures of working memory and individual differences in cognitive ability and cognitive style. *Cerebral cortex*, 10(9), 829-839.
135. Sammer, G., Blecker, C., Gebhardt, H., Bischoff, M., Stark, R., Morgen, K., & Vaitl, D. (2007). Relationship between regional hemodynamic activity and simultaneously recorded EEG-theta associated with mental arithmetic-induced workload. *Human brain mapping*, 28(8), 793-803.
136. Raghavachari, S., Kahana, M. J., Rizzuto, D. S., Caplan, J. B., Kirschen, M. P., Bourgeois, B., ... & Lisman, J. E. (2001). Gating of human theta oscillations by a working memory task. *Journal of Neuroscience*, 21(9), 3175-3183.
137. Sauseng, P., Griesmayr, B., Freunberger, R., & Klimesch, W. (2010). Control mechanisms in working memory: a possible function of EEG theta oscillations. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 34(7), 1015-1022.
138. Başar, E. (2012). A review of alpha activity in integrative brain function: fundamental physiology, sensory coding, cognition and pathology. *International Journal of Psychophysiology*, 86(1), 1-24.
139. Başar, E., & Stampfer, H. G. (1985). Important associations among EEG-dynamics, event-related potentials, short-term memory and learning. *International Journal of Neuroscience*, 26(3-4), 161-180.
140. Başar, E., & Güntekin, B. (2012). A short review of alpha activity in cognitive processes and in cognitive impairment. *International Journal of Psychophysiology*, 86(1), 25-38.
141. Engel, A. K., & Fries, P. (2010). Beta-band oscillations—signalling the status quo?. *Current opinion in neurobiology*, 20(2), 156-165.
142. Fries, P., Nikolić, D., & Singer, W. (2007). The gamma cycle. *Trends in neurosciences*, 30(7), 309-316.

143. Ağargün, M. Y., Kara, H., & Anlar, Ö. (1996). The validity and reliability of the Pittsburgh Sleep Quality Index. *Türk Psikiyatri Derg*, 7(2), 107-15.
144. Hoddes, E., Zarcone, V., & Dement, W. (1972). Stanford sleepiness scale. *Enzyklopädie der Schlafmedizin*, 1184.
145. Ağargün, M. Y., Çilli, A. S., Kara, H., Bilici, M., Telcioğlu, M., Semiz, Ü. B., & Başoğlu, C. (1999). Epworth Uykululuk Ölçeği'nin geçerliği ve güvenilirliği. *Türk Psikiyatri Dergisi*, 10(4), 261-267.
146. Gevins, A., & Cutillo, B. (1993). Spatiotemporal dynamics of component processes in human working memory. *Electroencephalography and clinical Neurophysiology*, 87(3), 128-143.
147. Orzeł-Gryglewska, J. (2010). Consequences of sleep deprivation. *International journal of occupational medicine and environmental health*.
148. Basner, M., & Dinges, D. F. (2011). Maximizing sensitivity of the psychomotor vigilance test (PVT) to sleep loss. *Sleep*, 34(5), 581-591.
149. Gibbings, A., Ray, L. B., Berberian, N., Nguyen, T., Zandi, A. S., Owen, A. M., ... & Fogel, S. M. (2021). EEG and behavioural correlates of mild sleep deprivation and vigilance. *Clinical Neurophysiology*, 132(1), 45-55.
150. Lim, J., & Dinges, D. F. (2008). Sleep deprivation and vigilant attention. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1129(1), 305-322.
151. Zhang, J., Lau, E. Y. Y., & Hsiao, J. H. (2019). Sleep deprivation compromises resting-state emotional regulatory processes: An EEG study. *Journal of sleep research*, 28(3), e12671.
152. Gradisar, M., Terrill, G., Johnston, A., & Douglas, P. (2008). Adolescent sleep and working memory performance. *Sleep and biological rhythms*, 6(3), 146-154.
153. Turner, T. H., Drummond, S., Salamat, J. S., & Brown, G. G. (2007). Effects of 42 hr of total sleep deprivation on component processes of verbal working memory. *Neuropsychology*, 21(6), 787.
154. Martínez-Cancino, D. P., Azpiroz-Leehan, J., & Jiménez-Angeles, L. (2015). The effects of sleep deprivation in working memory using the N-back

- task. In VI Latin American Congress on Biomedical Engineering CLAIB 2014, Paraná, Argentina 29, 30 & 31 October 2014 (pp. 421-424). Springer, Cham.
155. Smith, M. E., McEvoy, L. K., & Gevins, A. (2002). The impact of moderate sleep loss on neurophysiologic signals during working-memory task performance. *Sleep*, 25(7), 56-66.
  156. Terán-Pérez, G. J., Ruiz-Contreras, A. E., González-Robles, R. O., Tarrago-Castellanos, R., Mercadillo, R. E., Jiménez-Anguiano, A., & Velázquez-Moctezuma, J. (2012). Sleep deprivation affects working memory in low but not in high complexity for the n-back test.
  157. Jaeggi, S. M., Buschkuhl, M., Perrig, W. J., & Meier, B. (2010). The concurrent validity of the N-back task as a working memory measure. *Memory*, 18(4), 394-412.
  158. Rottschy, C., Langner, R., Dogan, I., Reetz, K., Laird, A. R., Schulz, J. B., ... & Eickhoff, S. B. (2012). Modelling neural correlates of working memory: a coordinate-based meta-analysis. *Neuroimage*, 60(1), 830-846.
  159. Mencarelli, L., Neri, F., Momi, D., Menardi, A., Rossi, S., Rossi, A., & Santarnecchi, E. (2019). Stimuli, presentation modality, and load-specific brain activity patterns during n-back task. *Human brain mapping*, 40(13), 3810-3831.
  160. Ma, N., Dinges, D. F., Basner, M., & Rao, H. (2015). How acute total sleep loss affects the attending brain: a meta-analysis of neuroimaging studies. *Sleep*, 38(2), 233-240.
  161. Drummond, S. P., Brown, G. G., Stricker, J. L., Buxton, R. B., Wong, E. C., & Gillin, J. C. (1999). Sleep deprivation-induced reduction in cortical functional response to serial subtraction. *Neuroreport*, 10(18), 3745-3748.
  162. Drummond, S., Brown, G. G., Gillin, J. C., Stricker, J. L., Wong, E. C., & Buxton, R. B. (2000). Altered brain response to verbal learning following sleep deprivation. *Nature*, 403(6770), 655-657.
  163. Drummond, S. P., Gillin, J. C., & Brown, G. G. (2001). Increased cerebral response during a divided attention task following sleep deprivation. *Journal of sleep research*, 10(2), 85-92.

164. Lythe, K. E., Williams, S. C., Anderson, C., Libri, V., & Mehta, M. A. (2012). Frontal and parietal activity after sleep deprivation is dependent on task difficulty and can be predicted by the fMRI response after normal sleep. *Behavioural brain research*, 233(1), 62-70.
165. Verleger, R. (1988). Event-related potentials and cognition: A critique of the context updating hypothesis and an alternative interpretation of P3. *Behavioral and brain sciences*, 11(3), 343-356.
166. Schürmann, M., Başar-Eroglu, C., Kolev, V., & Başar, E. (1995). A new metric for analyzing single-trial event-related potentials (ERPs): application to human visual P300 delta response. *Neuroscience Letters*, 197(3), 167-170.
167. Lakatos, P., Karmos, G., Mehta, A. D., Ulbert, I., & Schroeder, C. E. (2008). Entrainment of neuronal oscillations as a mechanism of attentional selection. *science*, 320(5872), 110-113.
168. Yener, G. G., Emek-Savaş, D. D., Lizio, R., Çavuşoğlu, B., Carducci, F., Ada, E., ... & Başar, E. (2016). Frontal delta event-related oscillations relate to frontal volume in mild cognitive impairment and healthy controls. *International Journal of Psychophysiology*, 103, 110-117.
169. Güntekin, B., Hanoğlu, L., Güner, D., Yılmaz, N. H., Çadırcı, F., Mantar, N., ... & Başar, E. (2018). Cognitive impairment in Parkinson's disease is reflected with gradual decrease of EEG delta responses during auditory discrimination. *Frontiers in psychology*, 9, 170.
170. Zhang, L., Shao, Y., Liu, Z., Li, C., Chen, Y., & Zhou, Q. (2019). Decreased information replacement of working memory after sleep deprivation: evidence from an event-related potential study. *Frontiers in neuroscience*, 13, 408.
171. Peng, Z. Y., Chen, X. W., Zhang, Y., Yang, Y. B., Zhang, L. W., & Shao, Y. C. (2020a). Effect of 36h total sleep deprivation on the object working memory: an ERP study. *Zhongguo Ying Yong Sheng li xue za zhi= Zhongguo Yingyong Shenglixue Zazhi= Chinese Journal of Applied Physiology*, 36(6), 590-594.

172. Herrmann, C. S., Strüber, D., Helfrich, R. F., & Engel, A. K. (2016). EEG oscillations: from correlation to causality. *International Journal of Psychophysiology*, 103, 12-21.
173. Sauseng, P., & Liesefeld, H. R. (2020). Cognitive control: brain oscillations coordinate human working memory. *Current Biology*, 30(9), R405-R407.
174. Sauseng, P., & Liesefeld, H. R. (2020). Cognitive control: brain oscillations coordinate human working memory. *Current Biology*, 30(9), R405-R407.
175. Klimesch, W., Freunberger, R., Sauseng, P., & Gruber, W. (2008). A short review of slow phase synchronization and memory: evidence for control processes in different memory systems?. *Brain research*, 1235, 31-44.
176. Tsoneva, T., Baldo, D., Lema, V., & Garcia-Molina, G. (2011, January). EEG-rhythm dynamics during a 2-back working memory task and performance. In 2011 annual international conference of the IEEE engineering in medicine and biology society (pp. 3828-3831). IEEE.
177. Cavanagh, J. F., & Frank, M. J. (2014). Frontal theta as a mechanism for cognitive control. *Trends in cognitive sciences*, 18(8), 414-421.
178. Pesonen, M., Hämäläinen, H., & Krause, C. M. (2007). Brain oscillatory 4–30 Hz responses during a visual n-back memory task with varying memory load. *Brain research*, 1138, 171-177.
179. Riddle, J., Scimeca, J. M., Cellier, D., Dhanani, S., & D'Esposito, M. (2020). Causal evidence for a role of theta and alpha oscillations in the control of working memory. *Current Biology*, 30(9), 1748-1754.
180. Sauseng, P., Klimesch, W., Schabus, M., & Doppelmayr, M. (2005). Fronto-parietal EEG coherence in theta and upper alpha reflect central executive functions of working memory. *International journal of Psychophysiology*, 57(2), 97-103.
181. Cajochen, C., Knoblauch, V., Kräuchi, K., Renz, C., & Wirz-Justice, A. (2001). Dynamics of frontal EEG activity, sleepiness and body temperature under high and low sleep pressure. *Neuroreport*, 12(10), 2277-2281.



182. Ferreira, C., Deslandes, A., Moraes, H., Cagy, M., Pompeu, F., Basile, L. F., ... & Ribeiro, P. (2006). Electroencephalographic changes after one night of sleep deprivation. *Arquivos de neuro-psiquiatria*, 64, 388-393.
183. Zhang, L., Shao, Y., Jin, X., Cai, X., & Du, F. (2021). Decreased effective connectivity between insula and anterior cingulate cortex during a working memory task after prolonged sleep deprivation. *Behavioural Brain Research*, 409, 113263.
184. Lee, H. J., Kim, L., & Suh, K. Y. (2003). Cognitive deterioration and changes of P300 during total sleep deprivation. *Psychiatry and Clinical Neurosciences*, 57(5), 490-496.
185. Zeng, L., Wu, H., Li, J., Wang, H., Xie, S., Yang, T., ... & Lv, J. (2021). Decreased P2 Waveform Reflects Impaired Brain Executive Function Induced by 12 h of Low Homeostatic Sleep Pressure: Evidence From an Event-Related Potential Study. *Frontiers in Neuroscience*, 15, 599919.
186. Klimesch, W., Schack, B., Schabus, M., Doppelmayr, M., Gruber, W., & Sauseng, P. (2004). Phase-locked alpha and theta oscillations generate the P1–N1 complex and are related to memory performance. *Cognitive Brain Research*, 19(3), 302-316.
187. Hoedlmoser, K., Griessenberger, H., Fellingner, R., Freunberger, R., Klimesch, W., Gruber, W., & Schabus, M. (2011). Event-related activity and phase locking during a psychomotor vigilance task over the course of sleep deprivation. *Journal of sleep research*, 20(3), 377-385.
188. Sauseng, P., & Klimesch, W. (2008). What does phase information of oscillatory brain activity tell us about cognitive processes?. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 32(5), 1001-1013.
189. Klimesch, W., Sauseng, P., & Hanslmayr, S. (2007). EEG alpha oscillations: the inhibition–timing hypothesis. *Brain research reviews*, 53(1), 63-88.
190. Peng, Z., Dai, C., Cai, X., Zeng, L., Li, J., Xie, S., ... & Wang, Y. (2020c). Total sleep deprivation impairs lateralization of spatial working memory in young men. *Frontiers in Neuroscience*, 14, 562035

191. Schürmann, M., & Başar, E. (2001). Functional aspects of alpha oscillations in the EEG. *International Journal of Psychophysiology*, 39(2-3), 151-158.
192. Clayton, M. S., Yeung, N., & Cohen Kadosh, R. (2018). The many characters of visual alpha oscillations. *European Journal of Neuroscience*, 48(7), 2498-2508.
193. Hanslmayr, S., Gross, J., Klimesch, W., & Shapiro, K. L. (2011). The role of alpha oscillations in temporal attention. *Brain research reviews*, 67(1-2), 331-343.
194. Klimesch, W. (1997). EEG-alpha rhythms and memory processes. *International Journal of psychophysiology*, 26(1-3), 319-340.
195. Hanslmayr, S., Klimesch, W., Sauseng, P., Gruber, W., Doppelmayr, M., Freunberger, R., & Pecherstorfer, T. (2005). Visual discrimination performance is related to decreased alpha amplitude but increased phase locking. *Neuroscience letters*, 375(1), 64-68.
196. Varela, F., Lachaux, J. P., Rodriguez, E., & Martinerie, J. (2001). The brainweb: phase synchronization and large-scale integration. *Nature reviews neuroscience*, 2(4), 229-239.
197. Freunberger, R., Fellinger, R., Sauseng, P., Gruber, W., & Klimesch, W. (2009). Dissociation between phase-locked and nonphase-locked alpha oscillations in a working memory task. *Human brain mapping*, 30(10), 3417-3425.
198. Haenschel, C., Linden, D. E., Bittner, R. A., Singer, W., & Hanslmayr, S. (2010). Alpha phase locking predicts residual working memory performance in schizophrenia. *Biological psychiatry*, 68(7), 595-598.
199. Portas, C. M., Rees, G., Howseman, A. M., Josephs, O., Turner, R., & Frith, C. D. (1998). A specific role for the thalamus in mediating the interaction of attention and arousal in humans. *Journal of Neuroscience*, 18(21), 8979-8989.
200. Durmer, J. S., & Dinges, D. F. (2005). Neurocognitive consequences of sleep deprivation. In *Seminars in neurology* (Vol. 25, No. 01, pp. 117-129).

Copyright© 2005 by Thieme Medical Publishers, Inc., 333 Seventh Avenue,  
New York, NY 10001, USA.

201. Kendall, A. P., Kautz, M. A., Russo, M. B., & Killgore, W. D. (2006).  
Effects of sleep deprivation on lateral visual attention. *International Journal of  
Neuroscience*, 116(10), 1125-1138.

## 10.EKLER

### EK-1 Kontrol Grubu Gönüllü Bilgilendirme Formu

#### GÖNÜLLÜ BİLGİLENDİRME FORMU

Bu çalışmada “Akut Uyku Yoksunluğu Sonrası Çalışma Belleği Performansının EEG Olaya İlişkin Osilasyonlar ile İncelenmesi” amaçlanmaktadır. Çalışmada elektroensefalografi (EEG) kaydı alınacak olup, katılımcının uyku kalitesinin değerlendirilmesi amacıyla Pittsburgh Uyku Kalitesi İndeksi (PUKİ), anlık uykululuk durumunun değerlendirilmesi için Stanford Uykululuk Ölçeği (SUÖ), genel gün içi uykululuk halinin değerlendirilmesi için Epworth Uykululuk Ölçeği (EUÖ) ve Sabahçıl-Akşamcıl Anketi uygulanacaktır.

Çalışmada, 18-30 yaş arası genç erişkin katılımcıların elektroensefalografi (EEG) yöntemi kullanılarak çalışma belleği incelenecektir. Analiz yöntemlerinden EEG yöntemiyle, kişilerin beyin aktivitesi ölçülerek ve bilgisayar ortamında analiz işlemleri yapılarak gerçekleştirilecektir. EEG beyin elektriksel aktivitesini ölçen bir cihazdır. EEG cihazının hiçbir yan etkisi bulunmamaktadır. Tüm kişilerdeki beyin elektrik aktivitesi hiçbir girişim yapılmadan, bazı uyaranlar gösterilerek yaklaşık yarım saat kaydedilecek ve bilgisayar işlemlerinden geçirildikten sonra değerlendirilecektir. İşlem için uygulanacak elektrotlar ve jellerin kişiye hiçbir zararı ve yan etkisi bulunmamaktadır. Çalışmamız dahilinde uygulanacak olan değerlendirme ölçeklerinin kişiye hiçbir zararı yoktur. Bu çalışma için sizden veya güvence altında bulunduğunuz herhangi bir kurum ve kuruluş tarafından ödeme alınmamaktadır.

#### Çalışma Kapsamında Gönüllünün Dikkat Etmesi Gereken Hususlar

1. Çalışmadan önceki 2 gece boyunca, gece yaklaşık 7-9 saat kadar uyumuş olunmalı.
2. Gece en geç 24.00’da uyuyup, sabah en geç 09.00’da uyanmış olunmalı.
3. Çalışmadan önceki gün gündüz vaktinde günlük ortalama rutin tüketim miktarında çay, kahve, alkol ve sigara kullanımına izin verilirken, akşam 21.00’den sonra ilaç kullanımı dahil yukarıda bahsedilen hiçbir uyarıcı veya yatıştırıcı maddenin **tüketilmemesi** gerekmektedir.

4. EEG çekimine gelmeden önceki akşam veya çekim günü saçların yıkanmış olarak gelmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada yer almak tamamen sizin isteğinize bağlıdır. Araştırmada yer almayı reddedebilirsiniz ya da herhangi bir aşamada araştırmadan ayrılabilirsiniz; bu durum herhangi bir cezaya ya da sizin yararınıza engel duruma yol açmayacaktır. Bu araştırmada yer almanız nedeniyle size hiçbir ödeme yapılmayacaktır. Size ait tüm tıbbi ve kimlik bilgileriniz gizli tutulacaktır. Araştırma yayınlansa bile kimlik bilgileriniz verilmeyecektir, ancak araştırmanın izleyicileri, yoklama yapanlar, etik kurullar ve resmi makamlar gerektiğinde tıbbi bilgilerinize ulaşabilir. Siz de istediğinizde tıbbi bilgilerinize ulaşabilirsiniz.

### **Çalışmaya Katılma Onayı**

Yukarıda gönüllüye araştırmadan önce verilmesi gereken bilgileri okudum. Aklıma gelen tüm soruları araştırmacıya sordum, yazılı ve sözlü olarak bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntıyla anlamış bulunmaktayım. Çalışmaya katılmayı isteyip istemediğime karar vermem için bana yeterli zaman tanındı. Bu koşullar altında, bana ait tıbbi bilgilerin gözden geçirilmesi, transfer edilmesi ve işlenmesi konusunda araştırma yürütücüsüne yetki veriyor ve söz konusu araştırmaya ilişkin bana yapılan katılım davetini hiçbir zorlama ve baskı olmaksızın gönüllülük içerisinde kabul ediyorum.

### **Gönüllünün:**

Adı Soyadı:

Adresi:

Tel:

Tarih ve İmza:

### **Araştırma yapan araştırmacının:**

Adı Soyad: **Harun Yırıkoğulları**

Görevi:

Adresi:

Tel:

Tarih ve İmza:

**Olur alma işlemine başından sonuna kadar tanıklık eden kuruluş görevlisinin /  
tanığının:**

Adı Soyadı:

Görev:

Adresi:

Tel:

Tarih ve İmza:

## **EK-2 Deney Grubu Gönüllü Bilgilendirme Formu**

### **GÖNÜLLÜ BİLGİLENDİRME FORMU**

Bu çalışmada “Akut Uyku Yoksunluğu Sonrası Çalışma Belleği Performansının EEG Olaya İlişkin Osilasyonlar ile İncelenmesi” amaçlanmaktadır. Çalışmada elektroensefalografi (EEG) kaydı alınacak olup, katılımcının uyku kalitesinin değerlendirilmesi amacıyla Pittsburgh Uyku Kalitesi İndeksi (PUKI), anlık uykululuk durumunun değerlendirilmesi için Stanford Uykululuk Ölçeği (SUÖ), genel gün içi uykululuk halinin değerlendirilmesi için Epworth Uykululuk Ölçeği (EUÖ) ve Sabahçıl-Akşamcıl Anketi uygulanacaktır.

Çalışmada, 18-30 yaş arası genç erişkin katılımcıların elektroensefalografi (EEG) yöntemi kullanılarak çalışma belleği incelenecektir. Analiz yöntemlerinden EEG yöntemiyle, kişilerin beyin aktivitesi ölçülerek ve bilgisayar ortamında analiz işlemleri yapılarak gerçekleştirilecektir. EEG beynin elektriksel aktivitesini ölçen bir cihazdır. EEG cihazının hiçbir yan etkisi bulunmamaktadır. Tüm kişilerdeki beyin elektrik aktivitesi hiçbir girişim yapılmadan, bazı uyaranlar gösterilerek yaklaşık yarım saat kaydedilecek ve bilgisayar işlemlerinden geçirildikten sonra değerlendirilecektir. İşlem için uygulanacak elektrotlar ve jellerin kişiye hiçbir zararı ve yan etkisi bulunmamaktadır. Çalışmamız dahilinde uygulanacak olan değerlendirme ölçeklerinin kişiye hiçbir zararı yoktur. Bu çalışma için sizden veya güvence altında bulunduğunuz herhangi bir kurum ve kuruluş tarafından ödeme alınmamaktadır.

### **Çalışma Kapsamında Gönüllünün Dikkat Etmesi Gereken Hususlar**

5. Çalışmadan 2 gece önce yaklaşık 7-9 saat kadar uyumuş olunmalı.
6. Gece en geç 24.00’da uyuyup, sabah en geç 09.00’da uyanmış olunmalı.
7. Uyandıktan sonraki 24 saat boyunca hiçbir şekilde uyunmamalı.
8. Uyandıktan sonraki gündüz vaktinde günlük ortalama rutin tüketim miktarında çay, kahve, alkol ve sigara kullanımına izin verilirken, uyanıklığın son 12 saatlik diliminde ise ilaç kullanımı dahil yukarıda bahsedilen hiçbir uyarıcı veya yatıştırıcı maddenin **tüketilmemesi** gerekmektedir.
9. EEG çekimine gelmeden önceki akşam veya çekim günü saçların yıkanmış olarak gelinmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada yer almak tamamen sizin isteğinize bağlıdır. Araştırmada yer almayı reddedebilirsiniz ya da herhangi bir aşamada araştırmadan ayrılabilirsiniz; bu durum herhangi bir cezaya ya da sizin yararınıza engel duruma yol açmayacaktır. Bu araştırmada yer almanız nedeniyle size hiçbir ödeme yapılmayacaktır. Size ait tüm tıbbi ve kimlik bilgileriniz gizli tutulacaktır. Araştırma yayınlansa bile kimlik bilgileriniz verilmeyecektir, ancak araştırmanın izleyicileri, yoklama yapanlar, etik kurullar ve resmi makamlar gerektiğinde tıbbi bilgilerinize ulaşabilir. Siz de istediğinizde tıbbi bilgilerinize ulaşabilirsiniz.

### **Çalışmaya Katılma Onayı**

Yukarıda gönüllüye araştırmadan önce verilmesi gereken bilgileri okudum. Aklıma gelen tüm soruları araştırmacıya sordum, yazılı ve sözlü olarak bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntıyla anlamış bulunmaktayım. Çalışmaya katılmayı isteyip istemediğime karar vermem için bana yeterli zaman tanındı. Bu koşullar altında, bana ait tıbbi bilgilerin gözden geçirilmesi, transfer edilmesi ve işlenmesi konusunda araştırma yürütücüsüne yetki veriyor ve söz konusu araştırmaya ilişkin bana yapılan katılım davetini hiçbir zorlama ve baskı olmaksızın gönüllülük içerisinde kabul ediyorum.

### **Gönüllünün:**

Adı Soyadı:

Adresi:

Tel:

Tarih ve İmza:

### **Araştırma yapan araştırmacının:**

Adı Soyad: **Harun Yırıkulları**

Görevi:

Adresi:



Tel:

Tarih ve İmza:

**Olur alma işlemine başından sonuna kadar tanıklık eden kuruluş görevlisinin /  
tanığının:**

Adı Soyadı:

Görev:

Adresi:

Tel:

Tarih ve İmza:

### EK-3 Sabahçıl-Akşamcıl Anketi

Bireyler, yaşam biçimleri, uyku-uyanıklık düzenleri ve gösterdikleri performansların zamanı bakımından “sabahçıl” ve “akşamcıl olarak sınıflandırılmaktadır. Aşağıda sabahçıl-akşamcılığa ilişkin sorular yer almaktadır. Lütfen soruları dikkatle okuyup tek bir seçeneği işaretleyiniz.	
1. Kendinizi “en iyi” hissettiğiniz ritmi göz önüne alarak, gününüzü planlamak için tamamen özgür olsaydınız sabah saat kaçta kalkardınız?	1. Sabah 05:00 - Sabah 06:30 2. Sabah 06:30 - Sabah 07:45 3. Sabah 07:45 - Sabah 09:45 4. Sabah 09:45 - Sabah 11:00 5. Sabah 11:00 - Öğle 12:00 6. Öğle 12:00 - Sabah 05:00
2. Kendinizi “en iyi” hissettiğiniz ritmi göz önüne alarak, gecenizi planlamada tamamen özgür olsaydınız, saat kaçta yatmaya giderdiniz?	1. Akşam 20:00 - Gece 21:00 2. Gece 21:00 - Gece 22:15 3. Gece 22:15 - Gece yarısından sonra 00:30 4. Gece yarısından sonra 00:30 - Sabah 01:45 5. Sabah 01:45 - Sabah 03:00 6. Sabah 03:00 - Sabah 08:00
3. Sabah belli bir saatte kalkmak zorunda olsanız uyanmak için çalar saat sizin için ne kadar gereklidir?	1. Kesinlikle gerekli değil 2. Az derecede gerekli olabilir 3. Oldukça gerekli 4. Son derece gerekli
4. Normal koşullar altında sabahları uyanmak sizin için ne kadar kolaydır?	1. Kesinlikle kolay değildir. 2. Çok kolay değildir. 3. Oldukça kolaydır. 4. Son derece kolaydır.
5. Sabah kalktığınızda ilk birkaç saat içinde kendinizi ne kadar uyanık hissedersiniz?	1. Tamamen uyanık hissetmem. 2. Çok az uyanık hissedirim. 3. Oldukça uyanık hissedirim. 4. Çok uyanık hissedirim.
6. Sabah kalktıktan sonra ilk bir saat içinde iştahınız nasıldır?	1. Çok kötüdür 2. Oldukça kötüdür 3. Oldukça iyidir 4. Çok iyidir
7. Sabah kalktığınızda ilk birkaç saat içinde kendinizi ne kadar yorgun hissedersiniz?	1. Çok yorgun 2. Oldukça yorgun 3. Oldukça iyi 4. Çok iyi
8. Bir gün sonrası için yapılacak bir şeyiniz yoksa, her zamanki ile karşılaştırıldığında saat kaçta yatmaya giderdiniz?	1. Nadiren veya kesinlikle geç değildir 2. Bir saatten az gecikmeyle 3. 1-2 saat gecikmeyle 4. 2 saatten fazla gecikmeyle
9. Fiziksel bir egzersiz yapmaya karar verdiniz. Bir arkadaşınız kendisi için en iyi zamanın sabah 7.00-8.00 arası olduğunu ve haftada 2 defa 1 saat uygulamanızı öneriyor. Hiçbir şey düşünmeksizin sadece kendinizi en iyi hissettiğiniz ritmi göz önüne alarak bu zaman diliminde nasıl bir performans göstereceğinizi düşünürsünüz?	1. İyi düzeyde olabilir. 2. İdare eder düzeyde olabilir. 3. Yapmak zor olabilir. 4. Çok zorlanırım.
10. Akşamları uykuya ihtiyacınız olacak kadar kendinizi yorgun hissettiğiniz saat kaçtır?	1. Akşam 20:00 - Gece 21:00 2. Gece 21:00 - Gece 22:15 3. Gece 22:15 - Gece yarısından sonra 00:45 4. Gece yarısından sonra 00:45 - Sabah 02:00 5. Sabah 02:00 - Sabah 03:00
11. Aşırı beyin yorgunluğuna neden olan ve 2 saat süreceğini bildiğiniz bir test için performansınızın en üst düzeyde olmasını diliyorsunuz. Gününüzü planlamada serbestsiniz ve “en iyi” hissettiğiniz ritmi göz önüne alarak, yandaki test zamanından hangisine seçerdiniz?	1. Sabah 08:00 - Sabah 10:00 2. Sabah 11:00 - Öğleden sonra 13:00 3. Öğleden sonra 15:00 - Öğleden sonra 17:00 4. Akşam 19:00 - Gece 21:00

12. Gece saat 11.00'da yatağa gitseydiniz hangi yorgunluk düzeyinde olurdunuz?	1.Kesinlikle yorgun olmazdım. 2.Biraz yorgun olurum. 3.Oldukça yorgun olurum. 4.Çok yorgun olurum.
13. Bazı nedenlerden dolayı alışmış olduğunuz saatten birkaç saat daha geç yatağa gittiniz, ertesi sabah herhangi bir saatte kalkma zorunluluğunuz yok. Aşağıdaki olaylardan hangisi sizin için uygundur?	1. Her zaman uyandığım saatte uyanırım ve tekraruyumam. 2. Her zaman uyandığım saatte uyanırım ve sonra biraz şekerleme yaparım. 3. Her zaman uyandığım saatte uyanırım ve tekrar uykuya devam ederim. 4. Her zaman uyandığım saatte uyanmam ve uykuya devam ederim.
14. Bir gecenin sabahında saat 4.00-6.00 arasında nöbete kalmak zorunda kaldınız. Ertesi gün içinde yapacak bir işiniz yok, aşağıdakilerden hangisi sizin için en uygundur?	1.Nöbet bitene kadar hiç uyumam. 2.Nöbet öncesi biraz kestirim sonra uyurum. 3.Nöbet öncesi uyurdum ve sonra hafif kestirirdim. 4.Nöbet öncesi tamamen uyurdum.
15. İki saat ağır fiziksel çalışma yapmak zorundasınız. Gününüzü planlamada tamamen özgürsünüz. Sadece “en iyi” hissettiğiniz zamanı göz önüne alarak, aşağıdaki zamanlardan hangisini seçerdiniz?	1.Sabah 08:00 - Sabah 10:00 2.Sabah 11:00 - Öğleden sonra 13:00 3.Öğleden sonra 15:00 - Öğleden sonra 17:00 4.Akşam 19:00 - Gece 21:00
16. Ağır bir fiziksel aktivite yapmaya karar verdiniz. Bir arkadaşınız kendisi için en iyi zamanın öğlen 10.00-11.00 saatleri arası olduğunu ve haftada 2 defa 1 saat uygulamanızı öneriyor. Hiçbir şey düşünmeksizin kendinizi “en iyi” hissettiğiniz ritmi göz önüne alarak fiziksel aktiviteyi ne kadar iyi yapabileceğinizi düşünüyorsunuz?	1.İyi düzeyde olabilir. 2.İdare eder düzeyde olabilir. 3.Yapmak zor olabilir. 4.Çok zorlanırım.
17. Çalışma saatlerinizi kendinizin belirlediğinizi düşünün. Günde 5 saat (yemek arası dâhil) çalıştığınızı, işinizin ilginç bir iş olduğunu, severek çalıştığınızı ve elde ettiğiniz başarıya göre de ücret aldığınızı farz edin. Böyle bir durumda 5 saatlik çalışma sürenizi başlatmak için hangi saatleri seçerdiniz?	1.Sabah 04:00 - Sabah 08:00 2.Sabah 08:00 - Sabah 09:00 3.Sabah 09:00 - Öğleden sonra 14:00 4.Öğleden sonra 14:00 - Öğleden sonra 17:00 5.Öğleden sonra 17:00 - Sabah 04:00
18. Kendinizi “en iyi” hissettiğiniz zaman dilimi günün hangi saatine denk gelmektedir?	1.Sabah 05:00 - Sabah 08:00 2.Sabah 08:00 - Sabah 10:00 3.Sabah 10:00 - Öğleden sonra 17:00 4.Öğleden sonra 17:00 - Gece 22:00 5.Gece 22:00 - Sabah 05:00
19. Çeşitli şekillerde “sabahçıl” ve “akşamcıl” insan tiplerinin olduğuna dair duyular aldınız. Bu tiplerden hangisinin size uygun olduğunu düşünürsünüz?	1.Kesinlikle sabahçıl tip 2.Daha çok sabahçıl tip 3.Daha çok akşamcıl tip 4.Kesinlikle akşamcıl tip

## EK-4 Pittsburgh Uyku Kalitesi İndeksi

# Pittsburgh Uyku Kalite İndeksi (PUKi)

## Pittsburgh Sleep Quality Index (PSQI)

Hastanın Adı Soyadı: \_\_\_\_\_ Tarih: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Aşağıdaki sorulara vereceğiniz cevaplar için son bir ayı göz önünde bulundurun.  
Lütfen tüm soruları cevaplandırın.

- Geçen ay geceleri genellikle ne zaman yattınız? \_\_\_\_\_
- Geçen ay geceleri uykuya dalmamız genellikle ne kadar zaman (dakika) aldı? \_\_\_\_\_ dakika
- Geçen ay sabahları genellikle ne zaman kalktınız? \_\_\_\_\_
- Geçen ay geceleri kaç saat uyudunuz (bu süre yatakta geçirdiğiniz süreden farklı olabilir) \_\_\_\_\_ saat
- Geçen ay aşağıdaki durumlarda belirtilen uyku problemlerini ne sıklıkla yaşadınız?

	Haftada	Hiç	1'den az	1 - 2 kez	3'ten çok
a	30 dakika içinde uykuya dalamadınız	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b	Gece yarısı veya sabah erkenden uyanınız	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c	Tuvalete gittiniz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d	Rahat bir şekilde nefes alıp veremediniz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e	Aşırı derecede üşüdünüz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f	Aşırı derecede sıcaklık hissettiniz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g	Kötü rüyalar gördünüz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
h	Ağrı duydunuz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
i	Diğer nedenler	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
j	Öksürdünüz veya gürültülü bir şekilde horladınız	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
- Geçen ay uyku kalitenizi bütünü ile nasıl değerlendirirsiniz.  
 Çok iyi  Oldukça iyi  Oldukça kötü  Çok kötü
- Geçen ay uyumanıza yardımcı olması için ne sıklıkta (reçeteli veya reçetesiz) uyku ilacı aldınız?  
 Hiç  Haftada 1'den az  Haftada 1 - 2 kez  Haftada 3'ten çok
- Geçen ay araba sürerken, yemek yerken veya sosyal bir aktivite esnasında ne kadar sıklıkla uyanık kalmak için zorlandınız?  
 Hiç  Haftada 1'den az  Haftada 1 - 2 kez  Haftada 3'ten çok
- Geçen ay bu durum işlerinizi yeteri kadar istekle yapmanızda ne derecede problem oluşturdu?  
 Hiç problem oluşturmadı  Bir dereceye kadar problem oluşturdu  
 Yalnızca çok az bir problem oluşturdu  Çok büyük bir problem oluşturdu
- Bir yatak partneriniz veya oda arkadaşı var mı?  
 Bir yatak partneri veya oda arkadaşı yok  Partneri aynı odada fakat aynı yatakta değil  
 Diğer odada bir partneri veya oda arkadaşı var  Partner aynı yatakta
- Eğer bir oda arkadaşı veya yatak partneriniz varsa son bir ayda ona aşağıdaki durumları ne sıklıkta yaşadığınızı sorun.

	Haftada →	Hiç	1'den az	1 - 2 kez	3'ten çok
a	Gürültülü horlama	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b	Uykuda nefes alıp verme arasında uzun aralıklar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c	Uyurken bacaklarda seğirme veya sıçrama	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d	Uyku esnasında uyumsuzluk veya şaşkınlık	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e	Diğer huzursuzluklarınız:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Buysse DJ, Reynolds CF 3rd, Monk TH (1989) Psychiatry Res. 1989 May;28(2):193-213



www.ftronline.com

**Skorlama yönergesine  
ftronline.com 'dan  
ulaşabilirsiniz.**

Tasarım ve düzenleme: Dr. Ender Salbaş 2019

## EK-5 Epworth Uykululuk Ölçeği

# Epworth Uykululuk Ölçeği

## Epworth Sleepiness Scale (ESS)

Hastanın Adı Soyadı: \_\_\_\_\_ Tarih: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Son zamanlarda, günlük yaşantınız içinde, aşağıda belirtilen durumlarda hangi sıklıkla uyuksunuz (buradan yorgun hissetmek değil, uykulamak veya uyuya kalmak anlaşılmalıdır)? Bu şeylerden birini son zamanlarda yapmamış olsanız bile, böyle bir durumun, sizi nasıl etkileyeceğini düşünmeye çalışarak cevap veriniz.

		Hiçbir zaman uykulamam	Nadiren uyuksunuz	Zaman zaman uyuksunuz	Büyük olasılıkla uyuksunuz
1	Oturmuş bir şeyler okurken	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
2	Televizyon seyrederken	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
3	Toplum içinde hareketsizce otururken (örneğin: herhangi bir toplantıda veya tiyatro gibi yerlerde)	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
4	Ara vermeden en az bir saat süren bir araba yolculuğunda yolcu olarak bulunurken	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
5	Öğleden sonra koşullar uygun olduğunda, dinlenmek için uzanmışken	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
6	Birisiyle oturmuş konuşurken	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
7	Alkol almadığım bir öğle yemeğinden sonra sessizce otururken	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3
8	İçinde olduğum araba, trafikte bir kaç dakika için durduğunda	<input type="checkbox"/> 0	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3

Normal	Normal ama artmış gün içi uykululuk	Artmış ama ılımlı gün içi uykululuk	Artmış, orta derecede gün içi uykululuk	Artmış, şiddetli gün içi uykululuk
0-5	6-10	11-12	13-15	16-24

Johns MW (1992.) Sleep. 1992 Aug;15(4):376-81

Toplam Puan: \_\_\_\_\_



www.ftronline.com

Tasarım ve düzenleme: Dr. Ender Salbaş 2016

## EK-6 Stanford Uykululuk Ölçeği

# Stanford Sleepiness Scale

## “Alertness Test”

The Stanford Sleepiness Scale is a quick and easy way to assess how alert you are feeling. Discover your own pattern of alertness by recording your “degree of sleepiness” at different times throughout the day.

Using the 7-point scale below pick what best represents how you are feeling and note the corresponding number on the chart below.

Degree of Sleepiness	Scale Rating
Feeling active, vital, alert, or wide awake	1
Functioning at high levels, but not fully alert	2
Awake, but relaxed; responsive but not fully alert	3
Somewhat foggy, let down	4
Foggy; losing interest in remaining awake; slowed down	5
Sleepy, woozy, fighting sleep; prefer to lie down	6
No longer fighting sleep, sleep onset soon; having dream-like thoughts	7
Asleep	X

	Day 1	Day 2	Day 3	Day 4	Day 5	Day 6	Day 7
7am							
8am							
9am							
10am							
11am							
12pm							
1pm							
2pm							
3pm							
4pm							
5pm							
6pm							
7pm							
8pm							
9pm							
10pm							
11pm							
12am							

### What does this all mean?

Ideally, you would like a score of “1” for each of the hours you are awake. A result of 4 or below may indicate that you could be suffering from a lack of sleep. Getting a better nights rest could improve your level of alertness and day to day performance.

***Use this tool to help schedule your classes during times you are most alert!***

# 11.ETİK KURUL ONAYI



T.C.  
**İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ**  
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı

Sayı : E-10840098-772.02-2603  
Konu : Etik Kurulu Kararı

27/01/2021

**Sayın Harun YIRIKOĞULLARI**

Üniversitemiz Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kuruluna yapmış olduğunuz “Akut Uyku Yoksunluğu Sonrası Çalışma Belleği Performansının EEG Olaya İlişkin Osilasyonlar İle İncelenmesi” isimli başvurunuz incelenmiş olup etik kurulu kararı ekte sunulmuştur.

Bilgilerinize rica ederim.

Dr. Öğr. Üyesi Mahmut TOKAÇ  
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar  
Etik Kurulu Başkanı

Ek:  
-Karar Formu (2 sayfa)

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.  
Evrakımızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden A032EFABX9 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

Medipol Üniversitesi Kavacık Yerleşkesi (Ana Yerleşke Rektörlük)  
Kavacık Mah. Ekinçler Cad. No: 19, Kavacık Kavşağı, 34810 Beykoz, İstanbul  
T: 444 85 44 F: 0212 531 75 55  
E-Posta: [bilgi@medipol.edu.tr](mailto:bilgi@medipol.edu.tr) İnternet Adresi: [www.medipol.edu.tr](http://www.medipol.edu.tr)  
Kep Adresi: medipoluniversitesi@hs03.kep.tr

Ayrıntılı Bilgi İçin: Bilge KAYA  
Tel: [Redacted]



İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ  
GİRİŞİMSSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR  
ETİK KURULU KARAR FORMU

<b>BAŞVURU BİLGİLERİ</b>	ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Akut Uyku Yoksunluğu Sonrası Çalışma Belleği Performansının EEG Olaya İlişkin Osilasyonlar İle İncelenmesi			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Harun YIRIKOĞULLARI			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Psikolog			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	İstanbul			
	DESTEKLEYİCİ	-			
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ <input checked="" type="checkbox"/>	ÇOK MERKEZLİ <input type="checkbox"/>	ULUSAL <input checked="" type="checkbox"/>	ULUSLARARASI <input type="checkbox"/>



**İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ**  
**GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR**  
**ETİK KURULU KARAR FORMU**

Değerlendirilen Belgeler	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili		
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ/PLANI			Türkçe <input type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
	OLGU RAPOR FORMU			Türkçe <input type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU			Türkçe <input type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
Karar Bilgileri	<b>Karar No:70</b>	<b>Tarih: 21/01/2021</b>				
	Yukarıda bilgileri verilen Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve araştırmanın etik ve bilimsel yönden uygun olduğuna <b>"oybirliği"</b> ile karar verilmiştir.					

**İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU**

**BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI** Dr. Öğr. Üyesi Mahmut TOKAÇ

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet		Araştırma ile ilişki		Katılım *		İmza
Dr. Öğr. Üyesi Mahmut TOKAÇ	Tıp Tarihi ve Etik	İstanbul Medipol Üniversitesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	Uygundur
Prof. Dr. Mete ÜNGÖR	Endodonti	İstanbul Medipol Üniversitesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	Uygundur
Doç. Dr. Mehmet Kemal ÖZDEMİR	Elektrik ve Elektronik	İstanbul Medipol Üniversitesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	Uygundur
Doç. Dr. İlknur KESKİN	Histoloji ve Embriyoloji	İstanbul Medipol Üniversitesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	Uygundur
Doç. Dr. Devrim TARAKCI	Fizyoterapi ve Rehabilitasyon	İstanbul Medipol Üniversitesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	Uygundur
Dr. Öğr. Üyesi Neziha HACİHASANOĞLU ÇAKMAK	Biyokimya	İstanbul Medipol Üniversitesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	Uygundur
Dr. Öğr. Üyesi Neriman İpek KIRMIZI	Tıbbi Farmakoloji	İstanbul Medipol Üniversitesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	Uygundur

\* :Toplantıda Bulunma

COVID-19 (Pandemi) nedeniyle etik kurulumuz sanal olarak toplanmış olup kurul üyelerimizden uygunluk kararı sanal ortamda alınmıştır. Araştırmacı tarafından talep edilirse, COVID-19 (Pandemi) sonrası ıslak imzalı karar formu ayrıca hazırlanabilir.

Girişimsel Olmayan Etik Kurulu Sekreteri  
Bilge KAYA