



T.C.

İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**BİLİŞSEL REZERV DÜZEYİNİN SÖZEL VE GÖRSEL-UZAMSAL ÇALIŞMA
BELLEĞİNİN LATERALİZASYONU ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN EEG-BEYİN
OSİLASYONLARI YÖNTEMLERİ İLE İNCELENMESİ**

RÜMEYSA DUYGUN

SİNİRBİLİM ANABİLİM DALI

DANIŞMAN

Prof. Dr. BAHAR GÜNTEKİN

İSTANBUL- 2024

TEZ ONAY FORMU

Kurum : İstanbul Medipol Üniversitesi
Programın Seviyesi: Yüksek Lisans (X) Doktora ()
Anabilim Dalı : Sinirbilim
Tez Sahibi : Rümeyza DUYGUN
Tez Başlığı : Bilişsel Rezerv Düzeyinin Sözel ve Görsel-Uzamsal Çalışma
Belleğinin Lateralizasyonu Üzerindeki Etkilerinin EEG- Beyin
Osilasyonları Yöntemleri ile İncelenmesi
Sınav Yeri : İstanbul Medipol Üniversitesi Güney Yerleşkesi
Sınav Tarihi : 23.07.2024

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

Danışman **Kurumu** **İmza**

Prof. Dr. Bahar GÜNTEKİN İstanbul Medipol Üniversitesi

Sınav Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Lütfü HANOĞLU İstanbul Medipol Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Banu FEMİR MEF Üniversitesi

GÜRTUNA

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 Müdürü

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.

Rümeysa DUYGUN

TEŞEKKÜR

Ekibine katıldığım günden beri, kıymetli tecrübeleriyle bana rehberlik eden ve her zaman destek olan danışmanım Sayın Prof. Dr. Bahar Güntekin'e en derin teşekkürlerimi sunarım. Bize sağlamış olduğu ufuk açıcı araştırma ortamı ve değerli imkanlar için kendisine minnettarım.

Kendisiyle tanışmaktan ve birlikte çalışmaktan büyük bir onur duyduğum, tez çalışmamda sağladığı değerli katkılar ve her fırsatta aktarmaya gayret ettiği bilimsel araştırma prensipleri sayesinde bana çok şey öğreten ve öğretmeye devam eden, bu stresli süreçte her zaman desteğini hissettiğim Prof. Dr. Sebastian Ocklenburg'a; çalışma disiplinine hayranlık duyduğum ve her sorumu büyük bir ilgiyle yanıtlayıp yol gösteren Dr. Tuba Aktürk'e; bu süreçte üstlendiğim birçok görevde birlikte çalıştığım için çok şanslı hissettiğim, arkadaşlığı ve her anlamda desteği benim için çok değerli olan Burcu Bölükbaş'a; kendilerinden çok şey öğrendiğim ve her zaman desteklerini hissettiğim kıymetli arkadaşlarım Furkan Erdal ve Harun Yırıkoğulları'na; bu yola iyi ki birlikte çıkmışız dediğim, beni her daim destekleyen ve varlıklarıyla huzur bulduğum kıymetli dostlarım Elifnur Bingöl, Hikmet Buse Kuloğlu ve İrem Yemenciler'e; tez çekimleri ve katılımcı bulma konusunda hiçbir karşılık beklemeden sağladığı desteğiyle bu süreci benim için kolaylaştıran ve güzelleştiren, başarılarıyla gurur duyduğum ve sabahları kahve içip sohbet etmekten çok keyif aldığım kıymetli arkadaşım İnalet Dinçer'e; birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum kıymetli arkadaşlarım Reveha Attila ve Sümeyye Özdemir'e ve tüm Güntekin Lab ekibine; hem akademik anlamda hem de hayata bakış açısıyla bana çok şey katan, her daim desteğini hissettiğim, zaman zaman kendisini çok uzun yıllardır tanıyormuşum hissine kapıldığım, yeri geldiğinde beni benden çok düşünen kıymetli dostum Esra Zeynep Düdükçü'ye en derin teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak, tüm maddi ve manevi zorluklara rağmen iyi bir eğitim almamız için çabalayan, yaptığım her işte bana olan inançlarını ve desteklerini hissettiğim, evlatları olmaktan gurur duyduğum annem Yıldız Duygun'a ve babam Sadrettin Duygun'a; yaşadığım her zorluğa yakından şahit olup bana koşulsuz destek olan canım kardeşlerim Şeyda, Büşra ve Emre'ye en derin minnettarlıklarımı sunarım. İyi ki varsınız.

İTHAF

En kıymetlilerim Yusuf ve Yahya'ya...



İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY FORMU	i
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANI	ii
TEŞEKKÜR	iii
İTHAF	iv
İÇİNDEKİLER	v
KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ	viii
TABLolar LİSTESİ	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ	xii
1. ÖZET.....	1
2. ABSTRACT.....	2
3. GİRİŞ VE AMAÇ.....	3
4. GENEL BİLGİLER.....	7
4.1. Rezerv ve Dayanıklılık Kavramlarının Teorik Çerçevesi.....	7
4.1.2. Beyin Rezervi.....	8
4.1.3. Beyin Koruma.....	9
4.1.4. Bilişsel Rezerv ve Nöral Mekanizmaları.....	9
4.1.4.1. Nöral Ödünleme.....	11
4.1.4.2. Nöral Rezerv.....	11
4.1.4.2.1 Nöral Rezervin Nörogörüntüleme Belirteçleri.....	12
4.2. Asimetrik Beyin.....	13
4.2.1. Hemisferik Asimetrinin Nöral Temelleri.....	14
4.2.2. İnsanlarda Görme Nasıl Meydana Gelir?.....	15
4.3. Çalışma Belleği ve Nöral Mekanizmaları.....	16
4.3.1. Sözel Çalışma Belleğinin Nöral Organizasyonu.....	17
4.3.2. Görsel-Uzamsal Çalışma Belleğinin Nöral Organizasyonu.....	17
4.5. Elektroensefalografi (EEG).....	18
4.5.1. Spontane EEG Beyin Osilasyonları.....	19
4.5.2. Olaya İlişkin Potansiyeller.....	19

4.5.3. Olaya İlişkin Osilasyonlar.....	20
4.5.3.1. <i>Delta</i>	20
4.5.3.2. <i>Teta</i>	21
4.5.3.3. <i>Alfa</i>	22
5. MATERYAL VE METOT.....	23
5.1. Örneklem.....	23
5.2. Kullanılan Ölçekler.....	23
5.2.1. Uluslararası Hastalık Sınıflandırılması (UHS-10) Semptom Değerlendirme Ölçeği.....	23
5.2.2. Edinburgh El Tercihi Ölçeği.....	24
5.2.3. Waterloo Ayak Tercihi Ölçeği.....	25
5.2.4. Bilişsel Rezerv İndeksi Anketi (BRİa)	26
5.3. Deney Dizaynı ve Paradigmalar.....	27
5.3.1. Sternberg Paradigması.....	27
5.3.1.1. <i>Sözel Sternberg Paradigması</i>	30
5.3.1.2. <i>Görsel-Uzamsal Sternberg Paradigması</i>	31
5.4. EEG Kaydı.....	33
5.5. EEG Analizi.....	34
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.....	36
5.6. İstatistiksel Analiz.....	36
5.7. Etik Kurul Onayı.....	38
6. BULGULAR.....	39
6.1. Davranışsal Bulgular.....	40
6.1.1. Sözel Sternberg Görevi Performansı Sonuçları.....	40
6.1.2. Görsel-Uzamsal Sternberg Görevi Performansı Sonuçları.....	42
6.1.3. Görevlerin Karşılaştırması (Davranışsal Performans)	44
6.2. EEG Bulguları.....	49

6.2.1. Olaya ilişkin delta, teta ve erken alfa bileşik yanıtlarının (2-9 Hz) güç spektrum analizi sonuçları.....	49
6.2.1.1. Sözel Sternberg görevi için delta, teta ve erken alfa bileşik yanıtlarının (2-9 Hz) güç spektrum analizi sonuçları.....	49
6.2.1.2. Görsel-uzamsal Sternberg görevi için delta, teta ve erken alfa bileşik yanıtlarının (2-9 Hz) güç spektrum analizi sonuçları.....	51
6.2.3. Olaya ilişkin delta, teta ve erken alfa bileşik yanıtlarının (2-9 Hz) faz kilitlenmesi analizi sonuçları.....	53
6.2.3.1. Sözel Sternberg görevi için delta, teta ve erken alfa bileşik yanıtlarının (2-9 Hz) faz kilitlenmesi analizi sonuçları.....	53
6.2.3.2. Görsel-uzamsal Sternberg görevi için delta, teta ve erken alfa bileşik yanıtlarının (2-9 Hz) faz kilitlenmesi analizi sonuçları.....	67
6.3. Görevlerin Karşılaştırması (Faz Kilitlenmesi Yanıtları)	77
6.4. Davranışsal Performans ile EEG bulgularının ilişkisi.....	78
7.TARTIŞMA.....	81
8.SONUÇ.....	88
9.KAYNAKLAR.....	90
10.EKLER.....	109
EK-1 BİLGİLENDİRİLMİŞ ONAM FORMU.....	109
EK-2 ULUSLARARASI HASTALIK SINIFLANDIRILMASI-10 (UHS-10) SEMPTOM DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ.....	112
EK-3 EDİNBURGH EL TERCİHİ ÖLÇEĞİ.....	115
EK-4 WATERLOO AYAK TERCİHİ ÖLÇEĞİ.....	116
EK-5 BİLİŞSEL REZERV İNDEKSİ ANKETİ.....	117
11. ETİK KURUL ONAYI.....	120
12. ÖZGEÇMİŞ.....	122

KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

ANOVA: Varyans Analizi

BBA: Bağımsız Bileşen Analizi

BVA: Brain Vision Analyzer

DD: Dalgacık Dönüşümü

EEG: Elektroensefalografi

EOG: Elektrokülogram

Hz: Hertz

k Ω : Kiloohm

ms: milisaniye

Ort.: Ortalama

SS: Standart Sapma

TDAU: Transkraniyal Doğru Akım Uyarımı

UHS-10: Uluslararası Hastalık Sınıflandırması 10. versiyon

BRİa: Bilişsel Rezerv İndeksi Anketi

EHI: Edinburgh El Tercihi Anketi

WFQ: Waterloo Ayak Tercihi Anketi

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 6.1. Katılımcıların Demografik Bilgileri.....	39
Tablo 6.2. Bilişsel Rezerv İndeksi Skoru Ortalama ve Standart Sapma Değerleri.....	39
Tablo 6.1.1.1. Tüm koşullardaki sözel Sternberg görevindeki isabet oranlarına ait ortalama ve standart sapma değerleri.....	41
Tablo 6.1.1.2. Sözel Sternberg görevindeki yanlış alarm oranlarının birli ve üçlü bellek seti koşullarına ait ortalama ve standart sapma değerleri.....	41
Tablo 6.1.1.3. Sözel çalışma belleği görevine ait d' değerleri ile bilişsel rezerv düzeyi arasındaki ilişkiyi inceleyen Spearman Korelasyon analizi sonuçları.....	42
Tablo 6.1.2.1. Birli ve üçlü görevler için tüm katılımcılara ait isabet oranlarının tanımlayıcı istatistikleri.....	43
Tablo 6.1.2.2. Görsel-uzamsal Sternberg görevindeki yanlış alarm oranlarına ait birli ve üçlü bellek seti koşullarındaki ortalama ve standart sapma değerleri.....	43
Tablo 6.1.2.3. Birli ve üçlü görsel-uzamsal çalışma belleği görevlerindeki d' değerleri ile bilişsel rezerv düzeyi arasındaki ilişki için yapılmış olan Spearman Korelasyon analizi sonuçları.....	44
Tablo 6.1.3. Sözel ve görsel-uzamsal Sternberg görevlerindeki isabet oranlarında Durbin-Conover testi kullanılarak yapılan ikili karşılaştırmalar.....	45
Tablo 6.1.4. Sözel ve görsel-uzamsal Sternberg görevlerindeki yanlış alarm oranlarında Durbin-Conover testi kullanılarak yapılan ikili karşılaştırmalar.....	46
Tablo 6.2.1.1.1. Sözel Sternberg Görevi sırasında kaydedilen 2-9 Hz güç değerlerine ait Tekrarlı Ölçümler ANOVA Testindeki grup içi faktörlerin sonuçları.....	50
Tablo 6.2.1.1.2. Laterite katsayıları ile BRİa toplam skoru arasında yapılan Pearson Korelasyon analizi sonuçları.....	50
Tablo 6.2.1.1.3. Sözel Sternberg Görevi sırasında kaydedilen 2-9 Hz güç değerlerine ait Tekrarlı Ölçümler ANOVA Testindeki gruplar arası faktörlerin sonuçları.....	51

Tablo 6.2.1.2.1. Görsel-uzamsal Sternberg Görevi sırasında kaydedilen 2-9 Hz güç değerlerine ait Tekrarlı Ölçümler ANOVA Testindeki grup içi faktörlerin sonuçları	52
Tablo 6.2.1.2.2. Görsel-uzamsal Sternberg Görevi sırasında kaydedilen 2-9 Hz güç değerlerine ait Tekrarlı Ölçümler ANOVA Testindeki gruplar arası faktörlerin sonuçları.....	52
Tablo 6.2.3.1.1. Sözel Sternberg Görevi sırasında kaydedilen 2-9 Hz faz kilitlenmesi değerlerine ait Tekrarlı Ölçümler ANOVA Testindeki grup içi faktörlerin sonuçları.....	54
Tablo 6.2.3.1.2. Sözel Sternberg Görevi sırasında kaydedilen 2-9 Hz faz kilitlenmesi değerlerine ait Tekrarlı Ölçümler ANOVA Testindeki gruplar arası faktörlerin sonuçları	54
Tablo 6.2.3.1.3. Hemisfer temel etkisinin post hoc karşılaştırması (Sözel Sternberg Görevi- 2-9 Hz Faz Kilitlenmesi Değerleri)	55
Tablo 6.2.3.1.4. Görsel yarı alan ve hemisfer etkileşimi için yapılan post hoc testinin sonuçları (Sözel Sternberg Görevi- 2-9 Hz Faz Kilitlenmesi Değerleri)	56
Tablo 6.2.3.1.5. BRİa ve Edinburgh el tercihi skorları ile 2-9 Hz faz kilitlenmesi yanıtları kullanılarak hesaplanan laterite katsayıları arasındaki anlamlı korelasyonel ilişkiler.....	58
Tablo 6.2.3.2.1. Görsel-uzamsal Sternberg Görevi sırasında kaydedilen 2-9 Hz faz kilitlenmesi değerlerine ait Tekrarlı Ölçümler ANOVA Testindeki grup içi faktörlerin sonuçları	68
Tablo 6.2.3.2.2. Görsel-uzamsal Sternberg Görevi sırasında kaydedilen 2-9 Hz faz kilitlenmesi değerlerine ait Tekrarlı Ölçümler ANOVA Testindeki gruplar arası faktörlerin sonuçları.....	68
Tablo 6.2.3.2.3. Görsel Yarı Alan * Hemisfer karşılaştırmasının post hoc karşılaştırması.....	69
Tablo 6.2.3.2.4. Birli ve üçlü koşullarda tüm elektrotlardan kaydedilen faz kilitlenmesi değerlerinin ortalamaları.....	71

Tablo 6.2.3.2.5. BRİa skoru ile lateralite katsayıları arasında yapılan korelasyon analizine ait sonuçlar.....72



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 4.1.1. Rezerv ve dayanıklılık kavramlarının teorik yapısına ait şematik gösterim.....	8
Şekil 5.3.1. Sternberg paradigması ve görsel yolakların temsili gösterimi.....	29
Şekil 5.3.2. Üçlü sözel Sternberg paradigması, sol görsel yarı alanda sunulan uyumlu prob uyaranı koşulu görsel temsili.....	31
Şekil 5.3.3. Üçlü görsel-uzamsal Sternberg paradigması, sol görsel yarı alanda sunulan uyumlu prob uyaranı koşulu görsel temsili.....	32
Şekil 6.1.3.1. Birli ve üçlü bellek seti görevlerindeki isabet oranlarının görev zorluğuna bağlı olarak karşılaştırmasına ait grafik.....	46
Şekil 6.1.4.1. Birli (Ort.= 0,0184, SS= 0,033) ve Üçlü (Ort.= 0,0652, SS= 0,100) sözel Sternberg görevinde uyarınların sol görsel alanda sunulduğu koşulda kaydedilen yanlış alarm oranlarının karşılaştırma grafiği. Görevler anlamlı düzeyde farklılaşmıştır ($p < 0,002$).	47
Şekil 6.1.4.2. Birli (Ort.= 0,0142, SS= 0,031) ve üçlü (Ort.= 0,0582, SS= 0,093) sözel Sternberg görevinde kaydedilen yanlış alarm oranlarının sağ görsel alanda uyarın sunumu yapıldığı koşula ait grafik. Karşılaştırma sonucunda iki koşulun anlamlı düzeyde farklılaştığı görülmüştür ($p < 0,001$).	48
Şekil 6.1.4.3. Üçlü sözel (Ort.= 0,0652, SS= 0,100) ve görsel-uzamsal (Ort.= 0,0298, SS= 0,050) Sternberg görevlerine ait uyarınların sol görsel alanda sunulduğu koşulda kaydedilen yanlış alarm oranlarına ait grafik. İki göreve ait yanlış alarm oranları arasında anlamlı farklılık olduğu bulunmuştur ($p = 0,029$).	48
Şekil 6.1.4.4. Üçlü sözel (Ort.= 0,0582, SS= 0,093) ve görsel-uzamsal Sternberg (Ort.= 0,0199, SS= 0,041) görevlerinde uyarın sunumunun sağ görsel alanda yapıldığı koşuldaki yanlış alarm oranlarına ait grafik. Yanlış alarm oranları karşılaştırılmış ve anlamlı düzeyde farklılaştığı bulunmuştur ($p = 0,002$).....	49

Şekil 6.2.3.1.1. Sözel Sternberg görevi sırasında kaydedilen 2-9 Hz faz kilitlenmesi değerlerinin görsel yarı alan ve hemisfer faktörlerine ait tahmin edilmiş marjinal ortalamalar grafiği.....	57
Şekil 6.2.3.1.2. Birli sözel Sternberg görevi, sol görsel alan koşulunda C3-C4 elektrotlarından kaydedilen 2-9 Hz faz kilitlenmesi değerlerine ait lateralite katsayısı ile BRİa skoru arasındaki ilişkinin saçılım grafiği ($r = 0,4045$, $p = 0,003$)	59
Şekil 6.2.3.1.3. Birli sözel Sternberg görevi, sol görsel alan koşulunda F3-F4 elektrotlarından kaydedilen 2-9 Hz faz kilitlenmesi değerlerine ait lateralite katsayısı ile BRİa skoru arasındaki ilişkinin saçılım grafiği ($r = 0,3845$, $p = 0,005$).	60
Şekil 6.2.3.1.4. Birli sözel Sternberg görevi, sol görsel alan koşulunda P3-P4 elektrotlarından kaydedilen 2-9 Hz faz kilitlenmesi değerlerine ait lateralite katsayısı ile BRİa skoru arasındaki ilişkinin saçılım grafiği ($r = 0,4434$, $p = 0,001$)	60
Şekil 6.2.3.1.5. Birli sözel Sternberg görevi, sol görsel alan koşulunda P7-P8 elektrotlarından kaydedilen 2-9 Hz faz kilitlenmesi değerlerine ait lateralite katsayısı ile BRİa skoru arasındaki ilişkinin saçılım grafiği ($r = 0,4111$, $p = 0,003$)	61
Şekil 6.2.3.1.6. Birli sözel Sternberg görevi, sol görsel alan koşulunda T7-T8 elektrotlarından kaydedilen 2-9 Hz faz kilitlenmesi değerlerine ait lateralite katsayısı ile BRİa skoru arasındaki ilişkinin saçılım grafiği ($r = 0,4545$, $p < 0,001$)	61
Şekil 6.2.3.1.7. Üçlü sözel Sternberg görevi, sol görsel alan koşulunda P3-P4 elektrotlarından kaydedilen 2-9 Hz faz kilitlenmesi değerlerine ait lateralite katsayısı ile BRİa skoru arasındaki ilişkinin saçılım grafiği ($r = 0,3702$, $p = 0,008$)	62
Şekil 6.2.3.1.8. Üçlü sözel Sternberg görevi, sol görsel alan koşulunda P7-P8 elektrotlarından kaydedilen 2-9 Hz faz kilitlenmesi değerlerine ait lateralite katsayısı ile	

BRİa skoru arasındaki ilişkinin saçılım grafiği ($r = 0,3855$, $p = 0,005$)
.....62

Şekil 6.2.3.1.9. Birli sözel Sternberg görevi esnasında P3, P4, P7 ve P8 elektrotlarından kaydedilen faz kilitlenmesi değerlerinin sağ görsel alanda uyaran sunumu yapılan koşula ait büyük ortalamaları (2-9 Hz, 0-300 milisaniye)
.....63

Şekil 6.2.3.1.10. Birli sözel Sternberg görevi esnasında P3, P4, P7 ve P8 elektrotlarından kaydedilen faz kilitlenmesi değerlerinin sol görsel alanda uyaran sunumu yapılan koşula ait büyük ortalamaları (2-9 Hz, 0-300 milisaniye)
.....64

Şekil 6.2.3.1.11. Üçlü sözel Sternberg görevi esnasında P3, P4, P7 ve P8 elektrotlarından kaydedilen faz kilitlenmesi değerlerinin sağ görsel alanda uyaran sunumu yapılan koşula ait büyük ortalamaları (2-9 Hz, 0-300 milisaniye)
.....65

Şekil 6.2.3.1.12. Üçlü sözel Sternberg görevi esnasında P3, P4, P7 ve P8 elektrotlarından kaydedilen faz kilitlenmesi değerlerinin sol görsel alanda uyaran sunumu yapılan koşula ait büyük ortalamaları (2-9 Hz, 0-300 milisaniye)
.....66

Şekil 6.2.3.2.1. Birli görsel-uzamsal Sternberg görevi esnasında P3, P4, P7 ve P8, elektrotlarından kaydedilen faz kilitlenmesi değerlerinin sağ görsel alanda uyaran sunumu yapılan koşula ait büyük ortalamaları (2-9 Hz, 0-300 milisaniye)
.....73

Şekil 6.2.3.2.2. Birli görsel-uzamsal Sternberg görevi esnasında P3, P4, P7 ve P8, elektrotlarından kaydedilen faz kilitlenmesi değerlerinin sol görsel alanda uyaran sunumu yapılan koşula ait büyük ortalamaları (2-9 Hz, 0-300 milisaniye)
.....74

Şekil 6.2.3.2.3. Üçlü görsel-uzamsal Sternberg görevi esnasında P3, P4, P7 ve P8, elektrotlarından kaydedilen faz kilitlenmesi değerlerinin sağ görsel alanda uyaran sunumu yapılan koşula ait büyük ortalamaları (2-9 Hz, 0-300 milisaniye)
.....75

Şekil 6.2.3.2.4. Üçlü görsel-uzamsal Sternberg görevi esnasında P3, P4, P7 ve P8, elektrotlarından kaydedilen faz kilitlemesi değerlerinin sol görsel alanda uyaran sunumu yapılan koşula ait büyük ortalamaları (2-9 Hz, 0-300 milisaniye)76

Şekil 6.3.1. Sözel ve görsel-uzamsal Sternberg görevlerinin birli ve üçlü koşulları esnasında kaydedilen 2-9 Hz faz kilitlemesi yanıtlarının hemisferler arasındaki karşılaştırmasına ait grafik78



1. ÖZET

BİLİŞSEL REZERV DÜZEYİNİN SÖZEL VE GÖRSEL-UZAMSAL ÇALIŞMA BELLEĞİNİN LATERALİZASYONU ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN EEG-BEYİN OSİLYASYONLARI YÖNTEMLERİ İLE İNCELENMESİ

Bilişsel rezerv, yaşam tarzı ve genetik faktörlerin etkileşimiyle beyin yaşlanma, travma veya hastalıklara karşı direnme ve adapte olma becerisini artırmaktadır. Bu durum, sağlıklı bireylerde nöral ağların etkili kullanımı olarak kendini göstermektedir. Canlılarda gözlemlenen yapısal ve fonksiyonel asimetri de nöral kaynakların tasarruflu kullanımını sağlamakta olan bir mekanizma olarak düşünülmektedir. Bu bağlamda, kişilerin bilişsel rezerv düzeylerinin, çeşitli bilişsel işlevlerde açığa çıkan nöral aktivitenin asimetri düzeyine etkisi olabileceği öngörülmektedir. Bu tez çalışmasında, bilişsel rezerv düzeyinin sözel ve görsel-uzamsal çalışma belleği performanslarına etkisi ve elde edilen EEG beyin yanıtlarındaki asimetri derecesi ile ilişkisinin keşfedilmesi amaçlanmıştır. Çalışmaya katılan 51 katılımcı, birli ve üçlü bellek seti olarak iki farklı zorluk düzeyine sahip iki göreve tabi tutulmuştur: sözel ve görsel-uzamsal Sternberg paradigması. Davranışsal performans parametreleri (d' değeri) ile bilişsel rezerv skorları arasındaki ilişkilerin anlamlı olmadığı bulunmuştur. Ancak, EEG yanıtlarındaki lateralite katsayıları ile d' değeri arasında, görev zorluğunun arttığı koşullarda parietal bölgedeki asimetri düzeyi ile doğru yönlü korelasyonel ilişkiler tespit edilmiştir. İki görevdeki 2-9 Hz arasındaki faz kilitlenmesi değerleri karşılaştırıldığında, sağ hemisferdeki yanıtların anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu bulunmuştur. Ek olarak, görevler izole şekilde incelendiğinde, bu baskınlığın özellikle parietal bölgede belirgin olduğu gözlemlenmiştir. Bulgular incelendiğinde, nöral etkililik mekanizmasına ilişkin etkilerin, literatürde de önerildiği gibi sağ hemisferde sergilendiği ve bu baskınlığın özellikle parietal bölgede belirgin olduğu görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bilişsel rezerv, çalışma belleği, EEG beyin osilasyonları, hemisferik asimetri, nöral etkililik

2. ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF COGNITIVE RESERVE LEVEL ON THE LATERALIZATION OF VERBAL AND VISUOSPATIAL WORKING MEMORY USING EEG-BRAIN OSCILLATION METHODS

Cognitive reserve, through the interaction of lifestyle and genetic factors, enhances the brain's ability to resist and adapt to aging, trauma, or diseases. This is manifested as the effective utilization of neural networks in healthy individuals. Structural and functional asymmetries observed in living organisms are also considered mechanisms that facilitate the efficient use of neural resources. In this context, it is hypothesized that individuals' levels of cognitive reserve may influence the degree of asymmetry in neural activity revealed during various cognitive processes. This thesis aims to explore the effects of cognitive reserve levels on verbal and visuospatial working memory performance and their relationship with the degree of asymmetry in EEG brain responses. 51 participants were subjected to two tasks with varying difficulty levels (one and three items): verbal and visuospatial Sternberg paradigms. The relationships between behavioral performance parameters (d') and cognitive reserve scores were not significant. However, under conditions of increased task difficulty, the lateralization coefficients in EEG responses in the parietal region and the d' values were found to have positive correlations.

A comparison of the phase locking values in the 2-9 Hz range between verbal and visuospatial Sternberg tasks revealed significantly higher responses in the right hemisphere. Additionally, when tasks were examined in isolation, this dominance was particularly evident in the parietal region. The findings indicate that the effects related to the neural efficiency mechanism, as suggested in the literature, are exhibited in the right hemisphere, with this dominance being especially prominent in the parietal region.

Keywords: Cognitive Reserve, EEG brain oscillations, hemispheric asymmetry, neural efficiency, working memory

3. GİRİŞ VE AMAÇ

Rezerv, yaşlanmanın veya beyin hasarı ve nörodejeneratif hastalıklar gibi patolojik süreçlerin varlığında hasarın düzeyi ile kişilerin sergilediği klinik tablo arasındaki ilişkinin doğrusal olmadığı durumları açıklamak amacıyla öne sürülen teorik bir kavramdır (1). Bu hipotez kapsamında rezervin işlevi ile ilgili bazı ayrımlar mevcuttur. Beyin rezervi, daha büyük beyin hacmi ve daha fazla sinaptik bağlantı gibi fazladan nöral kaynakların, beyinde meydana gelen yapısal kayıplara rağmen nasıl bilişsel işlevselliğin bir süre daha korunduğunu açıklamaktadır. Bu yaklaşım, hasarın ancak belli bir eşik değerini geçtiğinde klinik belirtilere sebep olduğunu savunmaktadır (2). Bilişsel rezerv ise kişilerin eğitim seviyesi, meşgul oldukları mesleklerin gerektirdiği sorumluluk düzeyi ve mesleğin karmaşıklığı ile hangi sıklıkla fiziksel, bilişsel ve sosyal aktivitelerde buldukları gibi yaşam tarzı faktörlerinin bu teorik yapıyı oluşturan unsurlardan olduğunu ileri sürmektedir (3). Literatürdeki rezerv çalışmaları incelendiğinde, bunların büyük bir kısmının yaşlanma ve nörodejeneratif hastalıklar bağlamında olduğu görülebilmektedir (4,5). Öte yandan, sağlıklı bireylerde bilişsel rezervin nöral aktivite üzerindeki etkilerine, hatta özellikle ilişkilendirildiği nöral rezerv mekanizmasına odaklanan görece az sayıda EEG çalışması vardır. Nöral rezervin araştırıldığı çalışmalar, bu mekanizmanın kişilere bilişsel yük karşısında sarf edecekleri enerji bakımından avantaj sağladığı yönünde bulgular sunmaktadır (6).

Hemisferik asimetri, beynin yapısal ve işlevsel organizasyonunda bir hemisferin diğer hemisferden baskın olmasını ifade etmektedir. Omurgalı ve omurgasız canlılar da dahil olmak üzere birçok türde gözlemlenen bu özelliğin, iki hemisfer tarafından gelebilecek müdahaleyi azaltarak canlıların bilgiyi işleme hızını arttırdığı düşünülmekte (7) ve sağkalım avantajı sağladığı öne sürülmektedir (8). Bu anlamda, nöral rezerv mekanizması ile benzerlik göstermektedir. Hemisferik asimetri perspektifine göre, hemisferler belirli bilişsel işlevler konusunda adeta uzmanlaşmışlardır. Literatürde, bu farkın genellikle gözlemlendiği örüntü, dil ve motor beceriler ile ilişkili işlevlerde sol hemisferin; uzamsal dikkat, yüz tanıma ve emosyonel süreçlerde sağ hemisferin öne çıktığı

yönünde olmaktadır (9). Çalışma belleği özelinde düşünüldüğünde de sözel görevlerde sol hemisfer baskınlığı frontal ve temporal; görsel-uzamsal görevlerde ise sağ hemisfer baskınlığı frontal, parietal ve oksipital bölgelerde öne çıkmaktadır (10). EEG çalışmaları incelendiğinde, çalışma belleğine ait literatürün oldukça zengin olduğu görülmektedir (11, 12). Bu çalışmaların önemli bir kısmında, farklı bilişsel yük (13) ve modaliteye (14) sahip çalışma belleği görevleri esnasında kaydedilen beyin yanıtlarından elde edilen olaya ilişkin potansiyellerin karşılaştırıldığı görülmektedir. Bunun yanında, olaya ilişkin yanıtların zaman-frekans düzleminde incelendiği olaya ilişkin osilasyonlar yönteminden yararlanan çalışmaların sayısı da gün geçtikçe artmaktadır. Çalışma belleğine ilişkin bilişsel süreçlerde yaygın olarak delta (0.5-3.5 Hz), teta (4-7 Hz), alfa (8-13 Hz) ve gama (28-48 Hz) frekans bantlarındaki beyin yanıtlarının ele alındığı görülmektedir (15-19).

Bilişsel rezerv teorisi ve beynin asimetric organizasyonu, birçok alanın dahil olduğu kapsamlı araştırmaların odağında sıklıkla yer almış başlıca konulardandır. Çeşitli nörogörüntüleme teknikleri kullanılarak aydınlatılmaya çalışılmış nöral mekanizmalara sahiptirler. Çalışma belleği, dikkat ve yürütücü işlevler gibi birçok yetiyi barındırması ve görece ayrıştırılabilir aşamalara sahip olması nedeniyle, bu teorik kavramların altında yatan nöral mekanizmaları aydınlatmada uygun bir bilişsel beceri olarak öne çıkmaktadır. Bunun yanında, bilişsel rezerv literatüründe giderek daha fazla ampirik destek bulan sağ hemisfer hipotezinin test edilmesi, rezervin nöral ilintilerinin aydınlatılmasında büyük önem taşımaktadır.

Bu tez çalışmasının temel amacı, bilişsel rezervin sözel ve görsel-uzamsal çalışma belleği performanslarına olan etkilerini ve rezerv düzeyinin, bu süreçler sırasında ortaya çıkan asimetric EEG yanıtlarıyla olan ilişkisini keşfetmektir. Bilişsel rezervin gelişimi bağlamında öne sürülmekte olan sağ hemisfer rolünün, sol ve sağ hemisferin baskın olduğu bilişsel süreçler karşılaştırılarak test edilmesi hedeflenmektedir. Bu doğrultuda, görevler esnasında uyarının sunulduğu görsel yarı alanın da manipüle edilerek, görevlerde sol veya sağ görsel alana yatkınlığın

da kontrol edilmesi amaçlanmıştır. Bunlara ek olarak, görevler esnasında kaydedilen EEG yanıtlarında bilişsel rezerv düzeyi ile ilişkili bir örüntü olup olmadığının tespit edilmesi amaçlanmaktadır.

Bu amaçlar doğrultusunda belirlenen hedefler şu şekildedir:

1. Kişilerin bilişsel rezerv düzeylerinin sözel ve görsel-uzamsal çalışma belleği görevleri performansları ile ilişkisini incelemek.
2. Kişilerin sözel ve görsel-uzamsal çalışma belleği sırasındaki bilişsel süreçlerinin olaya ilişkin osilasyonlarına (2-9 Hz) etkisini ve bilişsel rezerv düzeyinin bu yanıtlar ile ilişkisini araştırmak
3. Sözel ve görsel-uzamsal görevlerde sağ ve sol görsel yarı alanda uyaran sunumu yaparak görsel girdinin öncelikli olarak iletildiği hemisferi kontrol etmek ve bu manipülasyonun görev performansı ve EEG beyin yanıtları üzerindeki etkisini incelemek.
4. Sözel ve görsel-uzamsal görevlerde birli ve üçlü bellek seti sunarak, bilişsel rezerv düzeyinin görev zorluğu arttığında verilen EEG beyin yanıtları ve sergilenen davranışsal performans ile ilişkisini incelemek

Çalışmanın elektrofizyolojik hipotezleri şu şekilde belirlenmiştir:

1. Sözel Sternberg görevi sırasında, sol hemisferin asimetric aktivitesi bilişsel rezerv düzeyi arttıkça artış gösterecektir (lateralite katsayısının düşüş göstermesi şeklinde gözlemlenecektir). Laterite katsayıları bilişsel rezerv skoru ile ters yönlü bir ilişkiye sahip olacaktır.
2. Görsel-uzamsal Sternberg görevi sırasında, sağ hemisferin asimetric aktivitesi bilişsel rezerv düzeyi arttıkça artış gösterecektir. Bu durum, laterite katsayılarının bilişsel rezerv skoru ile doğru yönlü bir ilişkiye sahip olmasıyla gözlemlenecektir.
3. Tüm katılımcılardaki EEG olaya ilişkin osilasyonlarının güç ve faz kilitlenmesi değerleri, sözel ve görsel-uzamsal Sternberg görevlerindeki bellek setlerinde sunulan öğelerin sayısından etkilenecektir.

4. Tüm katılımcılarda EEG olaya ilişkin osilasyonlarının güç ve faz kilitlenmesi değerleri, sözel ve görsel-uzamsal Sternberg görevlerindeki uyarıların sunulduğu görsel alandan etkilenecektir.

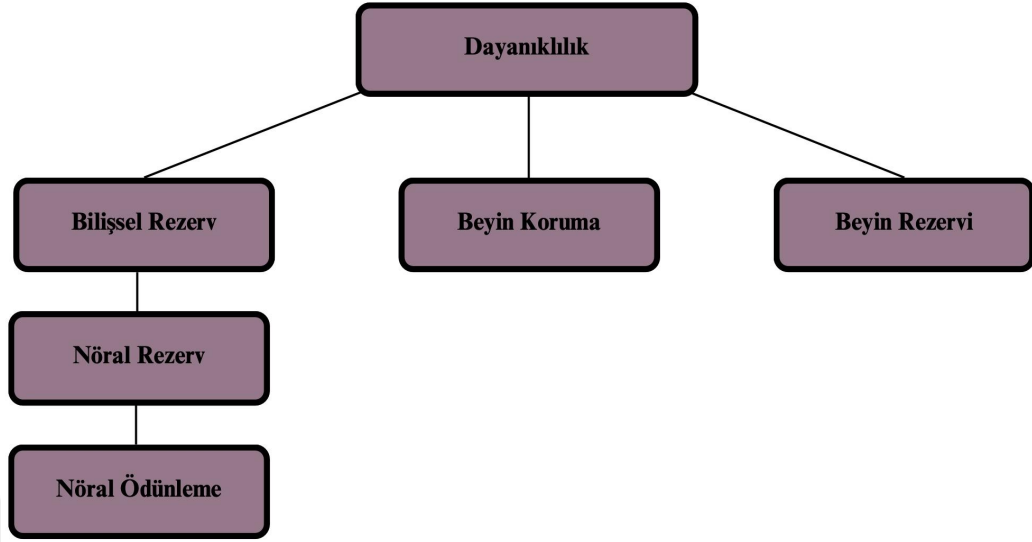
Çalışmanın davranışsal hipotezleri şu şekilde belirlenmiştir:

1. Görsel-uzamsal Sternberg görevinde, tüm katılımcılar, uyarıların sol görsel alanda sunulduğu denemelerde, sağ görsel alanda sunulan denemelere kıyasla daha iyi performans sergileyecektir.
2. Sözel Sternberg görevinde, tüm katılımcılar, uyarıların sağ görsel alanda sunulduğu denemelerde, sol görsel alanda sunulan denemelere kıyasla daha iyi performans gösterecektir.
3. Sözel ve görsel-uzamsal Sternberg görevlerindeki isabet oranı ve ayırt etme becerisi bilişsel rezerv düzeyi ile doğru orantılı bir ilişkiye sahip olacaktır.
4. Katılımcıların görsel-uzamsal Sternberg görevindeki performansları, sözel Sternberg görevindeki performanslarına kıyasla daha yüksek olacaktır.

4. GENEL BİLGİLER

4.1. Rezerv ve Dayanıklılık Kavramlarının Teorik Çerçevesi

Dayanıklılık (resilience), beyinde yaşlanma ve hastalıkla ilgili yaşanan değişimlere rağmen bilişsel işlevlerin sürdürülebilmesini açıklayan kavramları kapsayan şemsiye bir terim olarak öne sürülmektedir. Literatürde bu olgunun altında yatan mekanizmalara ilişkin değişkenlik olsa da Stern ve meslektaşlarının yaptıkları geniş kapsamlı bir iş birliği sonucunda yayınladıkları araştırma tanımları rehberinde (20) üç temel kavram öne sürülmektedir: bilişsel rezerv (cognitive reserve), beyin koruma (brain maintenance) ve beyin rezervi (brain reserve). Beyin rezervi hipotezi, bilişsel işlevlerin korunmasının nedenini beynin yapısal özelliklerine (daha fazla kortikal hacim, sinaps sayısı vb.) atfederken, bilişsel rezervin bunu mevcut nöral kaynakların etkili kullanımı ile sağladığı düşünülmektedir. Bilişsel rezerv teorisine göre bu kaynağı oluşturan çeşitli çevresel ve yaşam tarzı etkenleri mevcuttur. Bunlar arasında, kişilerin eğitim seviyesi, meşgul oldukları mesleğin karmaşıklığı ve fiziksel, bilişsel ve sosyal açılardan aktif bir yaşam sürdürmeleri yer almaktadır. Sağlıklı bireylerde bilişsel rezervin etkisi nöral kaynakları etkili kullanımı olarak görülürken (21), yaşlanma ve hastalık tablolarında kişilerin alternatif beyin ağlarına başvurup yaşanan kaybı telafi etmesi yani nöral ödünleme mekanizması olarak açığa çıkabilmektedir (22). Bu doğrultuda, beyin rezervi pasif bir model olarak görülürken, bilişsel rezerv aktif bir model olarak görülmektedir. Beyin koruma ise bilişsel işlevlerin korunması ile ilişkili olan, beyinde sağlıklı veya patolojik yaşlanma süreçlerine ilişkin görülebilecek değişimlerin minimal düzeyde meydana gelmesi olarak tanımlanmaktadır (23). Beyin koruma mekanizmasında da bilişsel rezervi oluşturan faktörlerin etkili olabildiği belirtilmektedir, ancak bu etki beyin koruma bağlamında beynin işlevsel ve yapısal bütünlüğünün sürdürülmesi yönündedir.



Şekil 4.1.1. Rezerv ve dayanıklılık kavramlarının teorik yapısına ait şematik gösterim

4.1.2. Beyin Rezervi

Beyin rezervi modeli, rezerv teorisinin gelişimsel sürecinin erken dönemlerinde öne sürülmüştür. Bilişsel rezerv modelinin aksine, kavramsal bir yapıdan çok fiziksel bir kaynağa işaret etmektedir. 1960'lı yılların sonlarında net olarak ortaya konulan ve bu modelin temel taşlarından biri olan gözlem, yaşamları boyunca sağlıklı bilişsel performans sergileyen kişilerin beyinlerinde, ölüm sonrası yapılan incelemelerde Alzheimer hastalığı kriterlerini karşılayacak düzeyde patolojik bulgulara rastlanması (24-26) olmuştur. Bu durum, erken dönemdeki bazı kaynaklarda eşik teorisi adı altında da tartışılmıştır (26). Beyin rezervi modeli, bu tutarsızlığı beynin fiziksel özellikleri ile açıklamaktadır. Bu yaklaşıma göre, başlangıç olarak “daha büyük ve daha bağlantılı” beyne sahip kişiler, patolojik sürecin herhangi bir noktasında daha fazla işlevsel nöral kaynağa sahip olacaktır ve bu sayede, hastalığa ilişkin klinik belirtileri daha geç gösterecektir (27). Özetle, beyin rezervi, gözlemlenen bu fazladan kaynağı daha yüksek sinaptik yoğunluk, nöron sayısı ve glial hücre/nöron oranına sahip olmak gibi yapısal özelliklerle açıklamakta; dolayısıyla, pasif bir model olarak

nitelendirilmektedir (28). Öyle ki, Stern ve meslektaşları tarafından, beyin rezervi bir donanıma (hardware), bilişsel rezerv ise bir yazılıma (software) benzetilmektedir (21).

4.1.3. Beyin Koruma

Beyin koruma kavramı, yaşlanma ve patolojiye bağlı değişikliklerin genetik ve yaşam tarzı faktörlerine bağlı olarak zaman içerisinde azalması olarak tanımlanmaktadır. Dolayısıyla, beynin deneyime bağlı olarak değiştirebilir olduğu düşüncesini yansıtmakta; bu süreçlerde gözlemlenen morfolojik değişikliklerdeki bireysel farklılıklara açıklama sağlamaktadır (29). Bu yönüyle, rezervi bir nevi nöral "sermaye" (30) olarak değerlendiren beyin rezervi modelinden ayrılmaktadır. Bu yaklaşım doğrultusunda yapılan araştırmalar, beynin morfolojik bütünlüğünün hangi ölçüde korunabilmiş olduğunu gösteren boylamsal çalışmalar veya beynin mevcut durumu ile belirli bir yaşta olması beklenen durumu arasında yapılan karşılaştırmaları içermektedir (23, 31, 32).

4.1.4. Bilişsel Rezerv ve Nöral Mekanizmaları

Bilişsel rezerv kavramı, yaşam tarzı ve genetik faktörlerin etkileşimiyle nöral ağların kapasitesini ve esnekliğini artırarak, bu ağların daha etkili kullanılmasını sağladıklarını öne sürmektedir. Bu teorik kaynak, beynin yapısında veya işlevinde yaşa, travmatik hasara veya patolojiye bağlı olarak yaşanabilecek kayıplar karşısında nöral ağların adapte olabilme becerisi ve buna bağlı olarak bilişsel işlevleri yüksek düzeyde sürdürebilme kapasitesine işaret etmektedir. Bu bağlamda, bilişsel rezerv düzeyine önemli etkileri olduğu düşünülen bazı yaşam tarzı faktörleri şunlardır: eğitim (33-35), sahip olunan mesleğin karmaşıklığı (36, 37), kişilerin fiziksel, bilişsel ve sosyal aktivitelere katılım sıklığı (38-41).

Bilişsel rezerv, güncel literatürde yaygın olarak Alzheimer hastalığı gibi çeşitli nörodejeneratif hastalıklarla ilişkili demansiyel süreçler kapsamında araştırılmaktadır. Spesifik olarak, bu araştırmalar çoğunlukla bireylerin, klinik belirtilere yol açabilecek derecede patolojik birikime sahip olmalarına rağmen

bilişsel işlevselliklerini koruyabilmelerini sağlayan kapasiteye odaklanmaktadır. Bu hususta, demans riski olan sağlıklı yaşlıları ve/veya demans hastalarını içeren toplulukları kapsayan kohort çalışmaları öne çıkmaktadır (42-45). Bu çalışmalarda, bahsi geçen yaşam tarzı faktörleri göz önünde bulundurularak çok alanlı (beslenme, egzersiz ve bilişsel v.b.) müdahaleler ve rutin sağlık kontrolleri yapılmakta ve bunların demans riski üzerindeki etkileri araştırılmaktadır. Bunlara ek olarak, bilişsel rezervin nöral ilintilerinin araştırıldığı EEG çalışmaları incelendiğinde, sağlıklı ve hasta gruplarında olaya ilişkin yanıtların değerlendirildiği araştırmalarda P2/N2 kompleksi (46) P3b (6) ve P300 (47-51) bileşenlerinin; dinlenme durumu EEG aktivitesinin değerlendirildiği araştırmalarda ise delta, teta ve alfa bantlarındaki koherans değerlerinin (52) ve özellikle posterior bölgedeki alfa güç değerlerinin (35,53) raporlandığı görülmektedir.

Bilişsel rezervin nöral ilintileri bağlamında öne sürülen teoriler arasında özellikle sağ hemisferin rolüne ilişkin teori dikkat çekmektedir. Robertson (54,55) kaleme aldığı derleme makalelerinde, noradrenerjik aktiviteyi (NA) bilişsel rezervin sağladığı koruyucu etkiler ile ilişkilendirmiştir. Yazar, özellikle eğitim, mesleki karmaşıklık/zorluk ve premorbid zeka gibi bilişsel rezerv faktörlerinin, uyarılmışlık hali (arousal), dikkati sürdürme, hata izleme ve çalışma belleği gibi süreçleri aktive ettiğini ve bu süreçlere dair ortak nöral ağın sağ fronto-parietal ağ olduğunu vurgulamıştır. Bahsi geçen bilişsel süreçlerin, tekrarlı bir şekilde aktif olmasının noradrenerjik aktiviteyi arttırdığını; noradrenalinin sinaptogenez ve nörojenezi desteklemesi ve oksidatif stresi azaltmadaki aracı rolü sayesinde koruyucu etki sağladığını öne sürmüştür. Dolayısıyla, Robertson'ın teorisinde, bilişsel rezerv ve NA aktivitesi arasında olduğu öne sürülen bu bağlantı, Alzheimer hastalığında, noradrenalinin ana kaynağı olan (56) locus coeruleus dejenerasyonu bağlamında kritik bir mekanizma olarak öne çıkmaktadır. Benzer şekilde, Brosnan ve meslektaşları (57), sağ prefrontal ve parietal alanları hedefleyen transkraniyal doğru akım uyarımı (TDAU) yaptıkları çalışmanın sonucunda, uygulama öncesi ölçümlerde bilişsel rezerv düzeyi yüksek bireylerin uyarınları işleme hızı

bakımından sol görsel alana yatkınlık gösterdikleri tespit edilmiş ve bu durum, sağ hemisferin bilişsel rezerv ile ilişkili olduğu varsayılan rolüne atfedilmiştir. Buna ek olarak, bilişsel rezerv düzeyi düşük olan katılımcılarda TDAU ardıl etkisinin, sol görsel alandaki uyaranları işleme hızını artırdığı tespit edilmiştir. Yazarlar, bu durumu yüksek bilişsel rezerve sahip katılımcılardaki işleme hızı asimetrisinin geçici bir süre taklit edildiği yönünde yorumlamıştır.

4.1.4.1. Nöral Ödünleme

Nöral ödünleme, bilişsel rezervin nöral mekanizmalarından biridir ve temel olarak artan görev zorluğu karşısında normalde kullanılmayan alternatif nöral ağları devreye sokarak bilişsel performansı arttırmakta ve bu durumu telafi etmektedir. Hatta, bu mekanizma bazı kaynaklarda nöral telafi olarak da adlandırılmaktadır. Görev zorluğu, yalnızca araştırma bağlamında değil, aynı zamanda yaşlanma, hasar veya patolojiye bağlı olarak yaşanan kayıplara rağmen günlük hayattaki işlevselliğin devamını sağlamak olarak da değerlendirilmelidir. Nörogörüntüleme çalışmaları bağlamında bu durum sıklıkla, yaşlılarda, gençlerle benzer bir görev performansı sergileyebilmek amacıyla ortaya çıkmaktadır (22). Bu doğrultuda, yaşlıların yaşa bağlı kayıpları telafi etmek amacıyla beyin yanıtlarında artan bilateral aktivasyon sergilemeleri, Yaşlı Yetişkinlerde Hemisferik Asimetri Azalması (HAROLD) Modeli olarak tanımlanan fenomeni açığa çıkarmıştır (58). Yaşlanmada Posterior Anterior Kayma (PASA) (59), nöral ödünleme ile ilişkilendirilen bir diğer modeldir. Yaşlıların, artan görev yüküyle fazladan aktivasyon göstermelerini açıklayan bir başka model ise Nöral Devrelerin Telafiyle İlgili Kullanımı Hipotezi (CRUNCH) olarak öne çıkmaktadır (60).

4.1.4.2. Nöral Rezerv

Bilişsel rezervin sağlıklı bireylerde gözlemlenen nöral mekanizması olan nöral rezerv, kişilere, sahip oldukları nöral kaynakları esnek ve verimli bir şekilde kullanabilme kapasitesi sağlamaktadır. Temel olarak, yüksek bilişsel rezerv düzeyine sahip kişilerin belirli bir görevi gerçekleştirebilmek için daha az beyin

aktivitesine ihtiyaç duyuyor olması şeklinde örneklendirilmektedir. Bu mekanizma, bireylerin yaşamları boyunca geliştirdikleri nöral ağların etkin kullanımında farklılıklara yol açar. Dolayısıyla, yüksek nöral rezerve sahip kişilerde daha göreve odaklı bir aktivasyon görülmektedir (61). Bunun yanında, literatürde, nöral kaynakların verimli bir şekilde kullanımının ve nöral rezerv düzeyine etki eden yaşam tarzı faktörlerinin bireylere sağkalım avantajı sağladığına yönelik bulgulara rastlanmaktadır (62-64).

4.1.4.2.1 Nöral Rezervin Nörogörüntüleme Belirteçleri

Bu denli önemli bir mekanizma olması sebebiyle, nöral rezerve odaklanan nörogörüntüleme çalışmalarının sayısı gün geçtikçe artmaktadır. Bu bağlamdaki kapsamlı araştırmalardan biri olan Stern ve meslektaşlarının 2018 yılında yayınlamış oldukları fMRI çalışması (65), nöral rezerv mekanizmasına ilişkin aydınlatıcı bulgular içermektedir. Çalışmada on iki farklı görev sırasında kaydedilen beyin aktivitesi karşılaştırılmış olup, ortak bir nöral ağ etkinliği tespit edilmiştir. Bu nöral ağ kapsamında, bilişsel rezerv düzeyini temsil eden (proxy) değişkenlerdeki artış ile bağlantılı olarak aktivasyon artışı gösterdiği raporlanan bölgeler; beyincik, medial frontal girus ve sol ile sağ superior temporal girusların ön kısımları olmuştur. Yüksek bilişsel rezerv düzeyi ile bu alanlarda gözlemlenen daha yüksek aktivitenin, bilateral alt parietal lobüller ve bilateral orta ve alt frontal giruslarda gözlemlenen daha düşük aktiviteyle birlikte değişmekte olduğu yazarlar tarafından vurgulanmıştır. Bu durum, bahsi geçen bölgelerin frontoparietal ve ventral dikkat ağlarındaki rolü ile ilişkilendirilmiştir. Yazarlar, görev odaklı bölgelerin aktivitesinde artış görülürken, bilateral alt parietal lobüller ve bilateral orta ve alt frontal giruslarda düşük aktivite gözlemlenmesini, bu bölgelerin dikkat dağıtıcı faktörlerin varlığında dikkat ağının odağının kaydırılmasından sorumlu olmalarına bağlayarak, daha az aktivasyon görülmesinin potansiyel dikkat dağıtıcı faktörlerin etkisini önlemek gibi bir işlevi olduğu şeklinde açıklamışlardır.

Bu mekanizmayı inceleyen EEG çalışmalarına bakıldığında, öne çıkan örneklerden biri Speer ve Soldan'ın sağlıklı gençler ve yaşlılardan oluşan bir

örneklem ile yürüttükleri (6) araştırmadır. Bu çalışmada, bilişsel rezervin nöral mekanizmalarından biri olarak öne sürülen nöral rezerv kapsamında, nöral etkililik incelenmiş ve santral-parietal bölgedeki P3b bileşenine odaklanılmıştır. Çalışmada Sternberg paradigması kullanılarak sözel çalışma belleği performansı değerlendirilmiş ve yüksek bilişsel rezerve sahip kişilerde, artan görev yüküne rağmen, nöral aktivitedeki değişikliklerin daha az olduğu tespit edilmiş ve bu kişilerde bilgiyi işleme hızının bilişsel rezerv düzeyi ile ilişkili olarak daha yüksek olduğu raporlanmıştır. Bunun yanında, yaşam boyu müzisyenlik yapan kişilerde inhibitör kontrolün değerlendirildiği bir çalışmada (66), müzisyenlerin daha yüksek N2 bileşenlerine sahip oldukları ve müzisyen olmayan kişilerin posterior bölgelerde sergiledikleri P300 bileşenlerinin, müzisyenlerde frontal bölgelerde belirgin olarak gözlemlendiği raporlanmıştır. Bu bağlamda, sağlıklı bireylerden kaydedilen dinlenim durumu aktivitesine dair bulgular incelendiğinde, bilişsel rezerv ile ilişkili olarak oksipital bölgede delta frekans bandındaki akım kaynağı yoğunluğu (CSD) ve sağ hemisferde oksipital ve limbik bölgeler arasında beta frekans bandında gözlemlenen bağlantısallığın raporlandığı görülmektedir (67). Buna ek olarak, boş zaman aktivitelerinin özellikle posterior bölgede daha yüksek alfa (10-12.5 Hz) gücünü önemli ölçüde yordadığı gösterilmiştir (68).

4.2. Asimetrik Beyin

Beyin, sol ve sağ hemisferler olarak tanımladığımız iki ana yapıya sahiptir. Bu hemisferler komissür adı verilen sinir lifi yolları aracılığıyla dört ana noktadan birbirlerine bağlanmışlardır: korpus kallosum, ön komissür, hipokampal komissür ve intertalamik adezyon (9). Bu bağlantılar, çeşitli bilişsel ve duyuşsal süreçlerde hemisferler arası bilgi akışını sağlayabilmek açısından kritik öneme sahiptir. Beyin asimetrisi, fonksiyonel, yapısal ve bağlantısal olmak üzere üç temel kategoride incelenebilmektedir (69). Çeşitli patolojilerin varlığında bu asimetrisi değişim göstermekte, hatta biyobelirteç olarak kullanılabilirler (70). Bunun yanında, sağlıklı bireylerde de kişiden kişiye bir değişkenlik söz konusudur. Örneğin, toplumun genelinde gözlemlenen hemisferik asimetrisinin incelendiği bir

meta-analiz çalışmasında (71), hemisferik organizasyonun geleneksel olarak varsayıldığından daha değişken olduğuna değinilmiştir. Bu bağlamda, dil ve uzamsal dikkat gibi bilişsel işlevlerin lateralizasyonuna ait çeşitli kombinasyonlara yer verilmiş ve her örüntünün sağ ve sol el baskınlığında gözlenme yüzdesi raporlanmıştır. Dil işlevlerinin sol hemisferde ve uzamsal dikkatin sağ hemisferde lateralize olduğu örüntünün görülme sıklığı; sol elini baskın olarak kullanan kişilerde %64, sağ elini baskın olarak kullanan kişilerde ise %77 şeklinde belirtilmiştir.

4.2.1. Hemisferik Asimetrinin Nöral Temelleri

Paul Broca'nın, defalarca gözlemlendiği üzere sol inferior frontal girusun üçüncü kısmında meydana gelen lezyonun hastalarda konuşma üretiminde bozulmaya sebep olduğu bulgusu, 19.yüzyıla hakim olan, beynin holistik ve simetrik olduğu dogmasını sarsmıştır (7). Bu doğrultuda, sağ el baskınlığının odağında vücut periferindeki anatomik asimetriler varken dil işlevlerinde sol hemisferin baskın olduğu keşfi asimetri çalışmalarının odağını serebral perfüzyona çevirmiştir (72). Beynin asimetric yapısının gelişiminde genetik faktörler (73) ve hormonal değişimlerin (74) yanında, çevresel faktörlerin de etkili olduğu savunulmaktadır (75-77). Ayrık beyin hastaları ile yapılan çalışmalar (78) davranışlarda gözlemlenen asimetrinin nöral mekanizmalarına ilişkin bilgi sağlayan önemli bulguların kaynağı olmuştur. Bunların yanında, serebral kortikal asimetrilerin geniş bir veri setinde incelendiği bir çalışmada (79), hemisfer düzeyinde yüzey alanı açısından sağ hemisferin daha büyük olduğu bulunurken, kortikal kalınlık açısından değişiklik gösteren sonuçlara ulaşılmıştır. Kortikal kalınlık bakımından sol hemisfere yönelik asimetrinin frontal korteksin yanı sıra birincil duyuşal, üst parietal ve orta temporal kortekslerde öne çıkmakta olduğu raporlanmıştır. Öte yandan, sağ hemisfere yönelik asimetrinin temporal, parietal ve oksipital kortekslerin yan ve orta bölgeleri dahil olmak üzere, daha çok arka alanlarda belirginleşmekte olduğu tespit edilmiştir. Fonksiyonel asimetriler bağlamında, 20. yüzyılın sonuna doğru, beynin asimetrisinin uyarının

özelliklerine veya modalitesine bağlı olmadığı, hemisferlerin farklı bilgi işleme türlerinde uzmanlaşmış olmalarından kaynaklandığı görüşünün hakim olduğu görülmektedir (80). Bu anlayışa göre, asimetrinin temelini oluşturan unsurun, görevin gerektirdiği ve dolayısıyla kişinin seçtiği bilgi işleme türü olduğu öne sürülmüştür. Yapısal ve fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme yöntemlerinin kullanıldığı güncel bir çalışmada (81), literatürle tutarlı olarak dil ile ilişkili aktivasyonlarda perisylvian bölgede sol yönlü asimetri; uzamsal dikkat ile ilişkili olarak intraparietal sulkus boyunca dorsal görsel asosiyasyon ağında sağ yönlü asimetri bulunmuştur.

4.2.2. İnsanlarda Görme Nasıl Meydana Gelir?

İnsan görsel sisteminde, gözler hem sol hem de sağ görsel yarı alanlardan girdi almaktadır. Bu yarı alanlardaki görsel uyarıların bilgisi, konumları ve özelliklerine bağlı olarak retinadaki gangliyon ve fotoreseptör hücrelerinden başlayan karmaşık bir süreçle ilgili korteks bölgelerine iletilmektedir. Bu sürecin bir parçası olarak, cisimlerden yansıyan ışık, kornea tarafından bükülmekte ve göz bebeği olarak da adlandırılan irisin ortasından geçmektedir. İçeri giren ışık, mercek adı verilen ve kaslarla bağlantılı yapı tarafından göz içini dolduran jel benzeri vitröz hümör aracılığıyla odaklanmaktadır. Odaklanan ışık retinaya ulaşmakta ve fotoreseptör hücreleri tarafından elektriksel impulslara dönüştürülerek optik sinir aracılığıyla beyne iletilmektedir. Retina, merkezi kısmında yer alan ve en yüksek görsel netliğe sahip olan fovea santralis tarafından nazal retina ve temporal retina olmak üzere iki bölgeye ayrılmaktadır. Optik kiazmada gerçekleşen çaprazlama (dekusasyon) sırasında, her iki gözün nazal retina aksonları karşıt (kontralateral) hemisfere, temporal retina aksonları ise aynı taraftaki (ipsilateral) hemisfere iletilmektedir. Bu nedenle, sol gözün nazal retinası ve sağ gözün temporal retinası sağ görsel yarı alanın algılanmasında rol oynarken, sağ gözün nazal retinası ve sol gözün temporal retinası sol görsel yarı alanın algılanmasında rol oynamaktadır. Görsel yarı alan çalışmalarında, görsel sistemin bu mekanizması hedeflenmekte, uyaran sunumunun süresi manipüle edilerek

duyusal uyarının işlenmesinde hemisferler arası transferin önüne geçilmektedir (82). Bu yöntem takistoskopik sunum olarak adlandırılmaktadır. Metot kısmında (5.3.1. Sternberg Paradigması) detaylı bir şekilde açıklanmıştır.

4.3. Çalışma Belleği ve Nöral Mekanizmaları

Çalışma belleği, bilgiyi kısa süreliğine depolayıp işleyerek anlık bilişsel görevleri yerine getirme yeteneği olarak tanımlanmaktadır (83). Bu süreç kavramsal açıdan değerlendirildiğinde, üç ana mekanizma öne çıkmaktadır: uyarana ait bilginin çalışma belleğine yüklenmesi (kodlama), hafıza izinin prova edilerek sürdürülmesi (depolama) ve sonuçta hedefe yönelik bir eylemi gerçekleştirmek için depolanan bilginin kullanılması (geri çağırma). Literatürdeki çalışma belleğine ilişkin nörobilişsel modeller arasında farklılıklar mevcuttur (84-86), ancak hepsi, çalışma belleğindeki bilginin korunabilmesi için kodlama, depolama ve geri getirme aşamalarının başarılı bir şekilde işlenmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

Kodlama, bellek işlenmesinde algılama ve öğrenmenin ilk deneyiminin gerçekleştiği süreç olarak tanımlanmaktadır. Bu yüzden, belleğin nörobiyolojik izinin (engram) oluşumunda da oldukça önemli mekanizmaları barındıran bir aşamadır. Engram teorisi, bir deneyimin sinir sisteminde sebep olduğu bazı fiziksel değişiklikler aracılığıyla bilginin kodlandığını ve bazı nöronların içsel uyarılabilirlikleri ile bağlantılı olarak bu süreçte aktif rol alma eğiliminde olabileceklerini öne sürmektedir (87). Bu noktada, parvalbumin pozitif inhibitör internöronlarının, bir belleğin oluşumunda meydana gelen nöral topluluklara hangi piramidal nöronların katılacağını belirlemede kritik bir etkiye sahip oldukları düşünülmektedir (88). Bu inhibitör nöron sınıfının, teta ve gama osilasyonlarını üreten nöral ağların kontrolünü sağladığına yönelik bulgular (89, 90), bu osilasyonların bellek oluşumundaki rolünün aydınlatılmasına katkı sağlamıştır.

Kodlama aşaması, nöral ağların esnekliği ve kapasitesine ek olarak, bu ağların verimli kullanımdan da etkilenebilecek bir mekanizmadır (91). Öyle ki, Stern ve meslektaşlarının gençler ve yaşlıları bilişsel rezerv düzeylerine göre sözel

ve görsel Sternberg görevlerini kullanarak karşılaştırdıkları bir çalışmada (65), her iki grupta da gözlemlenen bilişsel rezerve ilişkin aktivasyon örüntüsünün kodlama aşamasında gözlemlendiği raporlanmıştır. Bu doğrultuda, bu çalışmada da bilişsel rezerv düzeyi ile ilişkili olarak incelenen süreç uyaran sunumunun yapıldığı kodlama aşaması olmuştur.

4.3.1. Sözel Çalışma Belleğinin Nöral Organizasyonu

Harfler, kelimeler ve sayılar gibi sözel bir şekilde ifadesi mümkün olan bilginin geçici olarak depolandığı çalışma belleği sürecini ifade etmektedir. Literatürde, sözel çalışma belleği sürecinde rol oynayan nöral mekanizmaları anlayabilmek için n-geri ve gecikmeli öge tanıma gibi görevler kullanılarak yapılan birçok çalışma mevcuttur. Elde edilen bulgular ışığında, parietal korteks (92), frontal-parietal-serebellar ağ (93) ve özellikle inferior serebellumun aktivitesi (94) sözel çalışma belleği süreçleri ile ilişkilendirilmektedir. Hemisferik asimetri bağlamında ise bu görev esnasındaki aktivitede sol hemisferin baskın olduğuna ilişkin kuvvetli bulgular mevcuttur (86, 95). Elektrofizyolojik bulgular incelendiğinde ise özellikle frontal orta hatta artan teta güç değerleri öne çıkmaktadır (96-102).

4.3.2. Görsel-Uzamsal Çalışma Belleğinin Nöral Organizasyonu

Görsel-uzamsal çalışma belleği görevi, temel olarak, sunulan uyaranların lokasyonlarına ilişkin bilginin geçici olarak depolanması ve manipüle edilebilmesi becerilerini ölçmektedir. Görsel-uzamsal dikkat nöroanatomik bağlamda sağ hemisferin baskın olduğu bir beceri olarak bilinmektedir ve dolayısıyla, bu becerinin aktif olduğu görevlerde sol görsel alana yatkınlık sıklıkla görülmektedir (9). Görsel-uzamsal çalışma belleğinin nöral ilintilerinin araştırıldığı görüntüleme çalışmalarından birinde, sol ve sağ hemisfer baskınlıklarının gençlerde daha az belirgin olduğu rapor edilmiştir. Genç katılımcılarda bu görev esnasında bilateral aktivasyon görülürken, yaş ilerledikçe daha belirgin asimetrinin gözlemlendiği vurgulanmıştır (103). Elektrofizyolojik bulgular incelendiğinde, görsel-uzamsal

çalışma belleği süreçlerine ilişkin olarak çoğunlukla teta (104) ve alfa bandındaki yanıtlarda artışın bulunduğu görülmektedir (105-110). Özellikle, görsel algıdaki rollerinden kaynaklı olarak alfa osilasyonlarına ilişkin çeşitli bulgular sunulmaktadır. Bu doğrultuda, prefrontal ve parietal bölgelerin uzamsal belleğe katkılarının (111) yanı sıra, alfa osilasyonlarının inhibisyon sürecindeki rolünün de görev performansını artırıcı etkiye sahip olduğu görülmektedir. Örneğin, görsel çalışma belleği görevinde beyin arka bölgesindeki asimetric alfa (8-10 Hz) güç yanıtlarının, dikkat dağıtıcı uyarıların baskılanması için gerçekleştirilen aktif inhibisyonu yansıttığı raporlanmıştır. Bu durum, hedef uyarılarla dikkat dağıtıcı uyarılar arasında oluşabilecek rekabetin engellenmiş olduğu ve bu sayede, çalışma belleği kapasitesinin meşgul edilmediği şeklinde açıklanmıştır (17).

4.5. Elektroensefalografi (EEG)

Sinir sisteminin en temel işlevsel birimi olan nöronlar birbirleri ile birtakım elektriksel ve kimyasal olaylar aracılığıyla iletişim kurmaktadır. Yüklü parçacıklar tarafından yönlendirilen elektriksel sinyaller nöronun bir ucundan diğer ucuna hızlı bir iletim olmasını sağlamaktadırlar. Nöronlar arasındaki iletişim ise nanometre mesafesinde olan ve sinaptik boşluk olarak adlandırılan kısımlarda gerçekleşmektedir. Presinaptik nöronun transmembran potansiyelindeki değişimin ardından gerçekleşen aksiyon potansiyeli ile elektriksel sinyaller akson uçlarına ulaşmaktadır. Sinyalinin ulaşması ile sinaptik keseler içlerinde buldukları nörotransmitter olarak adlandırılan kimyasal habercileri ekzositoz aracılığıyla sinaptik boşluğa bırakmaktadır. Salınan nörotransmitterler postsinaptik nöronun membranında sebep oldukları iyon akışına göre uyarıcı (eksitatör) ya da baskılayıcı (inhibitor) postsinaptik potansiyelleri oluşturmaktadırlar. Elektroensefalografi (EEG) ise nöronların birbirleriyle iletişimleri neticesinde açığa çıkan bu eksitatör (EPSP) ve inhibitor post sinaptik potansiyellerin (IPSP) toplu bir şekilde kaydedildiği yüksek zamansal çözünürlüğe sahip bir nörogörüntüleme yöntemidir. EEG sinyalleri frekans, güç ve faz gibi temel bileşenlere sahiptir (112). Frekans, osilasyonun saniyedeki döngü sayısını

belirtirken; güç, genliğin karesi şeklinde hesaplanmakta ve belirli bir frekans bandındaki enerji miktarını ifade etmektedir. Faz, 0 ile 2π arasında değişen açı değerlerine sahiptir ve sinyalin herhangi bir zamandaki konumunu belirtmektedir. Bu özellikler, çeşitli analiz yöntemlerinin odağında yer almakta ve EEG sinyallerin sınıflandırılmasında önemli rol oynamaktadırlar.

4.5.1. Spontane EEG Beyin Osilasyonları

Spontane EEG aktivitesi, beynin dinlenme durumundaki halini ifade etmektedir. Bu durum, kişiye hiçbir görev verilmeden kendi haline bırakılması ile sağlanmakta olup, beynin varsayılan mod ağına ait aktivitesini yansıtmaktadır (113). İnsanlarda ilk EEG kaydı 1929 yılında Hans Berger tarafından gerçekleştirilmiştir (114). Berger bu sayede beyin dinlenme durumundayken kaydedilen spontane EEG aktivitesinde açığa çıkan alfa osilasyonlarını literatüre kazandırmıştır (115). EEG sinyalleri doğrusal ve durağan olmayan kaotik bir yapıya sahip biyolojik sinyaller olarak tanımlanmaktadırlar (112). Farklı duyuşal ve bilişsel süreçleri anlama ihtiyacı, bu süreçlerin izole bir şekilde gözlemlenebilmesini sağlayacak deney tasarımlarının oluşturulmasına ve bu süreçler sırasında kaydedilen EEG sinyallerinin özelliklerini incelemek için çeşitli analiz yöntemlerinin geliştirilmesine yol açmıştır. Bu doğrultuda, dinlenme durumunda alınan spontane EEG kayıtlarının yanı sıra, olaya ilişkin (uyaran sunumunun yapıldığı sıfır noktasının belirlenebildiği) ve göreve ilişkin (uyaranın başlangıç ve bitiş noktalarının belirli olmadığı görev sırasında kaydedilen) kayıtları içeren çalışmalar da gün geçtikçe artış göstermektedir.

4.5.2. Olaya İlişkin Potansiyeller

EEG yönteminin kullanılmaya başlanmasından bu yana literatürdeki çalışmaların önemli bir kısmı Olaya İlişkin Potansiyelleri (OİP) incelemektedir. Olaya ilişkin potansiyeller sunulan uyarana zaman kilitli olarak açığa çıkan ve duyuşal, motor veya bilişsel süreçlerin nöral ilintileri olarak yorumlanmakta olan EEG beyin yanıtlarıdır. Uyarın sunumu sonrasındaki erken dönemde tepe

noktasına ulaşan duyusal OİP'ler ve bilginin işlenmesi sürecini de yansıttığı düşünülen, daha geç zaman pencerelerinde zirveye ulaşan bilişsel OİP'ler olarak kabaca iki kategoride değerlendirilebilmektedirler (116).

Literatürdeki çalışmaların önemli bir kısmının odağında yer alan P300 bileşeni, özellikle çalışma belleği gibi yüksek zihinsel süreçler bağlamında incelenmekte olup, bilişsel rezerv ile ilişkili çalışmalarda da araştırılmaktadır. Frontal dikkat mekanizmalarının yukarıdan aşağı kontrolündeki değişikliklere bağlı olarak farklı türde P300 potansiyellerinin açığa çıktığı vurgulanmakta ve bu varyantlar genel olarak P3a ve P3b olarak sınıflandırılmaktadırlar (117). Bunun yanında, beynin osilatuar dinamiklerini araştıran çalışmalarda (118-122) P300 bileşeninin ortaya çıktığı bilişsel süreçler incelenmiş olup, dijital filtrelemeler ve ileri analiz teknikleri kullanarak P300 yanıtlarının ağırlıklı olarak delta ve teta osilasyonları tarafından oluşturulduğu sonucuna varılmıştır.

4.5.3. Olaya İlişkin Osilasyonlar

Olaya ilişkin osilasyonlar (OİO) da olaya ilişkin potansiyeller ile benzer şekilde duyusal, motor veya bilişsel süreçler esnasında açığa çıkan beyin yanıtlarıdır. Olaya ilişkin osilasyonların, olaya ilişkin potansiyellerden başlıca farkı şu şekilde belirtilebilmektedir: olaya ilişkin osilasyonlar, bir uyarana yanıt olarak farklı frekans bantlarında salınan beyin dalgalarının üst üste binmesiyle oluşmaktadır. Başka bir deyişle, osilasyonlar, belirli bir olayın neden olduğu faz kilitli olan ve olmayan beyin salınımlarını barındırmaktadır. Kullanılan çeşitli analiz yöntemleri sayesinde, bu yanıtların frekans bileşenlerinin güç ve faz özelliklerinin milisaniye düzeyindeki değişimleri hakkında bilgi vermektedir.

4.5.3.1. Delta

Delta yanıtları, genellikle 0.5-3.5 Hz aralığında salınım gösteren osilasyonları kapsayacak şekilde sınıflandırılmaktadır. Piramidal nöronların uzun süreli hiperpolarizasyonu, glial ve talamokortikal hücreler delta osilasyonlarının nöral üreticileri olarak kabul edilmektedir ve bu osilasyonlar, frontal korteks,

singulat korteks (123), nukleus akumbens (124) ve ventral tegmental bölge gibi kortikal yapılardan kayıt edilebilmektedir (125). Literatürde, hedef (nadir) uyarıyı ayırt etme (126), tepki verilmemesi gereken no-go uyarıların arasında tepki verilmesi gereken go uyarıların tespit etme (127), duygusal işleme (128) ve çalışma belleği (18) gibi süreçlerin yanı sıra bilişsel bozulmanın biyobelirteci olarak da karşımıza çıkmaktadır. Alzheimer hastalığı (129-131), şizofreni (132) ve bipolar bozukluk (133) gibi hastalıklarda bu frekans bandındaki güç ve faz kilitlenmesi değerlerinde belirgin azalma olduğu bulgularına sıklıkla rastlanmaktadır.

4.5.3.2. Teta

İlk olarak 1938 yılında tavşan hipokampusünden, hem spontan hem de acı ile ilişkili uyarılara yanıt olarak açığa çıkan osilasyonlar olarak kaydedilmişlerdir (134). Bu frekans bandındaki osilasyonların bellek süreçleriyle ilk kez ilişkilendirilmesi, farelerin elektrokonvülsif şok uygulamasından yarım saat sonra bu uygulamayı hatırladıkları esnada 4-9 Hz bandında bir aktivitenin açığa çıkması ile olmuştur (135). Bunun yanında, teta osilasyonları medial temporal lobdaki hipokampal hücrelerde aktif keşif esnasında gözlemlenmiş ve bu doğrultuda uzamsal navigasyon ve hareket ile ilişkilendirilmiştir (136).

Teta ritminin bellek süreçlerindeki rolüne ilişkin iki model sunulmuştur: Hasselmo ve meslektaşları tarafından öne sürülen (137, 138), kodlama ve geri çağırma için farklı fazlar (SPEAR) modeli ve Buzsáki'nin temporal kodlama modeli (139). SPEAR modeli, hipokampusün CA1 bölgesindeki teta ritminin farklı fazlarının, entorinal korteksten veya CA3 bölgesinden gelen girdileri işlemeye öncelik tanıyan bir yatkınlığa sahip olduğunu savunmaktadır. Öte yandan, Buzsáki'nin temporal kodlama modeli, teta ritminin, uyarılar arasında zamansal ilişkiler kurmada kritik olduğunu öne sürmektedir. Bu model, konum hücrelerinin (place cells) ateşleme zamanlaması aracılığıyla teta ritminin döngüsü içerisinde, organizmanın ziyaret ettiği konumları sıkıştırarak kodladığını ve mekansal belleğin bu şekilde depolandığını savunmaktadır. Bunlara ek olarak,

öge-bağlam çiftlerinin kodlanma aşamasında (140) ve çalışma belleği görevinde (141) frontal ve parietal bölgelerde artan teta faz kilitlemesi bu osilasyonların bellek süreçlerindeki rolünü destekler niteliktedir.

4.5.3.3. Alfa

Alfa bandındaki osilasyonların beynin dominant ritmini oluşturmasının yanında, dikkat ve inhibisyonla ilişkili süreçlerde önemli role sahip olduğu bilinmektedir (142). Bunun yanında, algı (143) ve görsel işleme (144) ile ilgili birçok temel süreçle ilişkilendirilmektedir. Bu osilasyonların senkronizasyonunun kortikal inhibisyona işaret ettiği, desenkronizasyonunun ise kortikal uyarılabilirliğe işaret ettiği öne sürülmektedir (145). Klimesch, derleme makalesinde (99), görev zorluğu arttıkça teta senkronizasyonunun arttığını; alfanın ise desenkronize olduğunu ve bu osilasyonların bu anlamda zıt yönlerde yanıt verdiklerini belirtmiştir. Bunların yanında, alfa yanıtının uzamsal dikkat süreçlerinde hemisferik lateralizasyon gösterdiği bulguları da öne çıkmaktadır (146). Bu doğrultuda, odaklanması istenen görsel alana dair ipucu verilen bir görevde, hedef görsel alanın karşıt hemisferinde alfa aktivitesi azalırken, ipsilateral hemisferdeki alfa aktivitesinin arttığı gözlemlenmiştir. Öte yandan, alfa aktivitesinin yukarıdan aşağı mekanizma ile dikkat dağıtıcı uyaranların baskılanmasındaki rolüne ilişkin bulgular, alfa gücündeki artışı dikkat dağıtıcı uyaranın görsel bilgisine ait akışın inhibisyonu olarak yorumlamaktadır (Jensen, 2024).

5. MATERYAL VE METOT

5.1. Örneklem

Araştırmaya gönüllülük esasına dayalı olarak katılım sağlanmıştır. Veri toplama süreci, İstanbul Medipol Üniversitesi Kognitif Sinirbilim ve EEG Laboratuvarı ile Medical School Hamburg bünyesindeki EEG laboratuvarında gerçekleşmiştir. Örneklem, Türk (20K – 13E) ve Alman (14K – 4E) katılımcıları içermektedir. Tüm katılımcılara çalışma ile ilgili bilgilendirme yapılmış ve gönüllü onam formu imzalatılmıştır. Çalışmaya toplamda 18-35 yaş aralığında 51 katılımcı (34K – 17E) dahil edilmiştir. Herhangi bir nörolojik veya psikiyatrik tanısı bulunmamak koşulunun sağlanması için potansiyel katılımcılara Uluslararası Hastalık Sınıflandırılması (ICD-10) Semptom Değerlendirme Ölçeği uygulanmış, toplam skoru 1 puandan düşük olan kişiler laboratuvara davet edilmiştir. Dışlama ölçütleri ise şu şekildedir: çalışma prosedürü tamamlanmadan katılımcının çalışmadan ayrılması, yeterli düzeyde uyaran sunumunu engelleyecek ölçüde görme problemine sahip olmak, alkol veya madde bağımlılığı öyküsünün bulunması, uzun süreli etkileri olan inme veya diğer santral sinir sistemi hastalıkları ve travmatik beyin hasarı öyküsünün bulunması, psikiyatrik hastalık öyküsü olması veya düzenli bir şekilde psikotrop ilaç kullanıyor olmak.

5.2. Kullanılan Ölçekler

5.2.1. Uluslararası Hastalık Sınıflandırılması (UHS-10) Semptom Değerlendirme Ölçeği

Uluslararası hastalık sınıflandırmasının (UHS) onuncu versiyonuna uygun bir şekilde tasarlanan, hastaların kendi psikolojik şikayetlerini değerlendirebildiği ve şiddetini belirtebildiği kapsamlı bir ankettir. Çalışma kapsamında, Türk katılımcılardan alınan veriler için geçerlilik ve güvenilirliği yapılmış olan Türkçe versiyonu (148) kullanılmıştır. Alman katılımcılar için de geçerliliği güvenilirliği yapılmış olan Almanca versiyonu (149) kullanılmıştır. Ölçek puanı hesaplanırken, öncelikle her bir alt alandaki puanların ortalamaları alınmıştır. Ardından her bir alt alan ortalaması toplanıp (ek öğelerin puan ortalaması iki kere dahil edilir) yediye

bölünmüş ve elde edilen değer kişilerin toplam puanı olarak kaydedilmiştir. Çalışma kapsamında belirlenen sağlıklı olma kriteri dolayısıyla toplam puanı bir puanın altında olan katılımcılarla iletişime geçilmiş ve deneye katılabilmeleri için laboratuvara davet edilmişlerdir.

Formül 1.

$$\text{UHS-10 Semptom Değerlendirme Ölçeği Toplam Puanı} = (\text{Depresyon ort. puan} + \text{Anksiyete ort. puan} + \text{kompulsif ort. puan} + \text{Somatoform sendromu ort. puan} + \text{Yeme bozukluğu ort. puan} + \text{Ek maddeler ort. puan} + \text{Ek maddeler ort. puan}) / 7$$

5.2.2. Edinburgh El Tercih Ölçeği

Katılımcıların el baskınlıklarını belirlemek amacıyla Edinburgh El Tercih ölçeği (150) kullanılmıştır. Ölçek, toplam on maddeden oluşmakta; kişilerin günlük yaşamdaki çeşitli aktiviteler esnasındaki el kullanımını değerlendirmektedir. Bireylerden, her bir aktiviteyi yaparken kendilerini düşünmeleri ve bu aktiviteleri yaparken genellikle hangi eli tercih ettiklerini belirtmeleri istenmektedir. Baskınlık düzeyinin belirlenmesindeki kıstaslar kişilerin tercih ettikleri eli zorunda kalmadıkça diğer eli kullanmamak üzere tercih edip etmedikleri veya bahsi geçen aktivitede hangi eli kullandıklarının fark edip etmediği şeklindedir. El tercihinin kesin olduğu durumlarda tercih edilen sütun iki kez işaretlenir (✓✓). Bunun yanında, gerçekleştirilen aktivite esnasında hangi elin kullanıldığı fark etmiyorsa her iki sütuna da artı konulur (✓|✓). (Sağ el tercih edilen madde sayısı- Sol el tercih edilen madde sayısı) / (Sağ el tercih edilen madde sayısı+ Sol el tercih edilen madde sayısı) X 100 formülü aracılığıyla lateralizasyon katsayısı (laterality coefficient) olarak da ifade edilen toplam bir puan elde edilir. Bu puan 40'tan düşük olması kişinin sol elini baskın olarak tercih ettiğini; puan -40 ile +40 arasında olması kişinin bahsi geçen aktiviteler esnasında hangi elini kullandığının önemli olmadığını; +40'tan yüksek olması ise kişinin sağ elini

baskın olarak tercih ettiğini göstermektedir. Ölçeğin geçerlilik ve güvenilirlik çalışmaları yapılmıştır. Bu ölçeğin kullanımı, el baskınlığındaki kişisel farklılıkların görev esnasında kaydedilen EEG beyin aktivitesindeki hemisferik asimetri düzeyi üzerindeki olası etkilerinin kontrol edilebilmesine olanak sağlamıştır.

Formül 2.

$$\text{Lateralizasyon Katsayısı} = (\text{Sağ} - \text{Sol}) / (\text{Sağ} + \text{Sol}) * 100$$

5.2.3. Waterloo Ayak Tercih Ölçeği

Katılımcıların ayak baskınlıklarını belirlemek amacıyla Waterloo Ayak Tercih ölçeği (151) kullanılmıştır. Ölçek toplam on maddeden oluşmakta, her biri günlük yaşamda yapılması muhtemel hareketleri anlatmaktadır. Kişilerden bu hareketleri hangi ayaklarını kullanarak en iyi şekilde yapabileceklerini belirtmeleri istenmektedir. Hareket gerçekleştirilirken daima bir ayak tercih ediliyorsa, Dsol (daima sol) veya Dsağ (daima sağ) seçeneklerinden birinin işaretlenmesi istenmektedir. Bunun yanında, genellikle bir ayağın kullanıldığı durumlarda, kişilerden Gsol (genellikle sol) veya Gsağ (genellikle sağ) seçeneklerinden birini işaretlemeleri beklenmektedir. Ölçeğin 1, 3, 5, 7, ve 9. maddeleri bir nesnenin manipülasyonu sırasında baskın olarak tercih edilen ayağı sorgularken; 2, 4, 6, 8 ve 10. maddeler duruş desteği sağlarken baskın olarak tercih edilen ayağı sorgulamaktadır. Her bir madde -2 (Dsol) ve +2 (Dsağ) arasında puanlanmaktadır. Toplam puanı -7 ve -20 arasında olan kişiler sol ayağını baskın olarak tercih eden; -6 ve +6 arasında puan alan kişiler, ayak tercihinde bir baskınlık olmayan; +7 ve +20 arasında olan kişiler ise sağ ayağını baskın olarak tercih eden kişiler olarak sınıflandırılmaktadır.

5.2.4. Bilişsel Rezerv İndeksi Anketi (BRİa)

Katılımcıların bilişsel rezerv düzeylerinin belirlenebilmesi için Bilişsel rezerv indeksi anketi (BRİa) kullanılmıştır (152). BRİa yarı yapılandırılmış bir görüşme vasıtasıyla uygulanmaktadır. Ağırlıklı olarak kişilerin yetişkinlik dönemleri esas alınarak derlenen bilgileri içermektedir. Yaakov Stern tarafından bilişsel rezerv teorisi kapsamında (2) önemi vurgulanan belli yaşam tarzı aktivitelerine ilişkin detaylar kaydedilmektedir. Anket demografik bilgilerin sorulduğu bir giriş kısmından ve 3 ana bölümden (BRİ- Eğitim, BRİ-Çalışma Etkinliği, BRİ- Boş Zaman) oluşmaktadır. BRİ-Eğitim kısmında kişinin hayatı boyunca almış olduğu eğitimin kapsamı sorgulanmaktadır. Başarılı bir şekilde tamamlanan her yıl 1 puan, tekrar etmeye mecbur kalınan her yıl 0,5 puan değerindedir. Eğitim verilmesi amaçlanan kurslara katılım da en az 6 ay sürmüş olması halinde bu kısımda hesaplanır ancak kritik koşul bir eğiticinin var olmasıdır. BRİ- Çalışma Etkinliği bölümünde yalnızca en az bir yıl sürmüş olan ve ücret karşılığı icra edilen çalışmalar kastedilmektedir. Kişinin maruz kaldığı bilişsel girdi ve işin gerektirdiği sorumluluk seviyesine göre meşgul olunan işler beş farklı istihdam kategorisinde değerlendirilmektedir. Eş zamanlı gerçekleştirilen işler (düzenli ve en az bir yıllık süre zarfında yapılagelen paralel işler) birinci ve ikinci iş olarak belirtilebilmekte, bu işler aynı kategoride ise icra edilen yıllar toplanarak hesaplanmaktadır. Yıl hesabı, en yakın 5 yıllık döneme yuvarlanarak yapılmaktadır. BRİ- Boş Zaman kısmında değerlendirilen aktiviteler her zaman eğlence amacıyla yapılan faaliyetler değildirler. Faaliyetler, sinema veya konserlere gitmek gibi eğlence amaçlı aktiviteleri içerirken, uzun yolculuklarda bulunma ve banka hesabı yönetme gibi aktiviteleri kapsamaktadır. Bu kısımda faaliyetler gerçekleştirilme sıklıklarına (haftalık, aylık, yıllık ve sabit) göre sınıflandırılmış ve kişiler bu doğrultuda sorgulanmıştır. Bireylerden, bahsi geçen faaliyetleri yapma sıklıklarını 18 yaşından sonraki yaşamlarını göz önünde bulundurarak belirtmeleri istenmiştir. Genellikle/her zaman ifadesinin işaretlendiği durumlarda, bahsedilen aktivitenin kaç yıldır (18 yaşından sonra) belirtilen sıklıkta gerçekleştiği sorgulanmıştır. Sabit sıklıktaki aktivitelerde (evcil

hayvan bakımı, çocuk bakımı vb.) ise bu şekilde sıklığa bakılmamakta, aktivitenin kaç yıl devam etmiş veya ediyor olduğu dikkate alınmaktadır. Çalışma kapsamında elde edilen BRİa verileri, Nucci ve meslektaşları tarafından geliştirilen ve açık erişime sunulan otomatik hesaplama dosyası kullanılarak yapılmıştır. Bu dosyada yapılan hesaplamalar, yaş etkisini ortadan kaldırmak için ham BRİa toplam skorlarının standardize edilerek dönüştürülmesiyle yapılmakta ve böylece farklı yaş gruplarının karşılaştırılmasına olanak sağlamaktadır.

5.3.Deney Dizaynı ve Paradigmalar

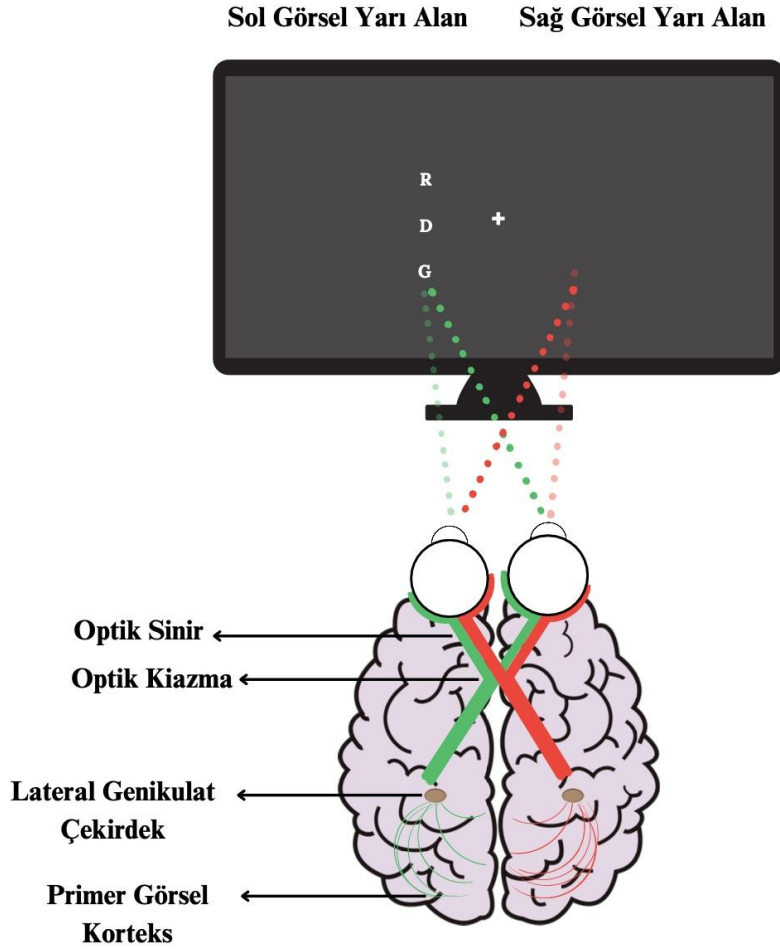
Gönüllü olduğunu belirten kişilere ulaşılmış ve çalışmanın sağlıklı olma ön koşulunu sağlıyor olup olmadıklarını kontrol etmek amacıyla Uluslararası Hastalık Sınıflandırılması (UHS-10) Semptom Değerlendirme Ölçeği bir çevrimiçi bağlantı aracılığıyla kendilerine gönderilmiştir. Ölçek toplam puanı birden düşük olan kişiler çalışmaya katılmaları için laboratuvara davet edilmiştir. Çalışma, tekrarlanan ölçümler desenine (denek-İçi desen) sahiptir. Dolayısıyla, katılımcıların tamamı çalışmadaki tüm görevleri yapmıştır.

5.3.1. Sternberg Paradigması

Çalışmadaki görevler, Sternberg paradigmasının (153) belirli özelliklerinin değiştirilmesi ile oluşturulmuştur. Paradigmaların tasarımı ve sunumu PsychoPy açık erişim yazılım paketi (<http://www.psychopy.org>) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu paradigmanın tercih edilmesinin nedeni, kodlama, depolama ve geri çağırma gibi bellek süreçlerinin izole bir şekilde incelenmesine imkan tanınmasıdır. Her katılımcıya hem sözel hem de görsel-uzamsal çalışma belleği görevlerinin sunulmuş olması sol ve sağ hemisferlerin baskın olduğu görevlerdeki performansların ve görevler esnasında kaydedilen EEG yanıtlarının karşılaştırılmak istenmiş olmasından kaynaklanmaktadır.

Literatürde Sternberg paradigmasına ait 4 temel aşama mevcuttur: bellek setinin sunumu, bellek seti öğelerinin kısa süreli hafızada depolandığı gecikme dönemi ('delay period'), bellek setinde var olup olmadığı sorgulanan prob

uyaranının sunumu ('probe stimulus') ve yanıt kısmı. Bu aşamaların süreleri paradigmanın kullanıldığı çalışmaların hedeflerine yönelik farklılıklar gösterebilmektedir (154). Keza bu çalışmada da hipotezler doğrultusunda bellek setinin sunulduğu süre değiştirilmiştir. Detaylandırmak gerekirse, çalışma, sözel ve görsel-uzamsal çalışma belleği süreçlerinin lateralizasyonunu incelemeyi amaçlamıştır. Bu kapsamda, görsel girdinin iletildiği liflerin izole bir şekilde kontralateral hemisfere ulaştığı, dolayısıyla girdinin ilgili bilişsel süreçte baskın olan ve olmayan hemisfere ulaştığı durumları karşılaştırmaya olanak sağlayan bir düzenek oluşturulmuştur. Bu durum, literatürdeki görsel yarı alan çalışmalarında da sıklıkla kullanılan takistoskopik uyaran sunumu ile sağlanmıştır (9). Takistoskop, Alman nörofizyolog Alfred Wilhelm Volkmann tarafından geliştirilmiş ve milisaniyeler düzeyinde zamanlama hassasiyeti ile görsel uyarıların sunulabildiği bir cihazdır (155). Takistoskopik sunum ise görsel uyarıların 200 milisaniyenin altında sunulmasını ifade etmektedir. Bu yöntemle, ekranın merkezine odaklanıldığında sol veya sağ görsel yarı alanda sunulan uyarıya bakmak için gerçekleştirilebilecek sakkadik göz hareketi tamamlanmadan uyaran sunumu sonlandırılmaktadır. Bu nedenle, uyarıya ait görsel girdi uyarıların sunulduğu konum itibarıyla yalnızca nazal retinaya ulaşmakta ve görsel girdinin, uyarının sunulduğu yarı alanın karşıtındaki hemisfere iletilmesi sağlanmaktadır.



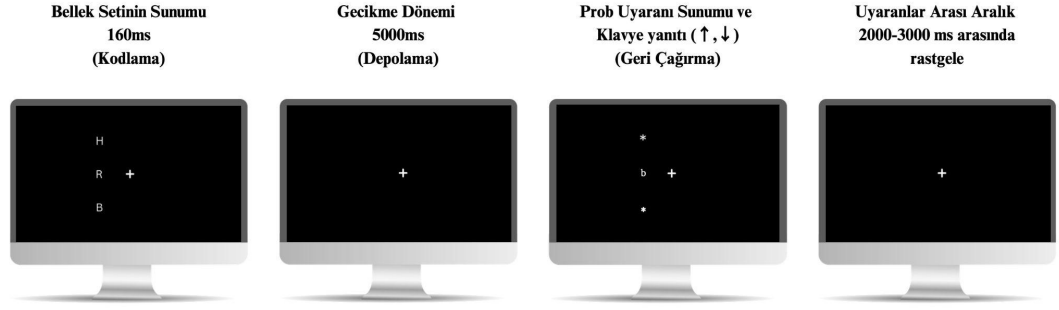
Şekil 5.3.1. Sternberg paradigması ve görsel yolların temsili gösterimi

Çalışma kapsamında uyarıların konumları ve büyüklükleri görsel açı dereceleri hesaplanarak belirlenmiştir. Uyarılar, ekranın sağ veya sol görsel alanında, merkezdeki fiksasyon artısından 3 derece (3°) uzaklıkta rastgele belirlenmiş konumlarda 160 milisaniye boyunca sunulmuştur. Katılımcıların olabildiğince ekranın merkezine odaklanmalarını sağlamak adına deney boyunca ekranın merkezindeki fiksasyon artısı sabit kalmıştır. Bellek setinin sunulduğu aşamada uyarıların ekranda kalma süresi 160 ms olarak belirlenmiştir. Ardından, fiksasyon artısının bulunduğu ekran 5000 ms boyunca gösterilmiş, bu aşama ile kişilerin sunulan bellek setindeki uyarıların hafızalarında tuttukları gecikme dönemi sağlanmıştır. Kişilere, ilgili bellek setinde yer alan prob uyarıların

sunulduğunda yukarı ok tuşuna; bellek setinde yer almayan prob uyarıları sunulduğunda ise aşağı ok tuşuna basmaları gerektiği yönünde bilgi verilmiştir. Klavye yanıtından sonra, uyarılar arasındaki süre 2-3 saniye arasında rastgele değişecek şekilde ayarlanmıştır. Bu süre boyunca, sadece fiksasyon artışı beliren bir ekran sunulmuştur. Bu aşama ile birlikte görevin bir denemesi tamamlanmakta ve aynı döngü her bir paradigma için 60 kez tekrarlanmaktadır. Her bir görevde, 30 uyarı sol görsel yarı alanda, kalan 30 uyarı ise ekranın sağ görsel yarı alanında sunulmaktadır. Sol ve sağ tarafta, rastgele bir sıra ile sunulan bellek setlerini izleyen 15 uyumlu (bellek setinde yer alan) ve 15 uyumsuz (bellek setinde yer almayan) prob uyarıları bulunmaktadır. Bellek setinin sunulduğu kodlama aşamasında ve prob uyarısının sunulduğu geri çağırma aşamasında, uyarının belirmediği noktalarda bir yer tutucu olarak yıldız işareti (*) kullanılmıştır. Yer tutucu işaretlerin kullanımı, birli ve üçlü bellek seti koşullarını görsel girdi açısından olabildiğince benzer tutmak amacıyla yapılmıştır. Görevler, 1'li ve 3'lü olmak üzere iki zorluk seviyesine sahiptir.

5.3.1.1. Sözel Sternberg Paradigması

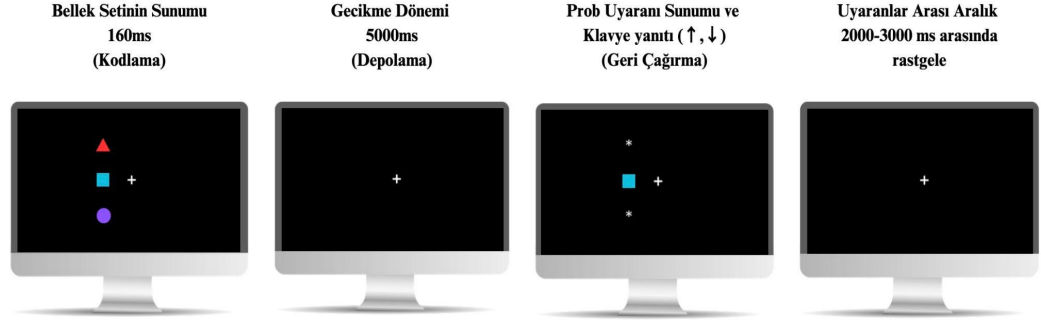
Sözel çalışma belleğine ilişkin süreçlerin incelenmesi amacıyla literatürde sıklıkla kullanılan sözel Sternberg paradigması tercih edilmiş, ancak bahsedildiği üzere uyarıların sunum süresi ve konumları açısından bazı değişiklikler yapılmıştır. Speer ve Soldan'ın 2015'teki çalışmasında (6) yaptığı açıklama doğrultusunda, bu çalışmada da kişilerin bellek setinde sunulan harflerin şeklini akıllarında tutarak cevap vermesini önlemek ve yalnızca harflerin fonolojik/pre-leksikal temsiline dayanarak cevap vermelerini sağlamak amacıyla, bellek setinde sunulan harf uyarıları büyük harfli, prob uyarıları ise küçük harfli olarak sunulmuştur. Uyarılar seçilirken olabildiğince büyük ve küçük harfli hallerinin benzememesine özen gösterilmiştir. Bunlara ek olarak, örneklemin iki farklı milletten katılımcıları barındırdığı göz önünde bulundurularak, uyarılar hem Türk hem de Alman alfabesinde kullanılan harflerden seçilmiştir (B, D, G, H, R).



Şekil 5.3.2. Üçlü sözel Sternberg paradigması, sol görsel yarı alanda sunulan uyumlu prob uyaranı koşulu görsel temsili

5.3.1.2. Görsel-Uzamsal Sternberg Paradigması

Görsel-uzamsal çalışma belleği süreçlerini inceleyebilmek için Sternberg paradigması modeli görsel-uzamsal çalışma belleği performansını ölçmeye yönelik düzenlenmiştir. Görsel-uzamsal Sternberg paradigmasında, sözel Sternberg paradigmasında da olduğu gibi katılımcılara bir bellek seti sunulmaktadır ve ardından bir prob uyaranı gösterilmektedir. Bu paradigmada kullanılan uyaranı seti 5 farklı şekilden oluşmaktadır (yuvarlak, kare, üçgen, yıldız ve ok). Bunun yanında, sözel Sternberg görevinden farklı olarak, prob uyaranı ekranın solunda veya sağında fiksasyondan 3 derece uzaklıkta belirlenen noktalardan herhangi birinde belirebilmektedir. Katılımcılardan, prob uyaranı olarak sunulan şeklin konumunun bellek setindeki konumuyla aynı yerde olup olmadığını belirlemeleri istenmektedir. Örneğin, üçgen bellek setinde belirli bir konumda gösterilmekte ve daha sonra aynı konumda prob uyaranı olarak sunulmakta ise katılımcıların yukarı ok tuşuna basmaları; aksi takdirde aşağı ok tuşuna basmaları gerekmektedir.



Şekil 5.3.3. Üçlü görsel-uzamsal Sternberg paradigması, sol görsel yarı alanda sunulan uyumlu prob uyaranı koşulu görsel temsili

Katılımcıların görev performansları sinyal belirleme kuramına göre hesaplanmıştır (156). Sinyal belirleme kuramı, kişilerin belirsizlik durumundaki karar verme mekanizmalarının değerlendirilmesi hususunda nesnel bir yaklaşım sunmaktadır. Kurama göre, kişilerin bellek setinde sunulan uyarınları (eski/öğrenilmiş) prob aşamasında doğru bir şekilde tanıdığı denemelerin sayısı isabet oranını (hit rate); bellek setinde yer almayan uyarınları (yeni/öğrenilmemiş) prob aşamasında yanlış bir şekilde eski olarak tanıdığı denemelerin sayısı yanlış alarm (false alarm) oranını vermektedir. Bunun yanında, bellek setinde sunulmuş uyarınlara yanlış bir şekilde yeni olarak sınıflandırılması kaçırma oranını (miss) verirken; daha önce bellek setinde sunulmamış uyarınlara doğru bir şekilde yeni öğeler olarak sınıflandırılması doğru reddetme (correct rejection) oranını vermektedir. Kişiler tarafından sinyal ve gürültü (çalışma bağlamında bellek setiyle uyumlu olan ve olmayan prob uyarınları) arasında yapılan ayırmanın ne kadar belirgin olduğunun ölçütü ise ayırt edicilik parametresi (discriminability, d') olarak adlandırılan bir değerdir. İsbet ve yanlış alarm oranlarının Z skorları kullanılarak hesaplanmaktadır. d' değerini hesaplamak için kullanılan yöntem Formül 5.3.1.'de sunulmuştur.

Formül 5.3.1.

$$d' = Z (\text{İsabet Oram}) - Z (\text{Yanlış Alarm Oram})$$

5.4. EEG Kaydı

Katılımcılara, EEG çekiminin 12 saat öncesinden başlayacak şekilde, hiçbir uyarıcı veya yatıştırıcı madde tüketmemeleri gerektiği konusunda bilgi verilmiştir. EEG çekimine hazırlık sürecindeki deri direnci düşürme gibi işlemleri kolaylaştırmak için katılımcılardan önceki gece veya o günün sabahında saçlarını yıkayıp gelmiş olmaları rica edilmiştir. EEG kayıtları elektromanyetik dalgalardan izole edilmiş ve loş bir şekilde aydınlatılmakta olan Faraday kafesinde gerçekleştirilmiştir. Katılımcılar ile monitör arasındaki mesafe çene destekleyici düzenek (Şekil 5.4.1) aracılığıyla 57 cm olacak şekilde sabitlenmiştir. Çene destekleyici, katılımcıların hareket etme sıklığını azaltmak ve ekranın ortasında bulunan fiksasyon artısına odaklanmayı kolaylaştırmak amacıyla kullanılmıştır. Deney prosedürü, iki farklı zorluk seviyesine (1'li ve 3'lü bellek seti) sahip iki farklı (sözel ve görsel-uzamsal Sternberg Paradigmaları) çalışma belleği görevini içermektedir. Dört oturumdan oluşmaktadır. EEG sinyali, BrainAmp MR plus 32 kanallı DC sistem (Brain Product GmbH, Almanya) ile amplifiye edilmiştir. Uluslararası 10–20 sistemine göre yerleştirilmiş 32 elektrotlu elastik kep (EasyCap GmbH, Almanya) kullanılarak 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 elektrotları aracılığıyla kaydedilmiştir. Sağ ve sol kulak memesinin üstüne referans elektrodu olarak (A1+A2) Ag-AgCl elektrotları yerleştirilmiştir. Sol gözün medial üst ve lateral orbital kısımlarına yerleştirilen elektrotlar aracılığıyla elektrookülogram (EOG) kaydedilmiştir. Kayıt boyunca tüm elektrotların empedans değerlerinin 10 k Ω 'un altında olmasına özen gösterilmiştir.



Resim 5.4.1 EEG çekimlerinin gerçekleştirildiği Faraday Kafes ve kayıt esnasında kullanılan çene destekleyici düzenek

5.5. EEG Analizi

Öncelikle, bir dizi ön işleme adımlarıyla gürültüden arındırılan ve istenmeyen sinyallerden temizlenen EEG verileri üzerinde, Dalgacık Dönüşümü (DD) kullanılarak Güç Spektrumu ve Faz Kilitlenmesi Analizleri (FKA) gerçekleştirilmiştir. Bu analizlerin sonuçları, kişisel incelemeler sonucunda 2-9 Hz frekans bandında belirgin bir şekilde ortaya çıkan delta, teta ve erken alfa bileşik (compound) yanıtlarını ortaya koymuştur ve devamında gerçekleştirilen istatistiksel karşılaştırmalar bu frekans bandındaki olaya ilişkin yanıtlar çerçevesinde yapılmıştır. Tüm bu analizler, BrainVision Analyzer (BVA) 2.2 yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

5.5.1. Ön işleme aşaması ve uygulanan analizler

Sözel ve görsel-uzamsal çalışma belleği görevlerinin her biri için EEG kaydında sol görsel alanda ve sağ görsel alanda uyaran sunumunun yapıldığı koşullara ait kısımlar bölünerek iki işlem ağacı üzerinden analizler yürütülmüştür. Verilerin tabii tutulduğu ön işleme adımları şu şekilde olmuştur: 1) ilgilenilen frekans izole bir şekilde elde etmek ve şehrin şebeke gürültüsünden kaynaklanabilecek gürültüyü önlemek için ham EEG verisine 0.1 Hz-60 Hz aralığında geniş filtre (IIR) ve 50 Hz Notch filtre uygulanmıştır, 2) göz hareketlerine bağlı olarak açığa çıkan artefaktlar Bağımsız Bileşen Analizi (BBA) ile tespit edilerek filtrelenmiş veriden çıkarılmıştır, 3) her iki çalışma belleği görevi için de veriler sol görsel alanda ve sağ görsel alanda uyaran sunumu gerçekleştirilen denemeler olarak 9 saniyelik segmentlere ayrılmıştır (uyaran öncesi 2 saniye ve uyaran sonrası 7 saniye olmak üzere), 4) segmentlere ayrılmış veriler manuel bir şekilde epok eleyerek artefaktlardan temizlenmiştir

Yukarıda da bahsedildiği üzere, çalışma kapsamında keşifsel analizler yapılmıştır. Bu doğrultuda, BVA programı ile epoklar üzerine 1-15 Hz arasında (5 döngü dalgacık genişliğine sahip Gabor normalize kompleks Morlet DD ve 60 frekans adımı) olaya ilişkin güç spektrumu ve faz kilitlemesi analizleri uygulanmış ve tüm epokların ortalaması alınmıştır. Bunun sonucunda, kişisel farklılıklar izlenmiş olsa da 2-9 Hz arasında uzayan delta, teta ve erken alfa bileşik yanıtları tespit edilmiştir.

5.5.2. Olaya ilişkin güç spektrumu analizi

Olaya ilişkin güç analizi kapsamında beynin, uyaran öncesi, temel aktivitesine (baseline) kıyasla uyarana bağlı spektral değişimlerin gözlemlenebilmesi için uyaran öncesindeki belirli zaman pencereleri uyaran sonrası aktiviteden çıkarılmıştır. Temel aktivitedeki bu aralıklar: -500 ve -300 ms arasında olacak şekilde (Morlet parametresi: 5, frekans adımı: 60) belirlenmiştir. Desibel (dB) normalizasyonu uygulanmıştır. DD her bir epoka uygulanmış, ardından bu epokların ortalamaları alınmış ve toplam güç elde edilmiştir. İstatiksel

analizlerin yapılabilmesi için 2-9 Hz bandında 0-400 milisaniyelik zaman aralığındaki güç değerlerinin ortalamaları hesaplanmıştır.

5.5.3. Olaya ilişkin faz kitlenmesi analizi

Olaya ilişkin faz kitlenmesi, her bir uyarandan sonra ortaya çıkan yanıtın faz açılarının denemeler boyunca ne kadar tutarlı olduğunu hesaplayan bir analiz yöntemidir. Faz kitlenmesi 0 ile 1 arasında değişen değerler alabilmektedir. Artan değerler (1'e yaklaşan) denemeler arasında artan benzerliği yansıtmakta, bu da beynin aynı yanıtı tekrar tekrar üretebilme yeteneğini göstermektedir. Azalan değerler (0'a yaklaşan) ise denemeler arasında azalan benzerlikleri yansıtmakta ve beynin aynı çıktıyı üretebilme konusunda daha tutarsız olduğuna işaret etmektedir. BVA yazılımında gerçekleştirilen faz kitlenmesi analizleri sonucunda, 2-9 Hz için 0-300 milisaniyelik zaman aralığına ait değerlerin ortalamaları hesaplanmış ve istatistiksel analizlere aktarılmıştır.

5.6. İstatistiksel Analiz

Çalışma kapsamında toplanan tüm verilerin istatistiksel analizleri için "Tekrarlı Ölçümler ANOVA", "Pearson Korelasyon" ve "Spearman Korelasyon" analizleri tercih edilmiş olup, bu analizlerin tamamı Jamovi 2.3.28 programı (The jamovi project, 2022) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Her bir görev esnasında kaydedilen EEG verilerinin analizi için iki ayrı (güç ve faz kitlenmesi), toplamda dört adet tekrarlı ölçümler ANOVA analizi yapılmıştır. Analizlerde, F3, F4, F7, F8, C3, C4, T7, T8, P3, P4, P7, P8, O1 ve O2 elektrotlarına ait veriler karşılaştırılmıştır. Sözel ve görsel-uzamsal Sternberg paradigması esnasında kaydedilen veriler üzerinde gerçekleştirilen olaya ilişkin güç analizi için her elektrottan elde edilen sayısal değerler 2-9 Hz için 0-400 milisaniyedeki değerlerin ortalaması alınarak hesaplanmıştır. Bunun yanında, faz kitlenmesi analizlerinde 2-9 Hz frekans bandında 0-300 milisaniye penceresindeki değerlerin ortalaması hesaplanmıştır. Bu değerlerin karşılaştırması için yapılan ANOVA analizi modellerindeki grup içi faktörler şu şekilde belirlenmiştir: 2 görev zorluğu (1

Öğeli, 3 Öğeli), 2 görsel yarı alan (Sol Görsel Alan, Sağ Görsel Alan), lokasyon (F3-F4, F7-F8, C3-C4, T7-T8, P3-P4, P7-P8, O1-O2) ve hemisfer (Sol, Sağ). Gruplar arası faktörler olan, Bilişsel Rezerv anketi toplam skoru, Edinburgh el tercihi envanteri ve Waterloo ayak tercihi anketi skorları kovaryant olarak eklenmiştir. Anlamli çıkan kovaryantların EEG verisi ve davranışsal performans ile aralarında anlamlı korelasyonel ilişki olup olmadığına bakılmıştır. Buna ek olarak, EEG verisi ve davranışsal veriler ile de korelasyon analizleri yürütülmüştür. Tüm verilerde dağılımın normalliği test edilmiş olup, buna uygun analizler yapılmıştır. Bu doğrultuda, normal dağılım göstermeyen görev performansına ait veriler ile yapılan analizlerde Spearman korelasyon analizi tercih edilmiştir. Greenhouse-Geisser düzeltmesi uygulanmış *p* değerleri rapor edilmiştir. Anlamli çıkan temel etki ve etkileşim etkilerini takiben yapılan post-hoc analizlerinde Bonferroni düzeltmesi kullanılmıştır. EEG verisi ile davranışsal veri arasındaki ilişkinin değerlendirildiği korelasyon analizlerinde kullanılmak üzere EEG verisine ait laterite katsayısı (laterality coefficient) hesaplanmıştır. Laterite katsayısı, hemisferlerin çeşitli bilişsel işlevlerin süreçlerine hangi ölçüde dahil olduklarını nicel bir şekilde hesaplamayı mümkün kılan bir yöntemdir (157). Belirli bilişsel süreçlerle ilişkili olarak incelenen EEG beyin yanıtları bağlamında değerlendirildiğinde, pozitif bir değer sağ hemisferin baskın olduğuna; negatif bir değer ise sol hemisferin baskın olduğuna işaret etmektedir. Laterite katsayısının hesaplaması her bir elektrot çifti için formül 5.6.1.'de verildiği gibi yapılmıştır.

Formül 5.6.1.

$$\text{Lateralite Katsayısı} = (\text{Sağ Hemisfer} - \text{Sol Hemisfer}) / (\text{Sağ Hemisfer} + \text{Sol Hemisfer})$$

Veri kümesinin, 'interquartile range' (IQR) olarak da tanımlanan çeyrekler açıklığı hesaplanmıştır. Q1, veri setindeki birinci çeyreği (%25) ifade ederken; Q2, ikinci çeyreği (%50); Q3 ise üçüncü çeyreği (%75) ifade etmektedir. Bu çalışma

kapsamında, $Q1 - 3 \text{ IQR}$ 'nin altına düşen veya $Q3 + 3 \text{ IQR}$ 'nin üstüne çıkan veri noktaları uç değerler olarak kabul edilmiştir. Bu hesaplama doğrultusunda, saptanan uç değerler istatistiksel analizler sırasında veri setinden çıkarılmıştır.

5.7. Etik Kurul Onayı

İstanbul Medipol Üniversitesi Kognitif Sinirbilim ve EEG Laboratuvarı ile Medical School Hamburg EEG Laboratuvarı bünyesinde yürütülen bu araştırma, İstanbul Medipol Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı tarafından E-10840098-772.02-2407 numaralı kararla ve Medical School Hamburg Etik Komite Ofisi tarafından 22 Şubat 2023 tarihli kararla onaylanmıştır.

6. BULGULAR

Bilişsel rezerv düzeyinin sözel ve görsel-uzamsal çalışma belleğinin lateralizasyonu üzerindeki etkilerini araştırmak amacıyla yapılan bu çalışmaya; toplamda 51 sağlıklı genç katılımcı dahil edilmiştir. Katılımcıların demografik bilgileri tablo 6.1.'de sunulmuştur. Çalışma kapsamında belirlenmiş olan dışlama kriterlerine uygun olarak, çeyrekler açıklığının altına düşen veya üstüne çıkan uç değerler tespit edilmiştir. Görev performansına ilişkin verilerde bu sınırlar dışında kalan 4 katılımcıya ait veri noktaları istatistiksel analizler sırasında veri setinden çıkarılmıştır. Bu sebeple, davranışsal bulgular kısmında 47 katılımcıya ait performans verileri raporlanmıştır.

Tablo 6.1. Katılımcıların Demografik Bilgileri

	Cinsiyet (Kadın/Erkek)	Yaş Ort. \pm SS	Eğitim (yıl) Ort. \pm SS	Edinburgh El Tercihi Envanteri Ort. \pm SS	Waterloo Ayak Tercihi Anketi Ort. \pm SS
Katılımcılar (N= 51)	(34 K/17 E)	22,68 \pm 3,10	16,00 \pm 2,91	64,40 \pm 43,72	8,78 \pm 8,94

Katılımcıların bilişsel rezerv düzeylerinin değerlendirilmesi amacıyla Bilişsel Rezerv İndeksi Anketi (BRİa) EEG kaydı öncesinde tüm katılımcılara uygulanmıştır. Skorların hem genel hem de alt alanlar için detaylı hesaplamaları tablo 6.2.'de sunulmuştur

Tablo 6.2. Bilişsel Rezerv İndeksi Skoru Ortalama ve Standart Sapma Değerleri

	BRİ- Eğitim Ort. \pm SS	BRİ- Çalışma Etkinliği Ort. \pm SS	BRİ- Boş Zaman Ort. \pm SS	BRİa- Toplam Puan Ort. \pm SS
Katılımcılar (N= 51)	97,76 \pm 12,61	93,39 \pm 2,88	90,41 \pm 3,16	91,78 \pm 6,90

6.1. Davranışsal Bulgular

Çalışma kapsamında, bilişsel rezerv düzeyinin sözel ve görsel-uzamsal çalışma belleğini değerlendiren Sternberg görevlerindeki performans üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Bu doğrultuda, kişilerin görev performanslarını değerlendirebilmek ve karşılaştırabilmek için her bir göreve ait isabet oranı, yanlış alarm oranı ve d' değerleri hesaplanmıştır. Bu değerlere ait tanımlayıcı istatistiklerin ve korelasyon analizlerinin sonuçları sözel ve görsel-uzamsal Sternberg görevlerine ait alt başlıklarda detaylı bir şekilde sunulmuştur.

6.1.1. Sözel Sternberg Görevi Performansı Sonuçları

Katılımcıların sözel Sternberg paradigmasındaki performanslarını belirlemek üzere, paradigma esnasında kaydedilen yanıtlara ait isabet ve yanlış alarm oranları hesaplanmıştır. Bu oranların normal dağılıma sahip olmaması sebebiyle koşullar (görev, görev zorluğu ve uyaran sunumunun yapıldığı görsel alan) arasında farklılık olup olmadığı tekrarlı ölçümler ANOVA analizinin parametrik olmayan versiyonu olan Friedman testi ile test edilmiştir. Friedman testinin anlamlı çıkması halinde farkın kaynağını tespit edebilmek için Durbin-Conover testi kullanılmış olup, yapılan ikili karşılaştırmalar raporlanmıştır. Buna ek olarak, materyal ve metot kısmında verilen formül (Formül 5.3.1.) esas alınarak, yanlış alarm oranına ait z skoru isabet oranına ait z skorundan çıkarılıp, d' değeri elde edilmiştir.

Tüm koşullardaki sözel Sternberg görevindeki isabet oranlarına ait ortalama ve standart sapma değerleri tablo 6.1.1.1.'de raporlanmıştır. Durbin-Conover testi kullanılarak karşılaştırılan isabet oranlarının uyarının sunulduğu görsel alan bakımından anlamlı düzeyde farklı olmadığı bulunmuştur ($p > 0,05$).

Tablo 6.1.1.1.

	Sol Görsel Alan Ort. \pm SS	Sağ Görsel Alan Ort. \pm SS	<i>p</i>
Sözel Sternberg Görevi İsabet Oranı (1 Öğeli) Ort. \pm SS	0,947 \pm 0,08	0,943 \pm 0,06	0,318
Sözel Sternberg Görevi İsabet Oranı (3 Öğeli) Ort. \pm SS	0,891 \pm 0,15	0,916 \pm 0,15	0,138

p < 0,05*, *p* < 0,01**, *p* < 0,001***

Sözel Sternberg görevindeki yanlış alarm oranlarının birli ve üçlü bellek seti koşullarına ait ortalama ve standart sapma değerleri tablo 6.1.1.2.'de raporlanmıştır. Durbin-Conover testi kullanılarak karşılaştırılan yanlış alarm oranlarının uyarının sunulduğu görsel alan bakımından anlamlı düzeyde farklı olmadığı bulunmuştur (*p* > 0,05).

Tablo 6.1.1.2.

	Sol Görsel Alan Ort. \pm SS	Sağ Görsel Alan Ort. \pm SS	<i>p</i>
Sözel Sternberg Görevi Yanlış Alarm Oranı (1 Öğeli) Ort. \pm SS	0,0184 \pm 0,033	0,0142 \pm 0,031	0,454
Sözel Sternberg Görevi Yanlış Alarm Oranı (3 Öğeli) Ort. \pm SS	0,0652 \pm 0,100	0,0582 \pm 0,093	0,632

p < 0,05*, *p* < 0,01**, *p* < 0,001***

Kişilerin sözel çalışma belleği paradigması esnasındaki ayırt edebilme becerisini yansıtan *d'* değerleri ile bilişsel rezerv düzeyi arasındaki ilişkiyi değerlendirebilmek için Spearman Korelasyon analizi yürütülmüş olup, sonuçları tablo 6.1.1.3.'te sunulmuştur.

Tablo 6.1.1.3.

BRİa Toplam Puan		
Sözel Sternberg Görevi d' Sol Görsel Alan (1 Öğeli)	Spearman'ın rho katsayısı	-0,1250
	df	45
	p değeri	0,402
Sözel Sternberg Görevi d' Sağ Görsel Alan (1 Öğeli)	Spearman'ın rho katsayısı	-0,0298
	df	45
	p değeri	0,842
Sözel Sternberg Görevi d' Sol Görsel Alan (3 Öğeli)	Spearman'ın rho katsayısı	-0,0356
	df	45
	p değeri	0,812
Sözel Sternberg Görevi d' Sağ Görsel Alan (3 Öğeli)	Spearman'ın rho katsayısı	-0,0173
	df	45
	p değeri	0,908

$p < 0,05^*$, $p < 0,01^{**}$, $p < 0,001^{***}$

Sol ve sağ görsel alanda uyaran sunumunun yapıldığı birli ve üçlü bellek seti koşullarında kaydedilen d' değerlerinin bilişsel rezerv düzeyi ile anlamlı şekilde ilişkili olmadığı görülmüştür ($p > 0,05$).

6.1.2. Görsel-Uzamsal Sternberg Görevi Performansı Sonuçları

Sözel Sternberg görevi için uygulanan analiz adımları görsel-uzamsal Sternberg görevinde için de takip edilmiştir. Friedman testinin anlamlı sonuç verdiği durumlarda, farkın kaynağını belirlemek için Durbin-Conover testi uygulanmış ve yapılan ikili karşılaştırmalar raporlanmıştır. Birli ve üçlü görevler için tüm katılımcılara ait isabet ve yanlış alarm oranlarının tanımlayıcı istatistikleri tablo 6.1.2.1 ve tablo 6.1.2.2.'de sunulmuştur. Bunun yanında, katılımcıların görsel-uzamsal çalışma belleği paradigması sırasındaki ayırt etme becerilerini yansıtan d' değerleri ile bilişsel rezerv düzeyleri arasındaki ilişkiyi değerlendirmek için Spearman Korelasyon analizi yapılmıştır. Sonuçlar tablo 6.1.2.3'te sunulmuştur.

Tablo 6.1.2.1.

	Sol Görsel Alan Ort. \pm SS	Sağ Görsel Alan Ort. \pm SS	<i>p</i>
Görsel-Uzamsal Sternberg Görevi İsabet Oranı (1 Öğeli) Ort. \pm SS	0,964 \pm 0,07	0,964 \pm 0,07	0,939
Görsel-Uzamsal Sternberg Görevi İsabet Oranı (3 Öğeli) Ort. \pm SS	0,947 \pm 0,06	0,946 \pm 0,08	0,573

$p < 0,05^*$, $p < 0,01^{**}$, $p < 0,001^{***}$

Görsel-uzamsal Sternberg görevindeki isabet oranlarının birli ve üçlü bellek seti koşullarına ait ortalama ve standart sapma değerleri tablo 6.1.2.1.'de raporlanmıştır. Durbin-Conover testi kullanılarak karşılaştırılan isabet oranlarının uyarının sunulduğu görsel alan bakımından anlamlı düzeyde farklılaşmadığı bulunmuştur ($p > 0,05$).

Tablo 6.1.2.2.

	Sol Görsel Alan Ort. \pm SS	Sağ Görsel Alan Ort. \pm SS	<i>p</i>
Görsel-Uzamsal Sternberg Görevi Yanlış Alarm Oranı (1 Öğeli) Ort. \pm SS	0,0142 \pm 0,031	0,0270 \pm 0,043	0,120
Görsel-Uzamsal Sternberg Görevi Yanlış Alarm Oranı (3 Öğeli) Ort. \pm SS	0,0298 \pm 0,050	0,0199 \pm 0,041	0,178

$p < 0,05^*$, $p < 0,01^{**}$, $p < 0,001^{***}$

Görsel-uzamsal Sternberg görevindeki yanlış alarm oranlarına ait birli ve üçlü bellek seti koşullarındaki ortalama ve standart sapma değerleri tablo 6.1.2.2.'de raporlanmıştır. Durbin-Conover testi kullanılarak karşılaştırılan yanlış alarm oranlarının uyarının sunulduğu görsel alan bakımından anlamlı düzeyde farklılaşmadığı bulunmuştur ($p > 0,05$).

Katılımcıların birli ve üçlü görsel-uzamsal çalışma belleği görevlerindeki d' değerleri ile bilişsel rezerv düzeyi arasındaki ilişkiyi değerlendirebilmek için yapılmış olan Spearman Korelasyon analizi sonuçları Tablo 6.1.2.3.'te sunulmuştur. Sol ve sağ görsel alanda uyarın sunumunun yapıldığı birli ve üçlü bellek seti koşullarında kaydedilen d' değerlerinin bilişsel rezerv skoru ile anlamlı düzeyde ilişkili olmadığı görülmüştür.

Tablo 6.1.2.3.

BRİa Toplam Puan		
Görsel-Uzamsal Sternberg Görevi d' Sol Görsel Alan (1 Öğeli)	Spearman'ın rho katsayısı	-0,0581
	df	45
	p değeri	0,698
Görsel-Uzamsal Sternberg Görevi d' Sağ Görsel Alan (1 Öğeli)	Spearman'ın rho katsayısı	0,0662
	df	45
	p değeri	0,658
Görsel-Uzamsal Sternberg Görevi d' Sol Görsel Alan (3 Öğeli)	Spearman'ın rho katsayısı	-0,0241
	df	45
	p değeri	0,872
Görsel-Uzamsal Sternberg Görevi d' Sağ Görsel Alan (3 Öğeli)	Spearman'ın rho katsayısı	0,0375
	df	45
	p değeri	0,802

$p < 0,05^*$, $p < 0,01^{**}$, $p < 0,001^{***}$

6.1.3. Görevlerin Karşılaştırması (Davranışsal Performans)

Çalışma kapsamında kullanılan sözel ve görsel-uzamsal Sternberg görevlerindeki isabet oranı ve yanlış alarm oranı gibi performans ölçütlerinin arasında görev zorluğu (birli ve üçlü bellek seti) ve uyarın sunumunun yapıldığı görsel yarı alan (sol görsel alan, sağ görsel alan) faktörleri bakımından anlamlı bir farklılaşma olup olmadığına Durbin-Conover testi kullanılarak yapılan ikili

karşılaştırmalar ile bakılmıştır ve anlamlı düzeydeki farklılaşmalar tablo 6.1.3. ve 6.1.4.'te raporlanmıştır.

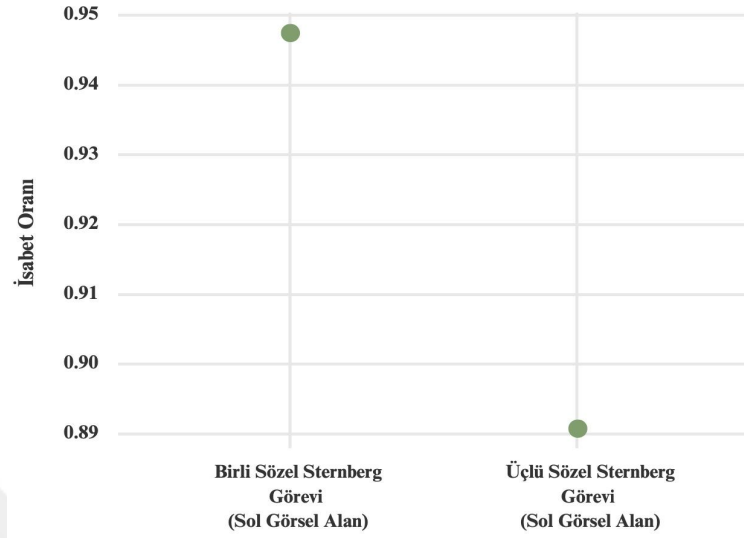
Tablo 6.1.3.

İkili Karşılaştırmalar (Durbin-Conover Testi)

		<i>p</i>
Sözel Sternberg Görevi İsbet Oranı (1 Öğeli) Ort. Sol Görsel Alan	—	Sözel Sternberg Görevi İsbet Oranı (3 Öğeli) Ort. Sol Görsel Alan
		0,036*
Sözel Sternberg Görevi İsbet Oranı (1 Öğeli) Ort. Sağ Görsel Alan	—	Görsel-Uzamsal Sternberg Görevi İsbet Oranı (1 Öğeli) Ort. Sağ Görsel Alan
		0,020*

$p < 0,05^*$, $p < 0,01^{**}$, $p < 0,001^{***}$

İkili karşılaştırma sonuçları incelendiğinde sol görsel alanda uyaran sunumunun yapıldığı koşulda birli ve üçlü bellek seti görevlerindeki isabet oranlarının görev zorluğuna bağlı olarak anlamlı düzeyde farklılaştığı görülmüştür. Karşılaştırmaya ait grafik, şekil 6.1.3.1'de sunulmuştur. Buna ek olarak, sözel (Ort.= 0,964, SS= 0,07) ve görsel-uzamsal görevlerin (Ort.= 0,943, SS= 0,06) birli koşullarında, uyaranların sağ görsel alanda sunulduğu denemelerde kaydedilen isabet oranlarının anlamlı düzeyde farklı olduğu bulunmuştur.



Şekil 6.1.3.1. Birli ve üçlü bellek seti görevlerindeki isabet oranlarının görev zorluğuna bağlı olarak karşılaştırmasına ait grafik

Yanlış alarm oranları görev zorluğu (birli ve üçlü bellek seti) ve uyarın sunumunun yapıldığı görsel yarı alan (sol görsel alan, sağ görsel alan) faktörleri bakımından karşılaştırılmıştır ve sonuçlar tablo 6.1.4.'te sunulmuştur.

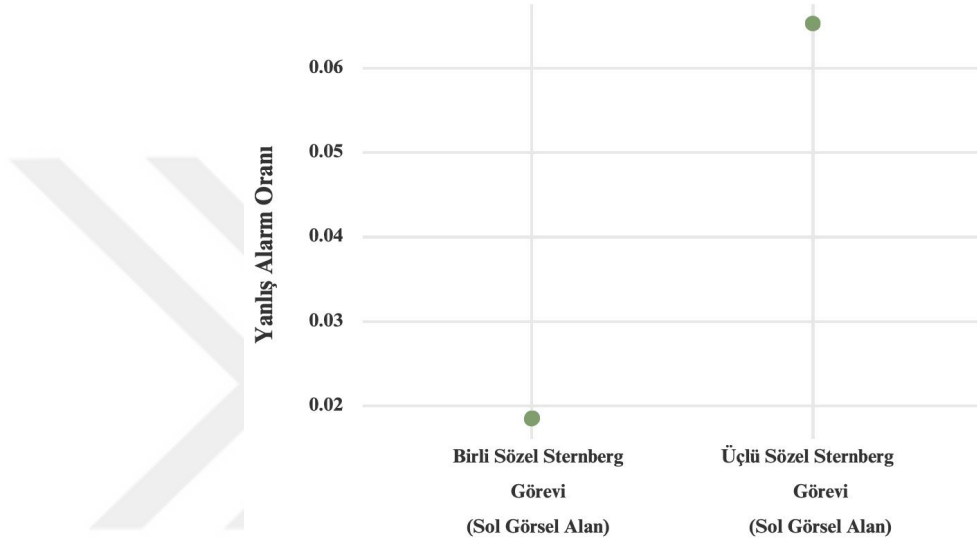
Tablo 6.1.4.

İkili Karşılaştırmalar (Durbin-Conover Testi)

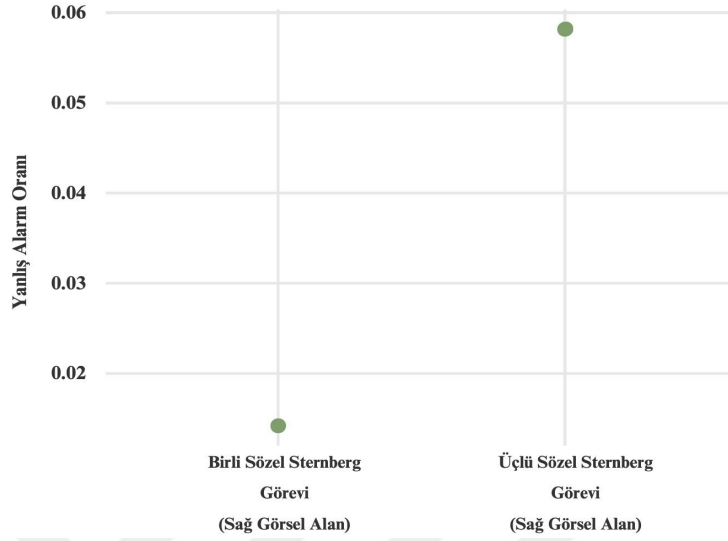
		<i>p</i>
Sözel Sternberg Görevi Yanlış Alarm Oranı (1 Öğeli) Ort. Sol Görsel Alan	—	Sözel Sternberg Görevi Yanlış Alarm Oranı (3 Öğeli) Ort. Sol Görsel Alan 0,002**
Sözel Sternberg Görevi Yanlış Alarm Oranı (1 Öğeli) Ort. Sağ Görsel Alan	—	Sözel Sternberg Görevi Yanlış Alarm Oranı (3 Öğeli) Ort. Sağ Görsel Alan < 0,001***
Sözel Sternberg Görevi Yanlış Alarm Oranı (3 Öğeli) Ort. Sol Görsel Alan	—	Görsel-Uzamsal Sternberg Görevi Yanlış Alarm Oranı (3 Öğeli) Ort. Sol Görsel Alan 0,029*
Sözel Sternberg Görevi Yanlış Alarm Oranı (3 Öğeli) Ort. Sağ Görsel Alan	—	Görsel-Uzamsal Sternberg Görevi Yanlış Alarm Oranı (3 Öğeli) Ort. Sağ Görsel Alan 0,002**

$p < 0,05^*$, $p < 0,01^{**}$, $p < 0,001^{***}$

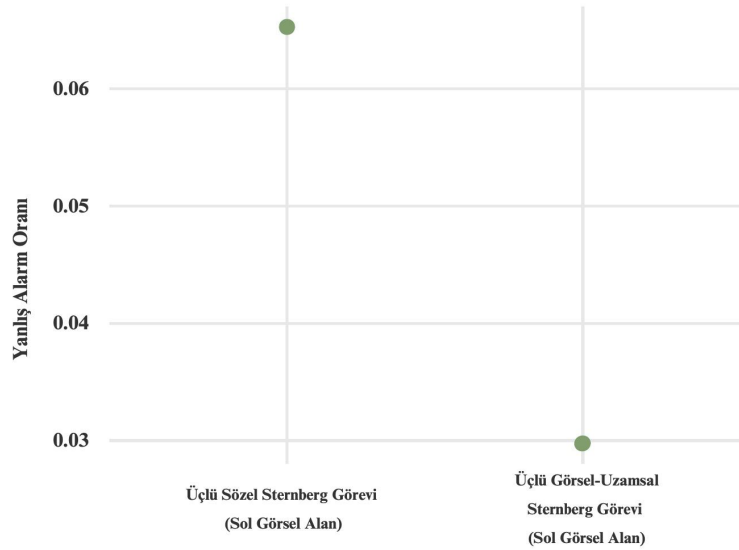
Sözel Sternberg görevinde yanlış alarm oranlarının görev zorluğu (birli ve üçlü bellek seti) ve uyarın sunumunun yapıldığı görsel yarı alan (sol görsel alan, sağ görsel alan) faktörleri bakımından karşılaştırılmıştır. Ait grafikler, şekil 6.1.4.1., 6.1.4.2., 6.1.4.3. ve 6.1.4.4.'te sunulmuştur.



Şekil 6.1.4.1. Birli (Ort.= 0,0184, SS= 0,033) ve Üçlü (Ort.= 0,0652, SS= 0,100) sözel Sternberg görevinde uyarınların sol görsel alanda sunulduğu koşulda kaydedilen yanlış alarm oranlarının karşılaştırma grafiği. Görevler anlamlı düzeyde farklılaşmıştır ($p<0,002$).

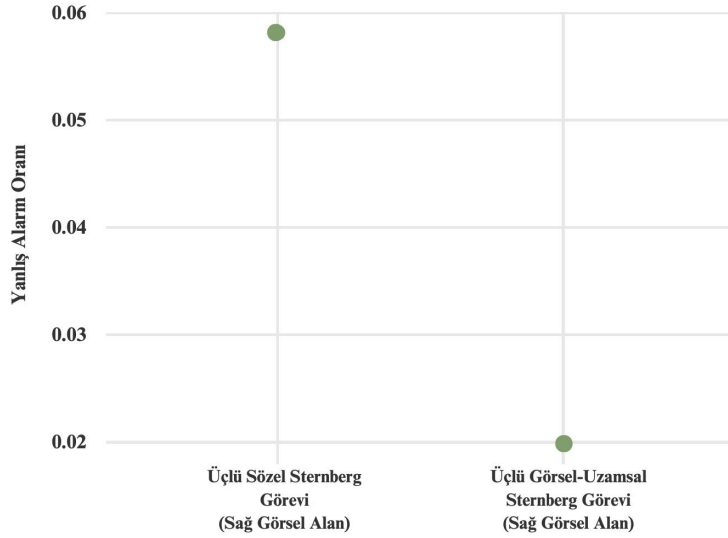


Şekil 6.1.4.2. Birli (Ort.= 0,0142, SS= 0,031) ve üçlü (Ort.= 0,0582, SS= 0,093) sözel Sternberg görevinde kaydedilen yanlış alarm oranlarının sağ görsel alanda uyarın sunumu yapıldığı koşula ait grafik. Karşılaştırma sonucunda iki koşulun anlamlı düzeyde farklılaştığı görülmüştür ($p < 0,001$).



Şekil 6.1.4.3. Üçlü sözel (Ort.= 0,0652, SS= 0,100) ve görsel-uzamsal (Ort.= 0,0298, SS= 0,050) Sternberg görevlerine ait uyarınların sol görsel alanda

sunulduğu koşulda kaydedilen yanlış alarm oranlarına ait grafik. İki göreve ait yanlış alarm oranları arasında anlamlı farklılık olduğu bulunmuştur ($p = 0,029$).



Şekil 6.1.4.4. Üçlü sözel (Ort.= 0,0582, SS= 0,093) ve görsel-uzamsal Sternberg (Ort.= 0,0199, SS= 0,041) görevlerinde uyarın sunumunun sağ görsel alanda yapıldığı koşuldaki yanlış alarm oranlarına ait grafik. Yanlış alarm oranları karşılaştırılmış ve anlamlı düzeyde farklılaştığı bulunmuştur ($p = 0,002$).

6.2. EEG Bulguları

6.2.1. Olaya ilişkin delta, teta ve erken alfa bileşik yanıtlarının (2-9 Hz) güç spektrum analizi sonuçları

6.2.1.1. Sözel Sternberg görevi için delta, teta ve erken alfa bileşik yanıtlarının (2-9 Hz) güç spektrum analizi sonuçları

Görev zorluğu, görsel yarı alan, lokasyon ve hemisfer gibi grup içi faktörlere ek olarak, BRİa, Edinburgh El Tercihi ve Waterloo Ayak Tercihi ölçeklerine ait puanların kovaryant olarak dahil edilmesiyle uygulanan Tekrarlı Ölçümler ANOVA Testinin sonuçlarına göre hemisfer*BRİa faktörleri anlamlı düzeyde etkileşim göstermiştir ($F(1, 47) = 4,6323$; $p = 0,037^*$; $\eta_p^2 = 0,0897$).

Bunun yanında, görev zorluğu, görsel yarı alan, lokasyon ve hemisfer faktörlerinin temel etkilerinin anlamlı düzeye ulaşmamış olduğu görülmüştür ($p > 0,05$). Gerçekleştirilen testin anlamlılık düzeyleri tablo 6.2.1.1.1’de gösterilmektedir.

Tablo 6.2.1.1.1

	Küresellik Düzeltmesi	Kareler Toplamı	df	Ortalama Kareler	F	p	η^2p
Görev Zorluğu	Greenhouse-Geisser	2,1425	1,0000	2,1425	0,3908	0,535	0,0082
Görsel Yarı Alan	Greenhouse-Geisser	0,0938	1,0000	0,0938	0,0276	0,869	0,0006
Lokasyon	Greenhouse-Geisser	11,6666	2,5846	4,5138	1,5261	0,216	0,0314
Hemisfer	Greenhouse-Geisser	4,2714	1,0000	4,2714	3,3593	0,073	0,0667
Hemisfer * BRİa_total	Greenhouse-Geisser	5,8901	1,0000	5,8901	4,6323	0,037*	0,0897
Görev Zorluğu * Görsel Yarı Alan	Greenhouse-Geisser	1,7466	1,0000	1,7466	0,3977	0,531	0,0084
Görev Zorluğu * Lokasyon	Greenhouse-Geisser	1,9069	2,6883	0,7093	0,4781	0,677	0,0101

$p < 0,05^*$, $p < 0,01^{**}$, $p < 0,001^{***}$

Hemisfer ve BRİa skoru arasında görülen anlamlı etkileşimin detaylı incelenebilmesi için iki değişken özelinde korelasyon analizi yapılmıştır. Bu analiz, spesifik olarak, hemisferler arasındaki farkın her bir elektrot çifti için hesaplanmasıyla elde edilen laterite katsayıları ile BRİa toplam skoru arasında yapılmıştır. Bu analize ilişkin sonuçlar tablo 6.2.1.1.2.’de sunulmuştur.

Tablo 6.2.1.1.2.

BRİa Toplam Skoru		
Birli Sözel Sternberg Görevi P7-P8	Pearson Katsayısı	0,2768 *
Elektrodu Laterite Katsayısı	df	49
(Sol Görsel Alan)	p	0,049

$p < 0,05^*$, $p < 0,01^{**}$, $p < 0,001^{***}$

BRİa skoru ile laterite katsayıları arasında yapılan korelasyon analizinin sonuçlarına göre, birli sözel Sternberg görevi esnasında sol görsel alanda uyaran sunumu yapıldığı koşulda, P7 ve P8 elektrotlarından kaydedilen 2-9 Hz bandındaki olaya ilişkin güç yanıtlarına ait laterite katsayısı ile BRİa skorunun anlamlı düzeyde ilişkili olduğu bulunmuştur ($p < 0,05$). Bu ilişkinin izole bir şekilde de incelenebilmesi için asimetride baskın olan elektrot ile (P8) BRİa skoru arasında da korelasyon analizi yapılmıştır ($r = 0,3576$, $p = 00,010$).

Bunun yanında, kovaryant olarak eklenen BRİa, Edinburgh El tercihi ve Waterloo Ayak Tercihi skorlarının 2-9 Hz bandındaki olaya ilişkin güç yanıtları üzerinde anlamlı düzeyde etkisi olmadığı bulunmuştur ($p > 0,05$). Sonuçlar tablo 6.2.1.1.3'te sunulmuştur.

Tablo 6.2.1.1.3.

	Kareler Toplamı	df	Ortalama Kareler	F	p	η^2p
BRİa	39,9826	1	39,9826	1,9376	0,170	0,0396
EHI	31,0546	1	31,0546	1,5050	0,226	0,0310
WFQ	1,8260	1	1,8260	0,0885	0,767	0,001
Artık	969,8271	47	20,6346			

$p < 0,05^*$, $p < 0,01^{**}$, $p < 0,001^{***}$

6.2.1.2. Görsel-uzamsal Sternberg görevi için delta, teta ve erken alfa bileşik yanıtlarının (2-9 Hz) güç spektrum analizi sonuçları

Görsel-uzamsal Sternberg görevine ait olaya ilişkin güç yanıtları için de aynı analiz adımları takip edilmiştir. Görev zorluğu, görsel yarı alan, lokasyon ve hemisfer gibi grup içi faktörlere ek olarak, BRİa, Edinburgh El Tercihi ve Waterloo Ayak Tercihi ölçeklerine ait puanların kovaryant olarak dahil edilmesiyle uygulanan Tekrarlı Ölçümler ANOVA Testinin sonuçlarına bakıldığında faktörler arasında anlamlılık düzeyine ulaşan temel etki veya etkileşim olmadığı görülmüştür. Sonuçlar tablo 6.2.1.2.1.'de sunulmuştur.

Tablo 6.2.1.2.1.

	Küresellik Düzeltmesi	Kareler Toplamı	df	Ortalama Kareler	F	p	η^2p
Görev Zorluğu	Greenhouse-Geisser	11,5048	1,0000	11,5048	1,6995	0,199	0,0349
Görsel Yarı Alan	Greenhouse-Geisser	2,7286	1,0000	2,7286	0,5653	0,456	0,0119
Lokasyon	Greenhouse-Geisser	6,4532	2,3987	2,6903	0,9419	0,407	0,0196
Hemisfer	Greenhouse-Geisser	1,9595	1,0000	1,9595	1,4812	0,230	0,0306
Görev Zorluğu* Görsel Yarı Alan	Greenhouse-Geisser	4,1988	1,0000	4,1988	1,2225	0,274	0,0254
Görev Zorluğu* Lokasyon	Greenhouse-Geisser	7,2406	3,8373	1,8869	2,4211	0,053	0,0490
Görsel Yarı Alan* Lokasyon	Greenhouse-Geisser	1,2818	3,0686	0,4177	0,3752	0,775	0,0079
Görev Zorluğu* Hemisfer	Greenhouse-Geisser	0,1845	1,0000	0,1845	0,2302	0,634	0,0049
Lokasyon* Hemisfer	Greenhouse-Geisser	4,1162	3,8669	1,0645	2,2214	0,071	0,0451

$p < 0,05^*$, $p < 0,01^{**}$, $p < 0,001^{***}$

Buna ek olarak, kovaryant olarak eklenen BRİa, Edinburgh El tercihi ve Waterloo Ayak Tercihi skorlarının 2-9 Hz bandındaki olaya ilişkin güç yanıtları üzerinde anlamlı düzeyde etkisi olmadığı bulunmuştur ($p > 0,05$). Sonuçlar tablo 6.2.1.2.2’de sunulmuştur.

Tablo 6.2.1.2.2.

	Kareler Toplamı	df	Ortalama Kareler	F	p	η^2p
BRİa	6,7031	1	6,7031	0,4499	0,506	0,0095
EHI	26,9858	1	26,9858	1,8113	0,185	0,0371
WFQ	10,8169	1	10,8169	0,7260	0,398	0,015
Artık	700,2224	47	14,8983			

$p < 0,05^*$, $p < 0,01^{**}$, $p < 0,001^{***}$

6.2.3. Olaya ilişkin delta, teta ve erken alfa bileşik yanıtlarının (2-9 Hz) faz kilitlemesi analizi sonuçları

6.2.3.1. Sözel Sternberg görevi için delta, teta ve erken alfa bileşik yanıtlarının (2-9 Hz) faz kilitlemesi analizi sonuçları

Olaya ilişkin faz kilitlemesi değerleri için, olaya ilişkin güç yanıtlarıyla aynı analizler gerçekleştirilmiştir. Görev zorluğu, görsel yarı alan, lokasyon ve hemisfer gibi grup içi faktörlere ek olarak, BRİa, Edinburgh El Tercihi ve Waterloo Ayak Tercihi ölçeklerine ait puanların kovaryant olarak dahil edilmesiyle Tekrarlı Ölçümler ANOVA Testi gerçekleştirilmiştir. Sonuçlara göre, hemisfer temel etkisinin anlamlı düzeyde olduğu bulunmuştur. Görev zorluğu, görsel yarı alan ve lokasyon faktörlerinin temel etkilerinin anlamlı düzeye ulaşmamış olduğu görülmüştür ($p > 0,05$). Bunun yanında, Görsel Yarı Alan * Hemisfer etkileşiminin anlamlı olduğu bulunmuştur. Gerçekleştirilen testin sonuçları tablo 6.2.3.1.1’de sunulmuştur.

Tablo 6.2.3.1.1.

	Küresellik Düzeltmesi	Kareler Toplamı	df	Ortalama Kareler	F	p	η^2p
Görev Zorluğu	Greenhouse-Geisser	0,0672	1,0000	0,0672	2,0831	0,156	0,0424
Görsel Yarı Alan	Greenhouse-Geisser	0,0778	1,0000	0,0778	2,7675	0,103	0,0556
Lokasyon	Greenhouse-Geisser	0,1330	2,9182	0,0456	2,0762	0,108	0,0423
Hemisfer	Greenhouse-Geisser	0,0617	1,0000	0,0617	5,4461	0,024*	0,1038
Görev Zorluğu * Görsel Yarı Alan	Greenhouse-Geisser	0,0260	1,0000	0,0260	1,1210	0,295	0,0233
Görev Zorluğu * Lokasyon	Greenhouse-Geisser	0,0131	2,3967	0,0055	0,5115	0,634	0,0108
Görsel Yarı Alan * Lokasyon	Greenhouse-Geisser	0,0126	2,4147	0,0052	0,4137	0,700	0,0087
Görev Zorluğu * Hemisfer	Greenhouse-Geisser	0,0023	1,0000	0,0023	0,2840	0,597	0,0060
Görsel Yarı Alan * Hemisfer	Greenhouse-Geisser	0,1785	1,0000	0,1785	11,5741	0,001**	0,1976
Lokasyon * Hemisfer	Greenhouse-Geisser	0,0366	3,0854	0,0119	1,7848	0,151	0,0366

$p < 0,05^*$, $p < 0,01^{**}$, $p < 0,001^{***}$

Buna ek olarak, kovaryant olarak eklenen BRİa, Edinburgh El Tercihi skorlarının 2-9 Hz bandındaki olaya ilişkin faz kilitlenmesi yanıtları üzerinde anlamlı düzeyde etkisi olduğu bulunmuştur ($p < 0,05$), ancak Waterloo Ayak Tercihi skorlarının etkisinin anlamlı düzeyde olmadığı görülmüştür ($p > 0,05$). Sonuçlar tablo 6.2.3.1.2’de sunulmuştur.

Tablo 6.2.3.1.2.

	Kareler Toplamı	df	Ortalama Kareler	F	p	η^2p
BRİa	0,7165	1	0,7165	5,7448	0,021*	0,1089
EHI	0,7739	1	0,7739	6,2052	0,016*	0,1166
WFQ	0,2253	1	0,2253	1,806	0,185	0,0370
Artık	5,8615	47	0,1247			

$p < 0,05^*$, $p < 0,01^{**}$, $p < 0,001^{***}$

Anlamli temel etki ve etkileşimler post hoc testlerle incelenmiş, Bonferroni düzeltmesi yapılmış p değerleri rapor edilmiştir. Post hoc karşılaştırmalar Hemisfer temel etkisi ve Görsel Yarı Alan * Hemisfer etkileşimi için yapılmıştır. Sonuçlar tablo 6.2.3.1.3. ve 6.2.3.1.4'te sunulmuştur. Hemisfer temel etkisinin post hoc karşılaştırmasında 2-9 Hz faz kilitlenmesi yanıtlarının sağ hemisferde anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu bulunmuştur ($p = 0,002$). Bunun yanında, görsel yarı alan ve hemisfer etkileşimi için yapılan post hoc testin sonuçlarına göre, sol görsel alanda uyaran sunumu yapılan sözel Sternberg görevlerinde (birli ve üçlü) sağ hemisferdeki 2-9 faz kilitlenmesi yanıtlarının anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu görülmüştür ($p < 0,001$). Uyarıların sunulduğu görsel alan bakımından bir karşılaştırma yapıldığında, sağ görsel alandaki sunulduğu koşulda sol hemisferdeki faz kilitlenmesi değerinin, sol görsel alanda sunulduğu koşulda sol hemisferde kaydedilen faz kilitlenmesi değerinden anlamlı düzeyde yüksek olduğu bulunmuştur ($p < 0,001$). Sağ görsel alan koşulunda sağ hemisferden kaydedilen faz kilitlenmesi değerlerinin sol görsel alan koşulunda sol hemisferden kaydedilen değerlerden anlamlı şekilde yüksek olduğu görülmüştür ($p = 0,009$). Görsel yarı alan ve hemisfer faktörlerine ait tahmin edilmiş marjinal ortalamalar grafiği şekil 6.2.3.1.1.'de sunulmuştur.

Tablo 6.2.3.1.3.

Karşılaştırma		Ortalama Farkı	Standart Hata	df	t	p	pbonferroni
Hemisfer	Hemisfer						
Sol	- Sağ	-0,0128	0,0040	47,0000	-3,2091	0,002	0,002**

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

Bunun yanında, görsel yarı alan ve hemisfer etkileşimi için yapılan post hoc testin sonuçlarına göre, sol görsel alanda uyaran sunumu yapılan sözel Sternberg görevlerinde (birli ve üçlü) sağ hemisferdeki 2-9 faz kilitlenmesi yanıtlarının anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu görülmüştür. Uyarıların sunulduğu görsel alan bakımından bir karşılaştırma yapıldığında, sağ görsel

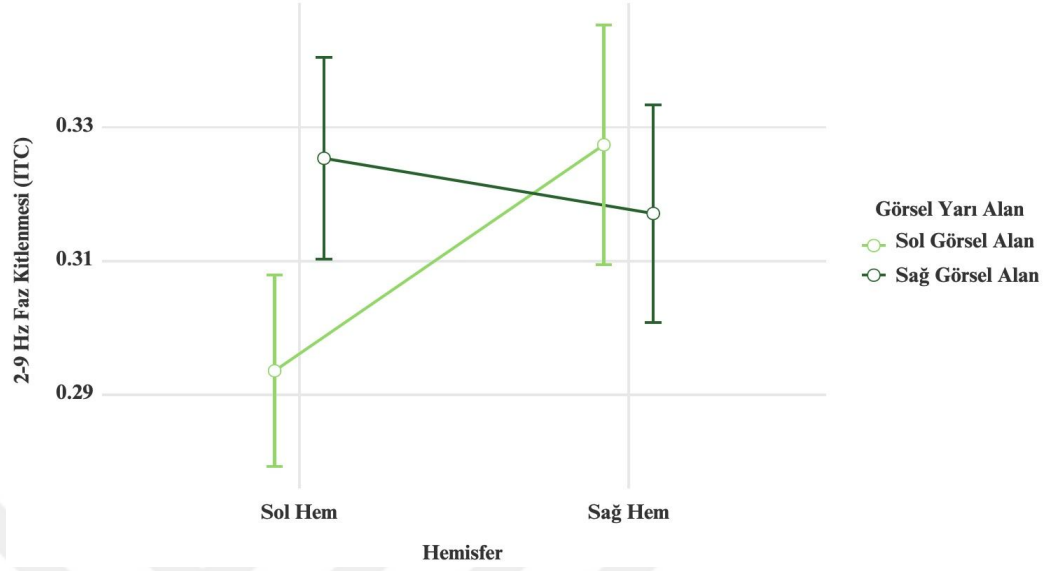
alandaki sunulduğu koşulda sol hemisferdeki faz kilitlenmesi değerinin, sol görsel alanda sunulduğu koşulda sol hemisferde kaydedilen faz kilitlenmesi değerinden anlamlı düzeyde yüksek olduğu bulunmuştur. Sağ görsel alan koşulunda sağ hemisferden kaydedilen faz kilitlenmesi değerlerinin sol görsel alan koşulunda sol hemisferden kaydedilen değerlerden anlamlı şekilde yüksek olduğu görülmüştür.

Tablo 6.2.3.1.4.

Karşılaştırma				Ortalama Farkı	Standart Hata	df	t	p	pbonferroni
Görsel Yarı Alan	Hem	Görsel Yarı Alan	Hem						
Sol Görsel Alan	Sol Hem	- Sol Görsel Alan	Sağ Hem	-0,0338	0,0065	47,0000	-5,2349	< 0,001	< 0,001***
		- Sağ Görsel Alan	Sol Hem	-0,0318	0,0069	47,0000	-4,6195	< 0,001	< 0,001***
		- Sağ Görsel Alan	Sağ Hem	-0,0235	0,0070	47,0000	-3,3670	0,002	0,009**
	Sağ Hem	- Sağ Görsel Alan	Sol Hem	0,0020	0,0078	47,0000	0,2572	0,798	1,000
		- Sağ Görsel Alan	Sağ Hem	0,0103	0,0086	47,0000	1,1899	0,240	1,000
Sağ Görsel Alan	Sol Hem	- Sağ Görsel Alan	Sağ Hem	0,0083	0,0058	47,0000	1,4333	0,158	0,950

$p < 0,05$ *, $p < 0,01$ ***, $p < 0,001$ ***

Görsel yarı alan ve hemisfer faktörlerine ait tahmin edilmiş marjinal ortalamalar grafiği şekil 6.2.3.1.1.'de sunulmuştur.



Şekil 6.2.3.1.1. Sözel Sternberg görevi sırasında kaydedilen 2-9 Hz faz kilitlenmesi değerlerinin görsel yarı alan ve hemisfer faktörlerine ait tahmin edilmiş marjinal ortalamalar grafiği

BRİa ve Edinburgh el tercihi skorlarının 2-9 Hz bandındaki faz kitlenmesi yanıtları üzerinde anlamlı düzeyde etkilerinin bulunmasının ardından bu değişkenler ile her bir elektrot çiftine ait laterite katsayıları arasında korelasyon analizi yapılmıştır. Anlamlı düzeye ulaşan ilişkiler tablo 6.2.3.1.5'te sunulmuştur.

Tablo 6.2.3.1.5.

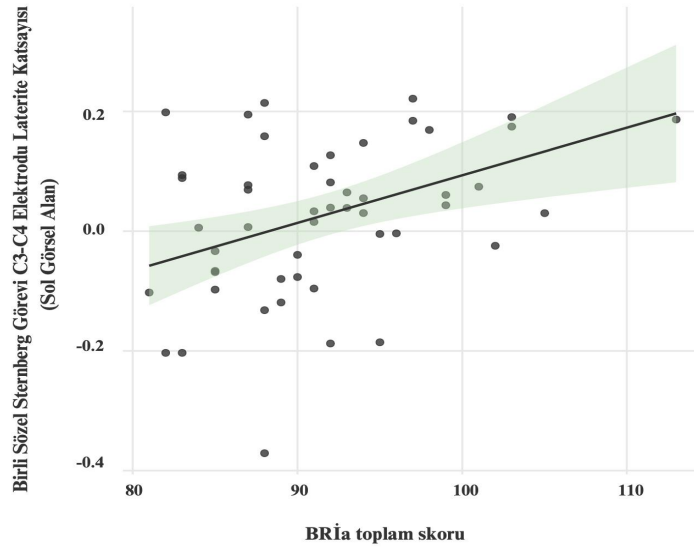
		BRİa Toplam Skoru	Edinburgh El Tercih
Birli Sözel Sternberg Görevi C3-C4 Elektrodu Laterite Katsayısı (Sol Görsel Alan)	Pearson Katsayısı	0,4045 **	-0,0824
	df	49	49
	<i>p</i>	0,003	0,565
Birli Sözel Sternberg Görevi F3-F4 Elektrodu Laterite Katsayısı (Sol Görsel Alan)	Pearson Katsayısı	0,3845 **	-0,0967
	df	49	49
	<i>p</i>	0,005	0,500
Birli Sözel Sternberg Görevi P3-P4 Elektrodu Laterite Katsayısı (Sol Görsel Alan)	Pearson Katsayısı	0,4434 **	-0,2006
	df	49	49
	<i>p</i>	0,001	0,158
Birli Sözel Sternberg Görevi P7-P8 Elektrodu Laterite Katsayısı (Sol Görsel Alan)	Pearson Katsayısı	0,4111 **	-0,1901
	df	49	49
	<i>p</i>	0,003	0,182
Birli Sözel Sternberg Görevi T7-T8 Elektrodu Laterite Katsayısı (Sol Görsel Alan)	Pearson Katsayısı	0,4545 ***	-0,1887
	df	49	49
	<i>p</i>	<0,001	0,185
Üçlü Sözel Sternberg Görevi P3-P4 Elektrodu Laterite Katsayısı (Sol Görsel Alan)	Pearson Katsayısı	0,3702**	0,0016
	df	49	49
	<i>p</i>	0,008	0,991
Üçlü Sözel Sternberg Görevi P7-P8 Elektrodu Laterite Katsayısı (Sol Görsel Alan)	Pearson Katsayısı	0,3855**	-0,0597
	df	49	49
	<i>p</i>	0,005	0,677

$p < 0,05$ *, $p < 0,01$ ** , $p < 0,001$ ***

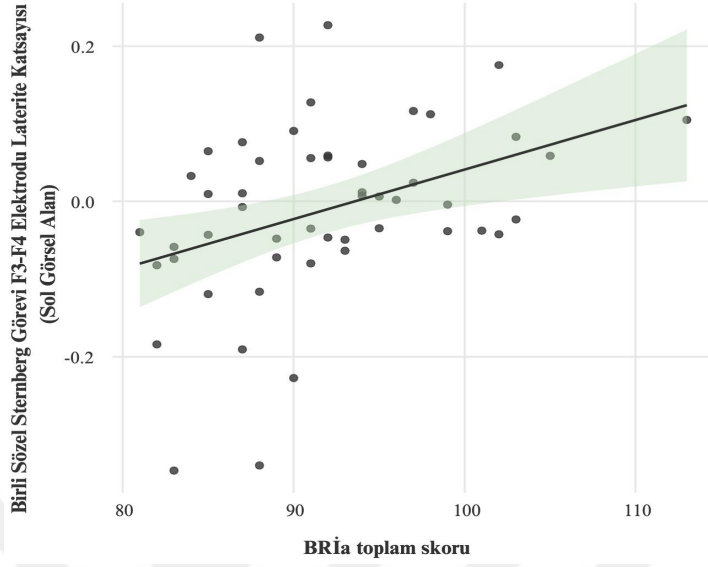
BRİa skoru ile laterite katsayıları arasında yapılan korelasyon analizinin sonuçlarına göre, birli sözel Sternberg görevi esnasında sol görsel alanda uyaran sunumu yapıldığı koşulda 2-9 Hz bandındaki olaya ilişkin faz kilitlenmesi yanıtlarına ait laterite katsayısı ile BRİa skorunun anlamlı düzeyde ilişkili olduğu elektrot çiftleri tablo 6.2.3.1.5.'de sunulduğu şekildedir.

Birli sözel Sternberg görevinin sol görsel alan koşulundaki her bir elektrot çiftine ait lateralite katsayısı ile BRİa skoru arasındaki anlamlı düzeye ulaşan ilişkiler, şekil 6.2.3.1.2., şekil 6.2.3.1.3., şekil 6.2.3.1.4., şekil 6.2.3.1.5. ve şekil 6.2.3.1.6'da sunulmuş; üçlü Sternberg görevinin sol görsel alan koşulundaki her bir elektrot çiftine ait lateralite katsayısı ile BRİa skoru arasındaki anlamlı düzeye

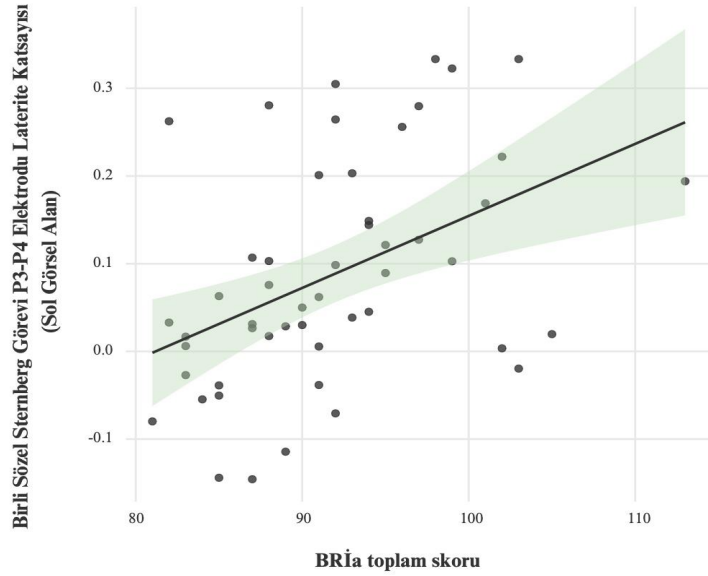
ulaşan ilişkiler, şekil 6.2.3.1.7. ve şekil 6.2.3.1.8.'de sunulmuştur. O1-O2 elektrot çiftine ait lateralite katsayısı ile BRİa skoru arasındaki ilişkinin zayıf olması sebebiyle saçılım grafiği verilmemiştir. Bunlara ek olarak, birli ve üçlü sözel Sternberg görevleri esnasında P3, P4, P7 ve P8 elektrotlarından kaydedilen faz kilitlenmesi değerlerinin uyarıların sol ve sağ görsel alanda sunuldukları koşullara ait büyük ortalamaları şekil 6.2.3.1.9., şekil 6.2.3.1.10., şekil 6.2.3.1.11. ve şekil 6.2.3.1.12.'de sunulmuştur.



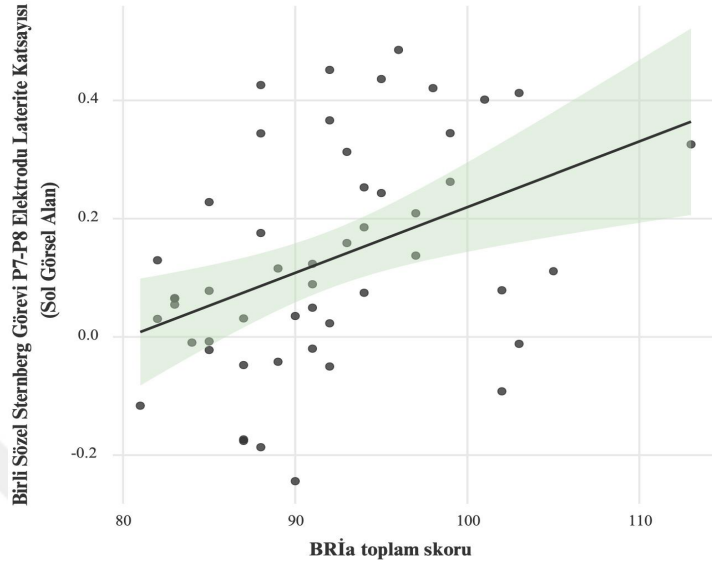
Şekil 6.2.3.1.2. Birli sözel Sternberg görevi, sol görsel alan koşulunda C3-C4 elektrotlarından kaydedilen 2-9 Hz faz kilitlenmesi değerlerine ait lateralite katsayısı ile BRİa skoru arasındaki ilişkinin saçılım grafiği ($r = 0,4045$, $p = 0,003$).



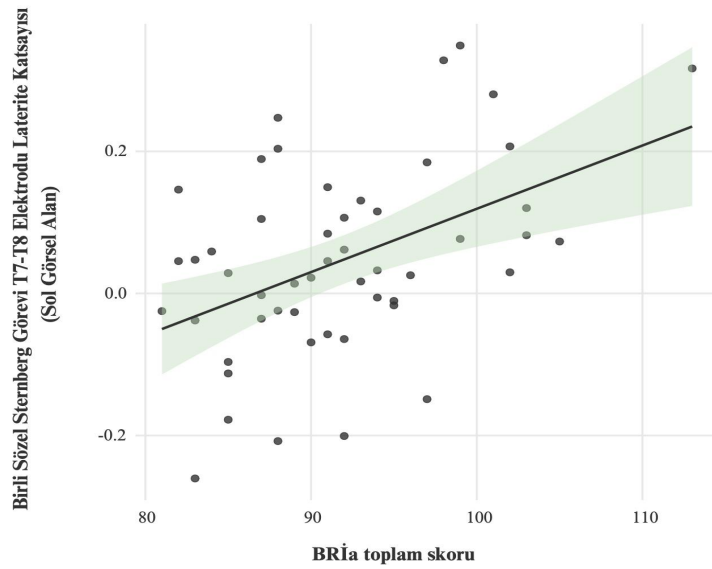
Şekil 6.2.3.1.3. Birli sözel Sternberg görevi, sol görsel alan koşulunda F3-F4 elektrotlarından kaydedilen 2-9 Hz faz kilitlemesi değerlerine ait lateralite katsayısı ile BRİa skoru arasındaki ilişkinin saçılım grafiği ($r = 0,3845, p = 0,005$).



Şekil 6.2.3.1.4. Birli sözel Sternberg görevi, sol görsel alan koşulunda P3-P4 elektrotlarından kaydedilen 2-9 Hz faz kilitlemesi değerlerine ait lateralite katsayısı ile BRİa skoru arasındaki ilişkinin saçılım grafiği ($r = 0,4434, p = 0,001$).

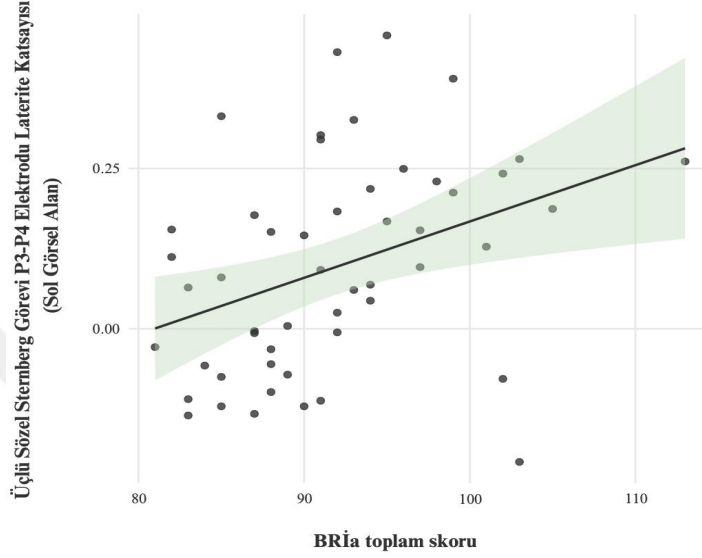


Şekil 6.2.3.1.5. Birli sözel Sternberg görevi, sol görsel alan koşulunda P7-P8 elektrotlarından kaydedilen 2-9 Hz faz kilitlemesi değerlerine ait lateralite katsayısı ile BRİa skoru arasındaki ilişkinin saçılım grafiği ($r = 0,4111$, $p = 0,003$).

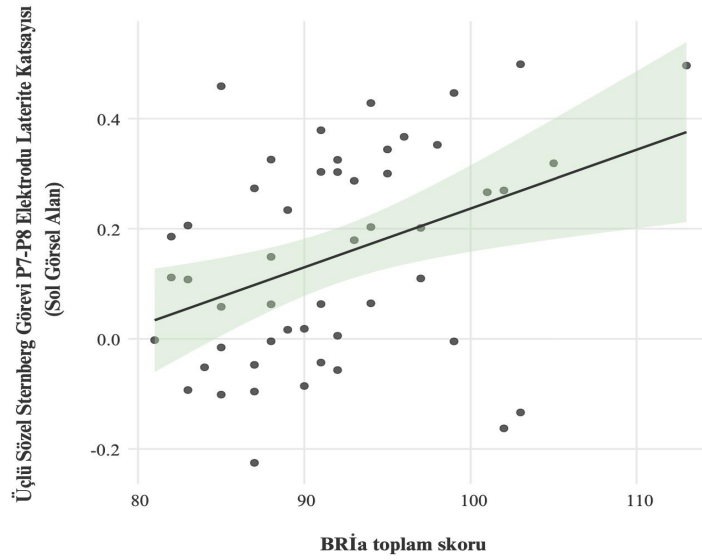


Şekil 6.2.3.1.6. Birli sözel Sternberg görevi, sol görsel alan koşulunda T7-T8 elektrotlarından kaydedilen 2-9 Hz faz kilitlemesi değerlerine ait lateralite

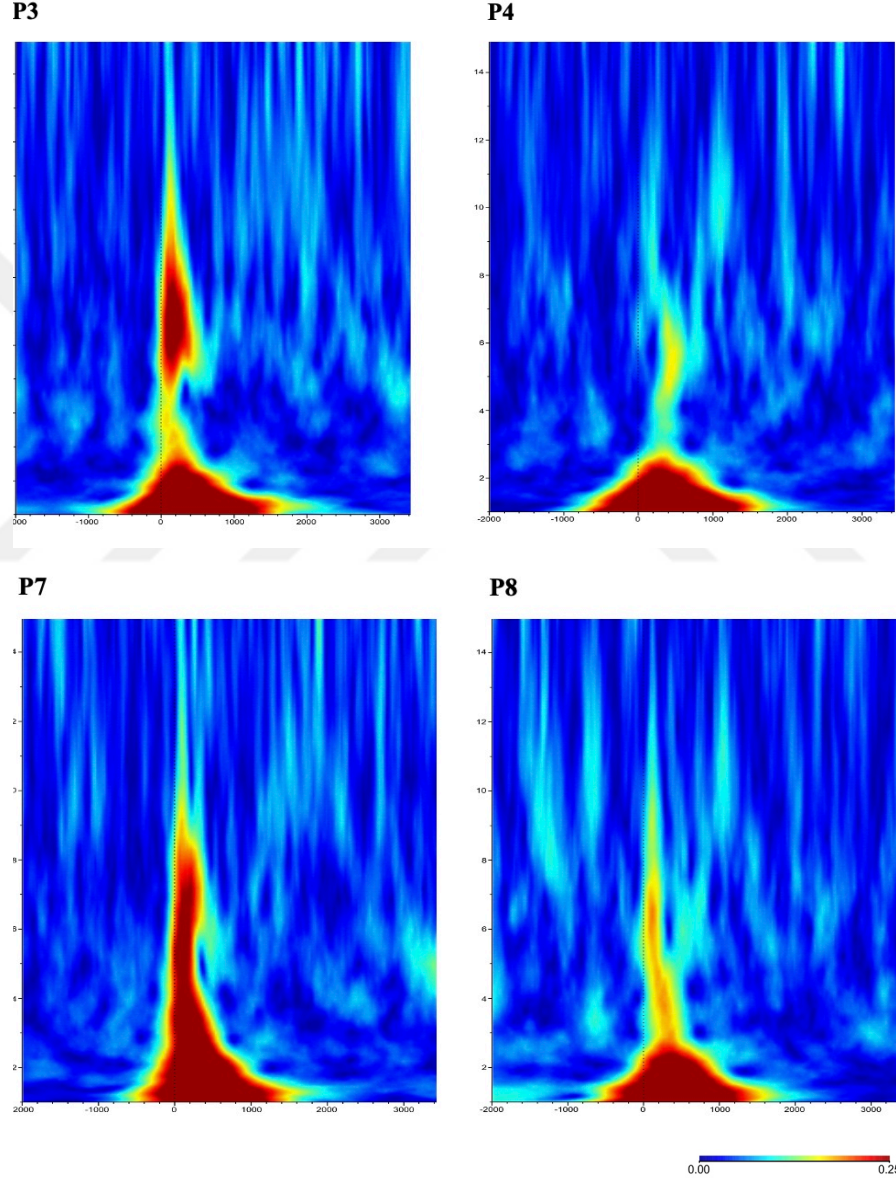
katsayısı ile BRİa skoru arasındaki ilişkinin saçılım grafiği ($r = 0,4545$, $p = <0,001$).



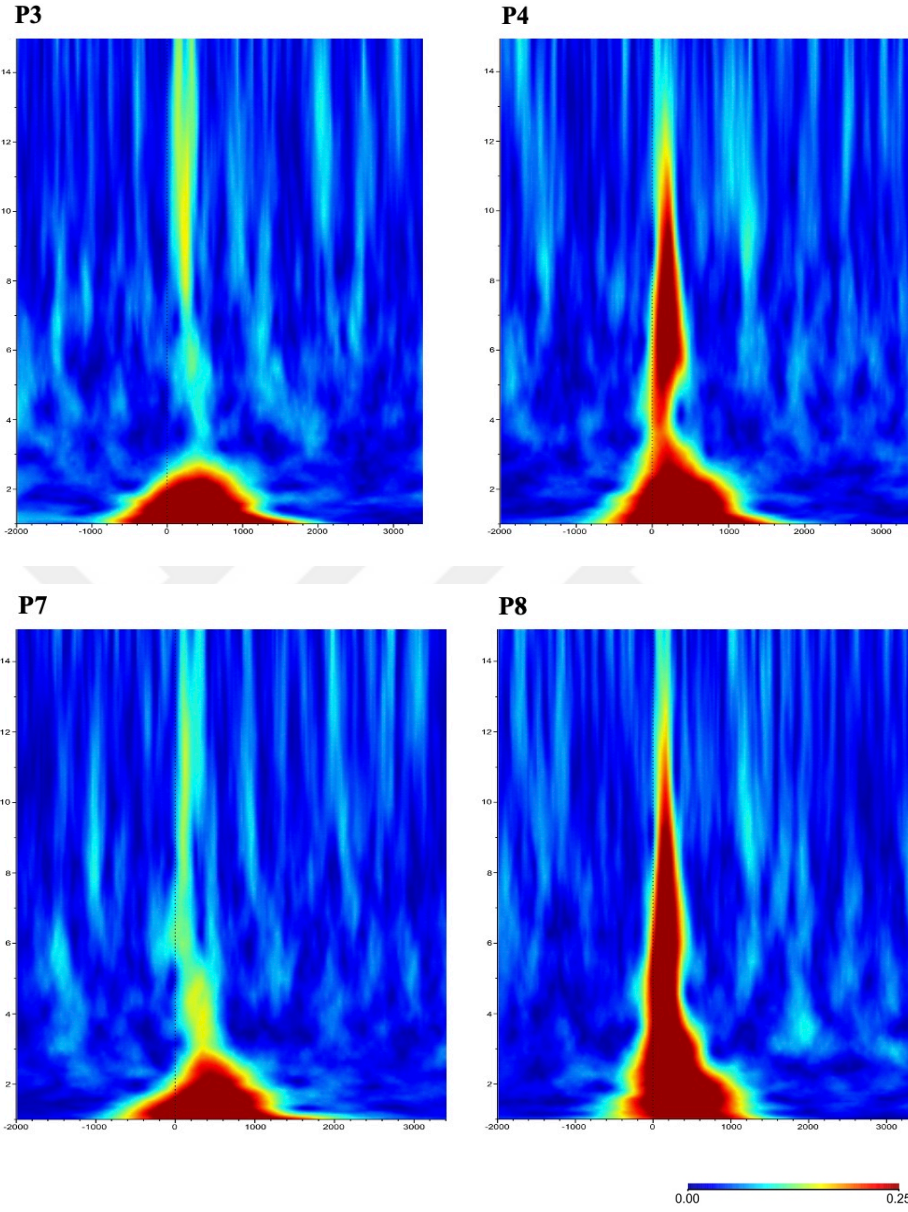
Şekil 6.2.3.1.7. Üçlü sözel Sternberg görevi, sol görsel alan koşulunda P3-P4 elektrotlarından kaydedilen 2-9 Hz faz kilitlenmesi değerlerine ait lateralite katsayısı ile BRİa skoru arasındaki ilişkinin saçılım grafiği ($r = 0,3702$, $p = 0,008$).



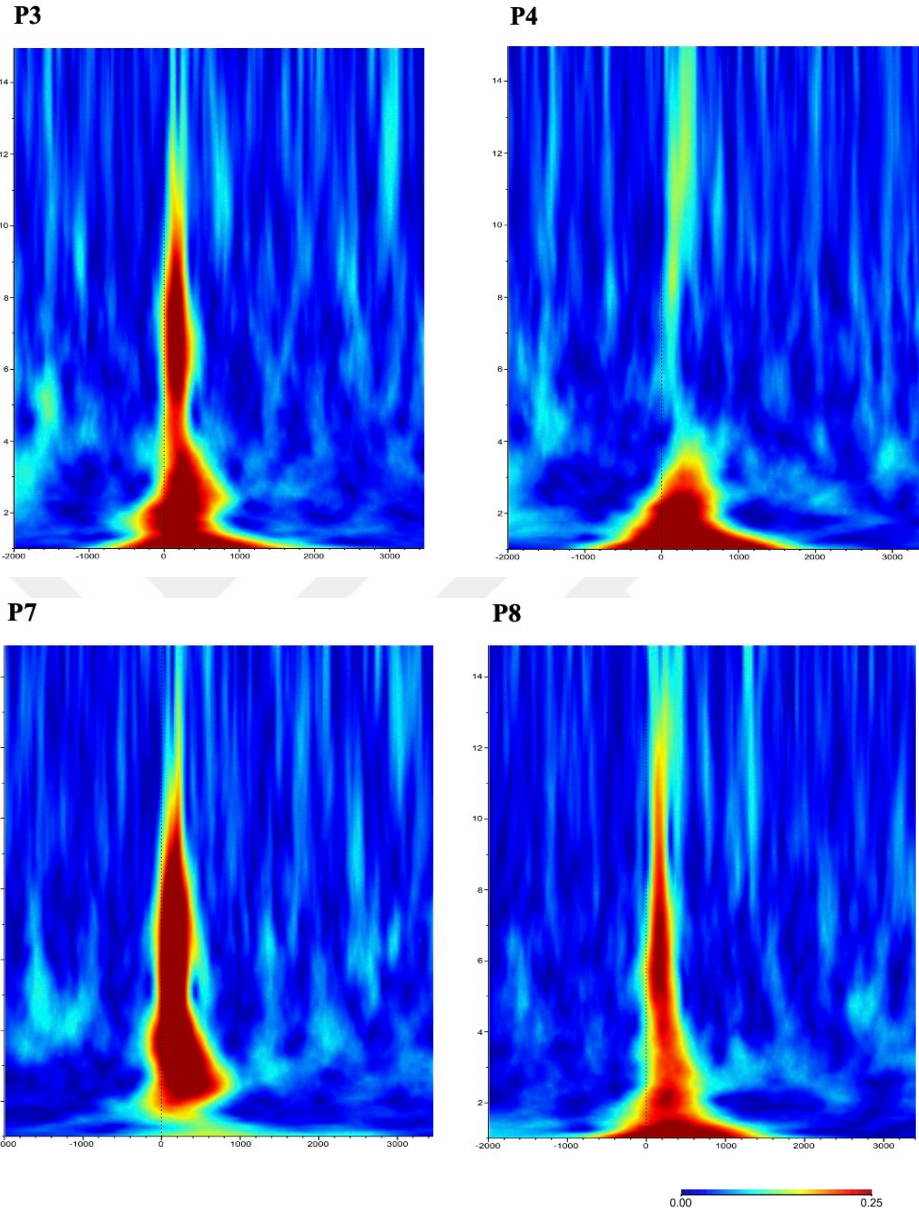
Şekil 6.2.3.1.8. Üçlü sözel Sternberg görevi, sol görsel alan koşulunda P7-P8 elektrotlarından kaydedilen 2-9 Hz faz kilitlemesi değerlerine ait lateralite katsayısı ile BRİa skoru arasındaki ilişkinin saçılım grafiği ($r = 0,3855$, $p = 0,005$).



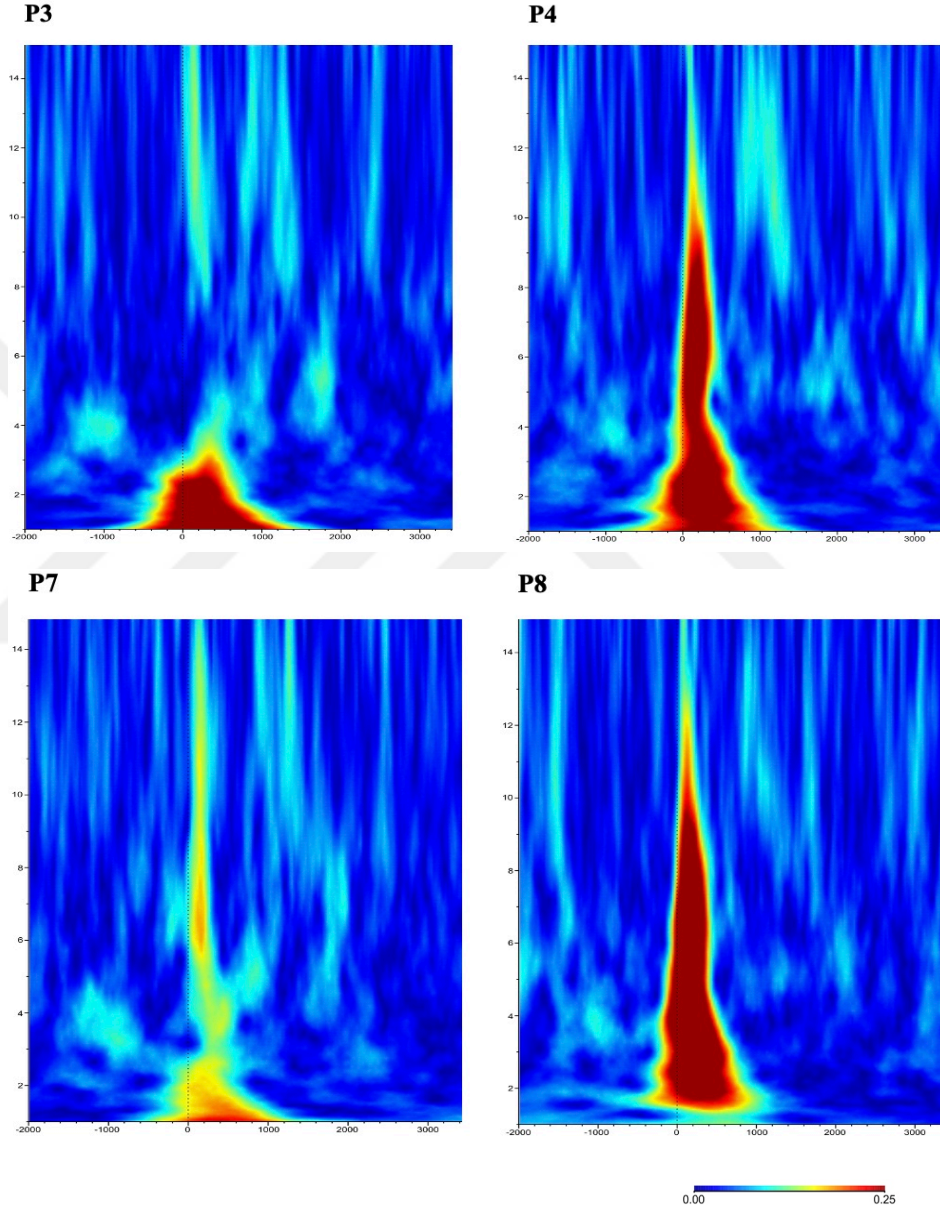
Şekil 6.2.3.1.9. Birli sözel Sternberg görevi esnasında P3, P4, P7 ve P8 elektrotlarından kaydedilen faz kilitlemesi değerlerinin sağ görsel alanda uyarın sunumu yapılan koşula ait büyük ortalamaları (2-9 Hz, 0-300 milisaniye)



Şekil 6.2.3.1.10. Birli sözel Sternberg görevi esnasında P3, P4, P7 ve P8 elektrotlarından kaydedilen faz kilitlemesi değerlerinin sol görsel alanda uyarın sunumu yapılan koşula ait büyük ortalamaları (2-9 Hz, 0-300 milisaniye)



Şekil 6.2.3.1.11. Üçlü sözel Sternberg görevi esnasında P3, P4, P7 ve P8 elektrotlarından kaydedilen faz kilitlemesi değerlerinin sağ görsel alanda uyarın sunumu yapılan koşula ait büyük ortalamaları (2-9 Hz, 0-300 milisaniye)



Şekil 6.2.3.1.12. Üçlü sözel Sternberg görevi esnasında P3, P4, P7 ve P8 elektrotlarından kaydedilen faz kilitlemesi değerlerinin sol görsel alanda uyarın sunumu yapılan koşula ait büyük ortalamaları (2-9 Hz, 0-300 milisaniye)

6.2.3.2. Görsel-uzamsal Sternberg görevi için delta, teta ve erken alfa bileşik yanıtlarının (2-9 Hz) faz kilitlenmesi analizi sonuçları

Görsel-uzamsal Sternberg görevi esnasında kaydedilen 2-9 Hz yanıtlarına ait olaya ilişkin faz kilitlenmesi değerleri için de sözel Sternberg görevindeki faz kilitlenmesi ve güç yanıtları ile aynı analizler gerçekleştirilmiştir. Görev zorluğu, görsel yarı alan, lokasyon ve hemisfer gibi grup içi faktörlere ek olarak, BRİa, Edinburgh El Tercihi ve Waterloo Ayak Tercihi ölçeklerine ait puanların kovaryant olarak dahil edilmesiyle Tekrarlı Ölçümler ANOVA Testi gerçekleştirilmiştir. Sonuçlara göre, anlamlılık düzeyine ulaşan temel etki olmadığı görülmüştür. Anlamlı etkileşimler şu şekildedir: Görsel Yarı Alan * Hemisfer, Görev Zorluğu * Lokasyon * Hemisfer ve Görsel Yarı Alan * Lokasyon * Hemisfer. Bunun yanında, Görsel Yarı Alan * Hemisfer * BRİa ve Görev Zorluğu * Lokasyon * BRİa etkileşimleri anlamlı düzeye ulaşmıştır, ancak BRİa skorunun belirli düzeyleri olmayan sürekli bir değişken olması sebebiyle bu etkileşimler post hoc testler kullanılarak incelenememiştir. BRİa skorunun EEG verisi ile olan ilişkisi, daha önceki analizlerde de yapıldığı gibi BRİa skoru ile lateralite katsayıları arasında korelasyon analizi yapılarak incelenmiştir. Tekrarlı ölçümler ANOVA analizine ait sonuçlar tablo 6.2.3.2.1.'de sunulmuştur.

Tablo 6.2.3.2.1.

	Küresellik Düzeltmesi	Kareler Toplamı	df	Ortalama Kareler	F	p	η^2p
Görev Zorluğu	Greenhouse-Geisser	0,0760	1,0000	0,0760	2,9715	0,091	0,0595
Görsel Yarı Alan	Greenhouse-Geisser	0,0048	1,0000	0,0048	0,2697	0,606	0,0057
Lokasyon	Greenhouse-Geisser	0,0468	2,4087	0,0194	0,7039	0,522	0,0148
Hemisfer	Greenhouse-Geisser	0,0127	1,0000	0,0127	0,9870	0,326	0,0206
Görsel Yarı Alan * Hemisfer	Greenhouse-Geisser	0,1041	1,0000	0,1041	7,5876	0,008**	0,1390
Görsel Yarı Alan * Hemisfer * BRİa	Greenhouse-Geisser	0,1432	1,0000	0,1432	10,4414	0,002**	0,1818
Görev Zorluğu * Lokasyon * Hemisfer	Greenhouse-Geisser	0,0167	5,1032	0,0033	2,6515	0,023*	0,0534
Görev Zorluğu * Lokasyon * BRİa	Greenhouse-Geisser	0,0210	5,1032	0,0041	3,3370	0,006**	0,0663
Görsel Yarı Alan * Lokasyon * Hemisfer	Greenhouse-Geisser	0,0740	2,7703	0,0267	3,8629	0,013*	0,0759

$p < 0,05$ *, $p < 0,01$ ***, $p < 0,001$ ****

Kovaryant olarak eklenen BRİa, Edinburgh El Tercihi skorlarının 2-9 Hz bandındaki olaya ilişkin faz kilitlemesi yanıtları üzerinde anlamlı düzeyde etkisi olmadığı bulunmuştur ($p > 0,05$). Sonuçlar tablo 6.2.3.2.2’de sunulmuştur.

Tablo 6.2.3.2.2.

	Kareler Toplamı	df	Ortalama Kareler	F	p	η^2p
BRİa	0,2747	1	0,2747	2,3328	0,133	0,0473
EHI	0,0954	1	0,0954	0,8102	0,373	0,0169
WFQ	0,0084	1	0,0084	0,071	0,791	0,0015
Artık	5,5346	47	0,1178			

$p < 0,05$ *, $p < 0,01$ ***, $p < 0,001$ ****

Anlamli etkileşimler post hoc testlerle karşılaştırılmış, Bonferroni düzeltmesi yapılmış p değerleri rapor edilmiştir. Post hoc karşılaştırmalar Görsel Yarı Alan * Hemisfer, Görev Zorluğu * Lokasyon * Hemisfer ve Görsel Yarı Alan * Lokasyon * Hemisfer etkileşimleri için yapılmıştır. Görsel Yarı Alan * Hemisfer karşılaştırmasının sonuçları tablo 6.2.3.2.3.'te sunulmuştur. Görev Zorluğu * Lokasyon * Hemisfer ve Görsel Yarı Alan * Lokasyon * Hemisfer karşılaştırmalarına ait tablolarının uzun olması sebebiyle bu etkileşimlere ait post hoc sonuçları tablo şeklinde verilmemiş, anlamlılık düzeyine ulaşan ikili karşılaştırmalar rapor edilmiştir.

Tablo 6.2.3.2.3.

Görsel Yarı Alan	Karşılaştırma			Ortalama Farkı	Standart Hata	df	t	p	pbonferroni
	Hemisfer	Görsel Yarı Alan	Hemisfer						
Sol Görsel Yarı Alan	Sol Hem	Sol Görsel Yarı Alan	Sağ Hem	-0,0407	0,0057	47,0000	-7,0714	<,001	<,001***
		Sağ Görsel Yarı Alan	Sol Hem	-0,0238	0,0067	47,0000	-3,5730	<,001	0,005**
		Sağ Görsel Yarı Alan	Sağ Hem	-0,0105	0,0062	47,0000	-1,6992	0,096	0,575
	Sağ Hem	Sağ Görsel Yarı Alan	Sol Hem	0,0169	0,0069	47,0000	2,4365	0,019	0,112
		Sağ Görsel Yarı Alan	Sağ Hem	0,0301	0,0067	47,0000	4,5211	<,001	<,001***
Sağ Görsel Yarı Alan	Sol Hem	Sağ Görsel Yarı Alan	Sağ Hem	0,0133	0,0064	47,0000	2,0643	0,045	0,267

$p < 0,05$ *, $p < 0,01$ ***, $p < 0,001$ ***

Görev Zorluğu * Lokasyon * Hemisfer karşılaştırmasına ait sonuçlarda, birli görsel-uzamsal Sternberg görevinde P7 elektrodundan kaydedilen faz kilitlemesi yanıtlarının F3 ($p = 0,003$), C3 ($p < 0,001$) ve T7 ($p < 0,001$) elektrotlarından anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu bulunmuştur. Birli görsel-uzamsal Sternberg görevinde P8 elektrodundan kaydedilen faz kilitlemesi yanıtları incelendiğinde, F4 ($p < 0,001$), F8 ($p < 0,001$), C4 ($p < 0,001$), T8 ($p < 0,001$) ve P4 ($p = 0,016$) elektrotlarından anlamlı şekilde daha yüksek olduğu görülmüştür. Üçlü görsel-uzamsal Sternberg görevinde P7 elektrodundan

kaydedilen faz kilitlenmesi yanıtlarının F3 ($p = 0,002$), C3 ($p = 0,017$) ve T7 ($p < 0,001$) elektrotlarından kaydedilen değerlere kıyasla anlamlı şekilde daha yüksek olduğu bulunmuştur. Aynı koşulda P8 elektrodundan kaydedilen değerlerin F4 ($p < 0,001$), F8 ($p < 0,001$), C4 ($p < 0,001$) ve T8 ($p < 0,001$) elektrotlarındaki değerlerden anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu görülmüştür. Birli ve üçlü koşullarda tüm elektrotlardan kaydedilen faz kilitlenmesi değerlerinin ortalamaları tablo 6.2.3.2.4.'te verilmiştir.



Tablo 6.2.3.2.4.

Hemisfer	Görev Zorluğu	Lokasyon	Ortalama	Standart Hata	95% Güven Aralığı	
					Alt	Üst
Sol Hem	Birli Bellek Seti	F3-F4	0,2687	0,0071	0,2545	0,2829
		F7-F8	0,2702	0,0072	0,2557	0,2847
		C3-C4	0,2635	0,0072	0,2491	0,2780
		T7-T8	0,2608	0,0071	0,2465	0,2752
		P3-P4	0,3004	0,0092	0,2820	0,3189
		P7-P8	0,3213	0,0099	0,3014	0,3411
	Üçlü Bellek Seti	O1-O2	0,3148	0,0095	0,2957	0,3339
		F3-F4	0,2848	0,0080	0,2686	0,3010
		F7-F8	0,2974	0,0102	0,2769	0,3179
		C3-C4	0,2962	0,0094	0,2772	0,3151
		T7-T8	0,2848	0,0092	0,2663	0,3033
		P3-P4	0,3387	0,0135	0,3115	0,3658
		P7-P8	0,3447	0,0119	0,3207	0,3687
		O1-O2	0,3475	0,0127	0,3221	0,3730
Sağ Hem	Birli Bellek Seti	F3-F4	0,2711	0,0072	0,2565	0,2856
		F7-F8	0,2777	0,0072	0,2633	0,2921
		C3-C4	0,2759	0,0079	0,2600	0,2917
		T7-T8	0,2818	0,0085	0,2647	0,2990
		P3-P4	0,3125	0,0108	0,2909	0,3342
		P7-P8	0,3558	0,0122	0,3311	0,3804
	Üçlü Bellek Seti	O1-O2	0,3276	0,0094	0,3087	0,3464
		F3-F4	0,2838	0,0079	0,2680	0,2997
		F7-F8	0,2935	0,0088	0,2759	0,3112
		C3-C4	0,3072	0,0088	0,2895	0,3249
		T7-T8	0,2939	0,0087	0,2764	0,3114
		P3-P4	0,3595	0,0129	0,3335	0,3855
		P7-P8	0,3839	0,0150	0,3538	0,4141
		O1-O2	0,3614	0,0132	0,3348	0,3880

Görsel Yarı Alan * Lokasyon * Hemisfer karşılaştırmasına ait sonuçlarda, birli ve üçlü görsel-uzamsal Sternberg görevlerinde sol görsel alanda uyaran sunumu yapılan koşullarda T8 elektrodu T7 elektrodundan ($p = 0,024$); P4 elektrodu P3 elektrodundan ($p < 0,001$); P8 elektrodu P7 elektrodundan ($p < 0,001$); O2 elektrodu ise O1 elektrodundan ($p < 0,001$) anlamlı düzeyde yüksek faz kilitlemesi değerlerine sahiptirler. Sağ görsel alanda uyaran sunumu yapılan

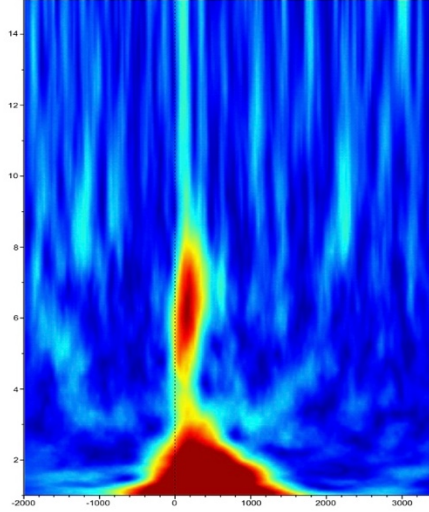
koşullarda, elektrot karşılaştırmalarında görülen anlamlı düzeydeki hemisferik farklar Bonferroni düzeltilmesinden sonra kaybolmuştur. BRİa skoru ile lateralite katsayıları arasında yapılan korelasyon analizine ait sonuçlar tablo 6.2.3.2.5.'te verilmiştir. Birli ve üçlü görsel-uzamsal Sternberg görevi esnasında P3, P4, P7 ve P8 elektrotlarından kaydedilen faz kilitlenmesi değerlerine ait büyük ortalamalar, şekil 6.2.3.2.1., şekil 6.2.3.2.2., şekil 6.2.3.2.3., ve şekil 6.2.3.2.4'te verilmiştir.

Tablo 6.2.3.2.5.

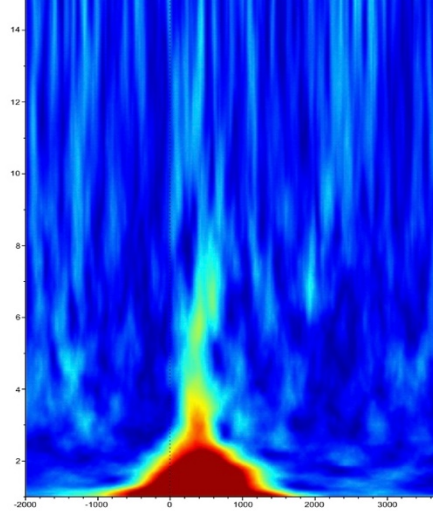
		BRİa Toplam Skoru
Birli Görsel-Uzamsal Sternberg Görevi P3-P4 Elektrodu Laterite Katsayısı (Sol Görsel Alan)	Pearson Katsayısı	0,3238*
	df	49
	<i>p</i>	0,020
Birli Görsel-Uzamsal Sternberg Görevi O1-O2 Elektrodu Laterite Katsayısı (Sağ Görsel Alan)	Pearson Katsayısı	-0,4293**
	df	49
	<i>p</i>	0,002
Birli Görsel-Uzamsal Sternberg Görevi P3-P4 Elektrodu Laterite Katsayısı (Sağ Görsel Alan)	Pearson Katsayısı	-0,4105 **
	df	49
	<i>p</i>	0,003
Üçlü Görsel-Uzamsal Sternberg Görevi P7-P8 Elektrodu Laterite Katsayısı (Sol Görsel Alan)	Pearson Katsayısı	0,3257 *
	df	49
	<i>p</i>	0,020
Üçlü Görsel-Uzamsal Sternberg Görevi O1-O2 Elektrodu Laterite Katsayısı (Sağ Görsel Alan)	Pearson Katsayısı	-0,2901*
	df	49
	<i>p</i>	0,039
Üçlü Görsel-Uzamsal Sternberg Görevi P3-P4 Elektrodu Laterite Katsayısı (Sağ Görsel Alan)	Pearson Katsayısı	-0,3353*
	df	49
	<i>p</i>	0,016

$p < 0,05$ *, $p < 0,01$ ** , $p < 0,001$ ***

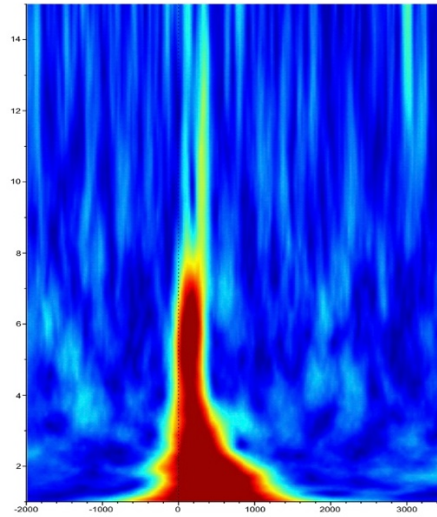
P3



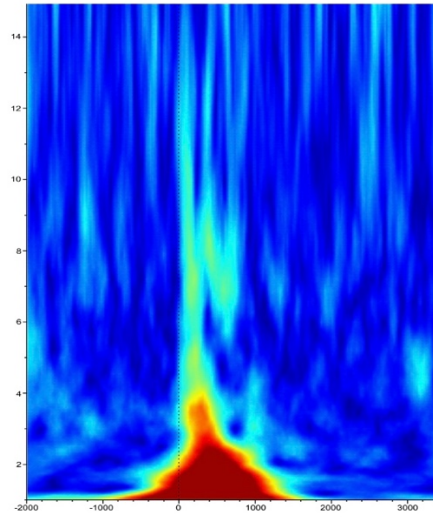
P4



P7

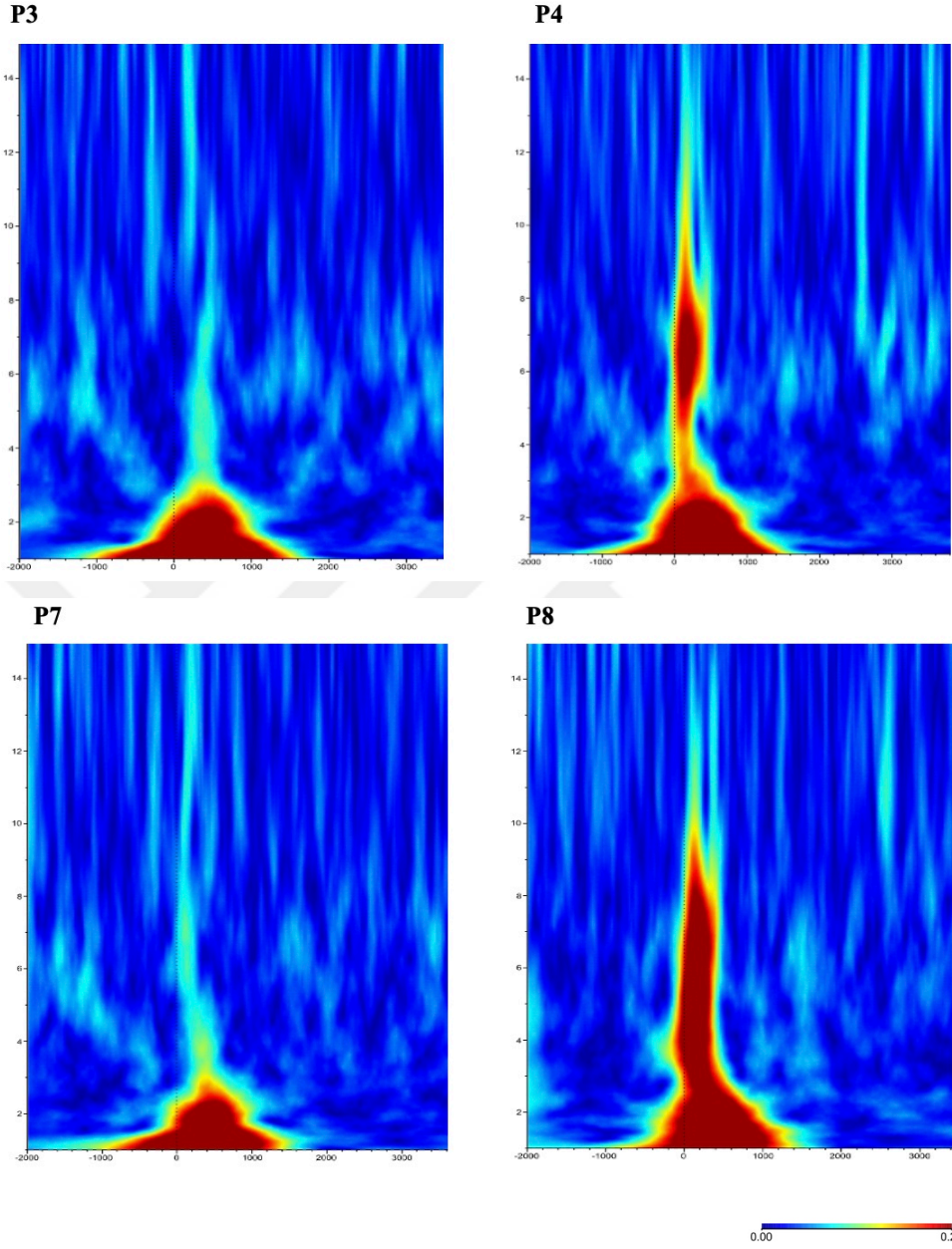


P8

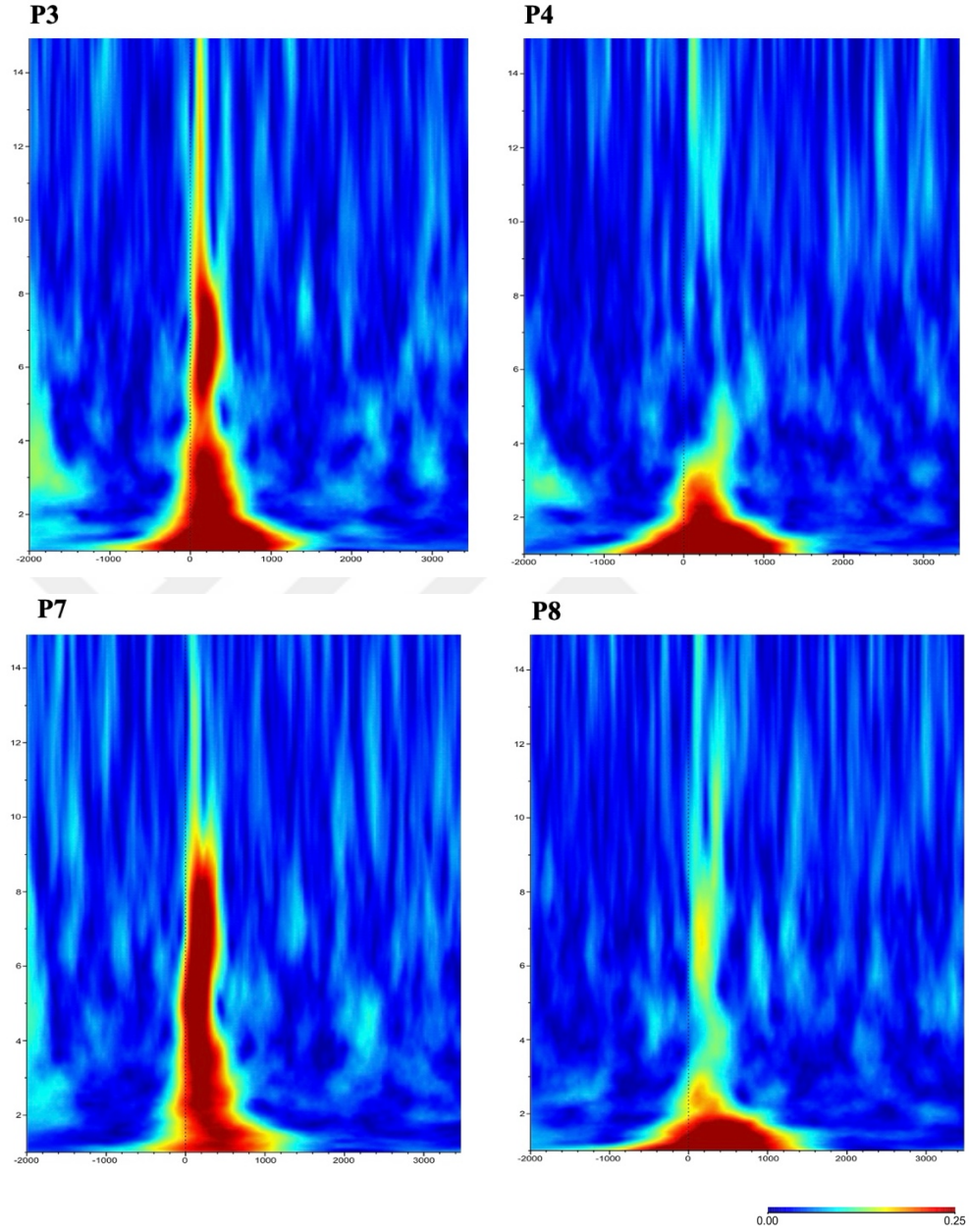


0.00 0.25

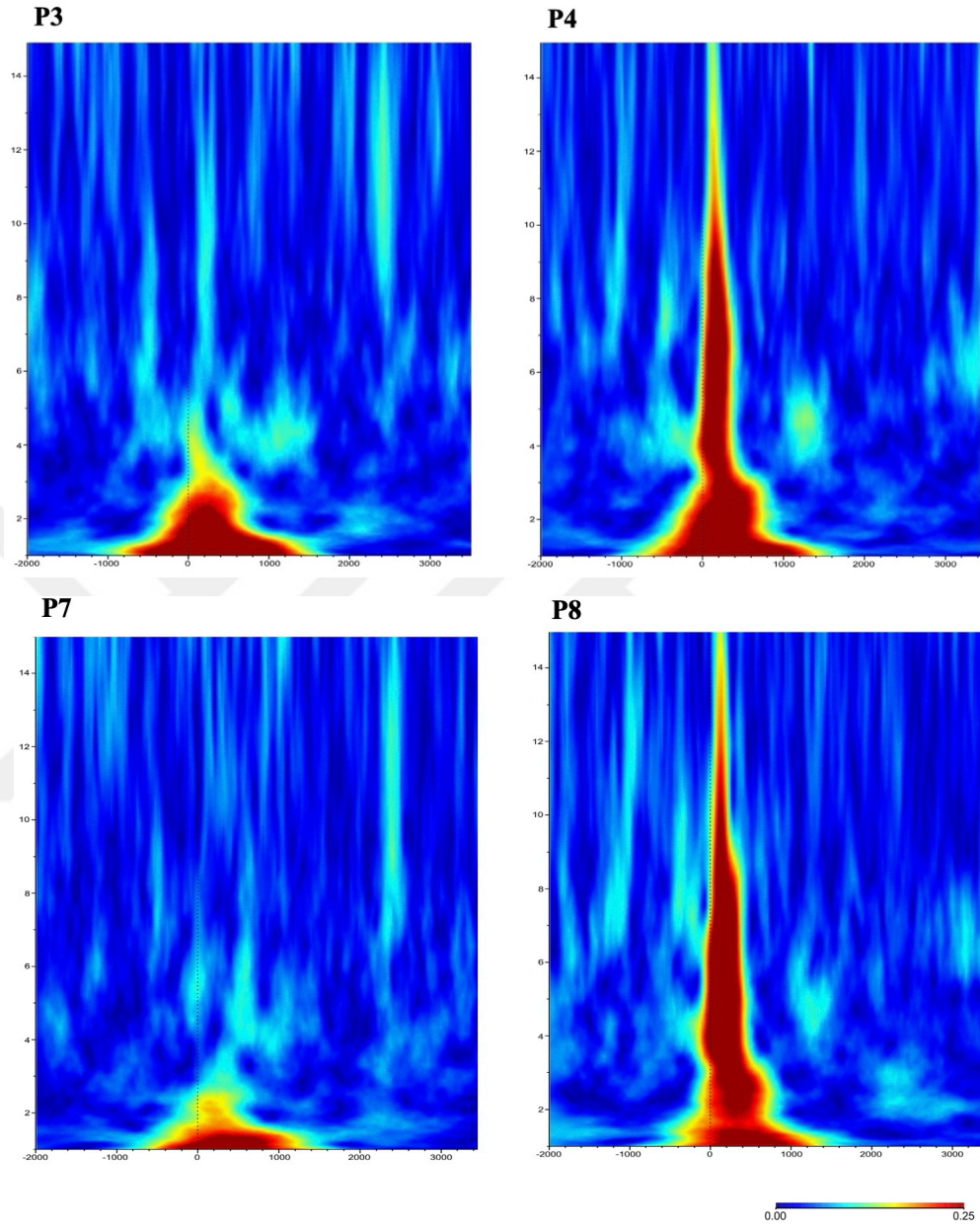
Şekil 6.2.3.2.1. Birli görsel-uzamsal Sternberg görevi esnasında P3, P4, P7 ve P8, elektrotlarından kaydedilen faz kilitlemesi değerlerinin sağ görsel alanda uyarın sunumu yapılan koşula ait büyük ortalamaları (2-9 Hz, 0-300 milisaniye)



Şekil 6.2.3.2.2. Birli görsel-uzamsal Sternberg görevi esnasında P3, P4, P7 ve P8, elektrotlarından kaydedilen faz kilitlemesi değerlerinin sol görsel alanda uyarın sunumu yapılan koşula ait büyük ortalamaları (2-9 Hz, 0-300 milisaniye)



Şekil 6.2.3.2.3. Üçlü görsel-uzamsal Sternberg görevi esnasında P3, P4, P7 ve P8, elektrotlarından kaydedilen faz kilitlemesi değerlerinin sağ görsel alanda uyaran sunumu yapılan koşula ait büyük ortalamaları (2-9 Hz, 0-300 milisaniye)

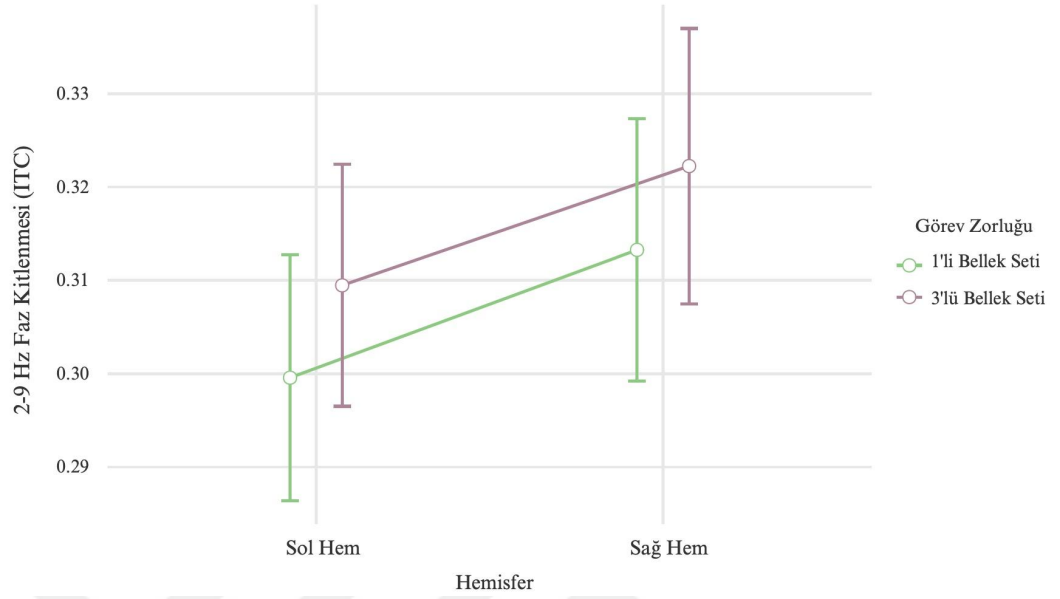


Şekil 6.2.3.2.4. Üçlü görsel-uzamsal Sternberg görevi esnasında P3, P4, P7 ve P8, elektrotlarından kaydedilen faz kilitlenmesi değerlerinin sol görsel alanda uyaran sunumu yapılan koşula ait büyük ortalamaları (2-9 Hz, 0-300 milisaniye)

6.3. Görevlerin Karşılaştırması (Faz Kilitlenmesi Yanıtları)

Sözel ve görsel-uzamsal görevlerdeki hemisfer baskınlığının değerlendirilebilmesi açısından, her iki görev esnasında kaydedilen faz kilitlenmesi yanıtlarının dahil olduğu tekrarlı ölçümler ANOVA analizleri gerçekleştirilmiştir. Görev, görev zorluğu, görsel yarı alan, lokasyon ve hemisfer faktörleri grup içi; BRİa, Edinburgh El Tercihi ve Waterloo Ayak Tercihi ölçeklerine ait puanlar ise kovaryant olarak dahil edilmiştir.

Sonuçlara göre, anlamlılık düzeyine ulaşan bir temel etki olmadığı görülmüştür. Bunun yanında, Görev Zorluğu * Hemisfer ($F(1, 47) = 13,8983; p < 0,001; \eta_p^2 = 0,2282$) ve Görsel Yarı Alan * Hemisfer ($F(1, 47) = 11,7879; p = 0,001; \eta_p^2 = 0,2005$) etkileşimlerinin anlamlı olduğu bulunmuştur. Kovaryant olarak dahil edilen BRİa skorunun ($F(1, 47) = 4,6755; p = 0,036; \eta_p^2 = 0,0905$) 2-9 Hz bandındaki olaya ilişkin faz kilitlenmesi yanıtları üzerinde anlamlı düzeyde etkisi olduğu bulunmuştur. Öte yandan, Edinburgh El Tercihi ve Waterloo Ayak Tercihi skorlarının etkilerinin anlamlı düzeye ulaşmadığı görülmüştür. Anlamlı etkileşimler için yürütülen post hoc testler ile yapılan karşılaştırmalar sonucunda: birli ve üçlü görevlerde kaydedilen faz kilitlenmesi değerlerinin hemisferler arasında anlamlı şekilde farklı olduğu bulunmuştur. Birli görevlerde, sağ hemisferden kaydedilen değerlerin sol hemisferden kaydedilen değerlerden anlamlı şekilde yüksek olduğu görülmüştür ($p = 0,014$). Benzer şekilde, üçlü görevlerde de sağ hemisferden kaydedilen değerlerin sol hemisferden kaydedilen değerlerden anlamlı şekilde yüksek olduğu görülmüştür ($p = 0,014$). Bu karşılaştırmalara ait grafik şekil 6.3.1.'de sunulmuştur.



Şekil 6.3.1. Sözel ve görsel-uzamsal Sternberg görevlerinin birli ve üçlü koşulları esnasında kaydedilen 2-9 Hz faz kilitlemesi yanıtlarının hemisferler arasındaki karşılaştırmasına ait grafik

6.4. Davranışsal Performans ile EEG bulgularının ilişkisi

Sözel ve görsel-uzamsal Sternberg görevlerinde kaydedilen isabet ve yanlış alarm oranları ile d' değerleri kullanılarak, EEG ve davranış ilişkisi tüm bu davranışsal performans parametreleri için ayrı ayrı incelenmiştir. Bunun yanında, davranışsal performansın laterite katsayısı ile anlamlı düzeyde ilişki gösterdiği elektrot çiftlerinde baskın olan elektrota spesifik olarak Spearman Korelasyon analizleri yürütülmüş ve ilgili sonuçlar raporlanmıştır. Değişkenlerden birinin normal dağılıma uygun (laterite katsayısı), diğerinin ise uygun olmaması (isabet oranı, yanlış alarm oranı ve d' değeri) ve örneklemin orta büyüklükte olması ($N = 51$) sebepleri göz önünde bulundurularak Spearman Korelasyon analizi tercih edilmiştir.

Sözel Sternberg görevlerinde 2-9 Hz güç yanıtları için yapılan korelasyon analizleri sonucunda, isabet oranı ve d' değerine ait ilişkilerden bazılarının anlamlı olduğu görülmüştür. Birli bellek seti olan görevde uyarının sağ görsel alanda sunulduğu koşulda F7-F8 elektrot çiftinden kaydedilen güç yanıtlarına ait laterite

katsayısının bu koşuldaki isabet oranı ile anlamlı düzeyde ilişkili olduğu bulunmuştur ($r_s(51) = -.34, p = .02$). Bunun yanında, üçlü sözel Sternberg görevinde uyaranların sol görsel alanda sunulduğu koşul esnasında P3-P4 elektrotlarından kaydedilen güç değerleri ile hesaplanmış olan laterite katsayısının, bu koşuldaki isabet oranı ($r_s(51) = .38, p = .01$) ve d' değeri ile ($r_s(51) = .37, p = .01$) anlamlı düzeyde ilişkisi olduğu bulunmuştur.

Sözel Sternberg görevlerinde 2-9 Hz faz kilitlemesi yanıtları için yapılan korelasyon analizleri sonucunda, d' değerine ek olarak isabet ve yanlış alarm oranlarının da anlamlı düzeyde ilişkili olduğu elektrot çiftleri olduğu görülmüştür ve tüm anlamlılıkların uyaranların sol görsel alanda sunulduğu koşullara ait olduğu tespit edilmiştir. Birli bellek setine sahip görevde, bu koşula ait d' değeri ile F7-F8 elektrot çiftine ait laterite katsayısı arasında anlamlı düzeyde ilişki olduğu bulunmuştur ($r_s(51) = .29, p = .04$). Buna ek olarak, F7-F8 ($r_s(51) = .31, p = .03$) ve O1-O2 ($r_s(51) = -.33, p = .02$) elektrot çiftlerine ait laterite katsayısının aynı koşula ait isabet oranı ile; T7-T8 ($r_s(51) = -.38, p = .01$) elektrot çiftine ait laterite katsayısının ise yanlış alarm oranı ile anlamlı şekilde ilişkili olduğu bulunmuştur. Üçlü bellek setine sahip Sternberg görevinde uyaran sunumunun sol görsel alanda yapıldığı koşul esnasında kaydedilen d' değerlerinin C3-C4 ($r_s(51) = .48, p < .001$), P3-P4 ($r_s(51) = .35, p = .01$) ve T7-T8 ($r_s(51) = .37, p = .01$) elektrot çiftlerine ait laterite katsayıları ile anlamlı düzeyde ilişkili olduğu bulunmuştur. Aynı koşulda, isabet oranının C3-C4 ($r_s(51) = .33, p = .02$) ve P3-P4 ($r_s(51) = .33, p = .02$) elektrot çiftlerine ait lateralite katsayıları ile doğru orantılı; yanlış alarm oranının ise C3-C4 ($r_s(51) = -.50, p < .001$), P3-P4 ($r_s(51) = -.33, p = .02$) ve T7-T8 ($r_s(51) = -.50, p < .001$) elektrot çiftlerine ait laterite katsayıları ile ters orantılı ilişkilere sahip olduğu görülmüştür.

Görsel-uzamsal Sternberg görevlerinde 2-9 Hz güç yanıtları için yapılan korelasyon analizleri sonucunda, davranışsal performans parametrelerinden yalnızca yanlış alarm oranı ile olan ilişkilerin anlamlı düzeyde olduğu bulunmuştur. Bu ilişkilerin, birli bellek setine sahip görevlerde ters orantılı; üçlü bellek setine sahip görevlerde ise doğru orantılı olduğu görülmüştür. Spesifik

olarak, birli görsel-uzamsal Sternberg görevinde sol görsel alanda uyaran sunumu yapıldığı koşulda, F3-F4 ($r_s(51) = -.28, p = .046$) ve F7-F8 ($r_s(51) = -.30, p = .035$) elektrot çiftlerinde sağ hemisfer baskınlığı azaldıkça yanlış alarm oranının arttığı bulunmuştur. Üçlü görsel-uzamsal Sternberg görevinde ise, sağ görsel alanda uyaran sunumu yapılan koşulda, O1-O2 ($r_s(51) = .32, p = .021$) elektrot çiftlerinde sol hemisfer baskınlığı arttıkça yanlış alarm oranının azaldığı bulunmuştur.

Bunun yanında, görsel-uzamsal Sternberg görevlerinde 2-9 Hz faz kilitlemesi değerleri ile anlamlı düzeyde ilişkiye sahip olan davranışsal performans parametresinin, üçlü bellek setine sahip görevde sol görsel alanda uyaran sunumu yapılan koşula ait d' değeri olduğu bulunmuştur. d' değeri ve laterite katsayıları ile yapılan korelasyon analizi sonucunda, d' değerinin üçlü görsel-uzamsal Sternberg görevi esnasında P7-P8 ($r_s(51) = .31, p = .025$) ve O1-O2 ($r_s(51) = .30, p = .031$) elektrot çiftlerine ait laterite katsayıları ile anlamlı düzeyde ilişkisi olduğu görülmüştür.

7. TARTIŞMA

Bu tez çalışmasının temel amacı, bilişsel rezervin sözel ve görsel-uzamsal çalışma belleği performanslarına nasıl etki ettiğini ve rezervin, bu bilişsel süreçler sırasında ortaya çıkan asimetrik EEG yanıtlarıyla ilişkisini keşfetmek olmuştur. Ayrıca, sağ ve sol hemisferlerin baskın olduğu ve iki zorluk düzeyine sahip (1'li ve 3'lü bellek seti) sözel ve görsel-uzamsal çalışma belleği görevleri sırasında kaydedilen nöral aktivite karşılaştırılarak sağ hemisferin bilişsel rezerv ile ilişkilendirilen bilişsel süreçlerdeki rolüne yönelik hipotez test edilmiştir. Bu doğrultuda, sözel ve görsel-uzamsal Sternberg görevlerinde, uyaran sunumunun yapıldığı görsel yarı alan manipüle edilmiş ve bu sayede görevlerde sağ veya sol görsel alana yatkınlığın varlığı da kontrol edilmiştir. Bunun yanında, görev esnasında kaydedilen EEG yanıtlarında bilişsel rezerve ilişkin nöral bir örüntü olup olmadığını incelemek için keşifsel analizler yapılmıştır.

Çalışma kapsamında elde edilen davranışsal bulgular incelendiğinde, isabet oranı, yanlış alarm oranı ve ayırt etme becerisi (d') gibi görev performansına ilişkin parametrelerin BRİa skoruyla anlamlı düzeyde bir ilişkiye sahip olmadığı bulunmuştur. Bu bulgu, bilişsel rezerv düzeyinin, çalışmamızda kullanılan görevlerdeki performans ölçütleri ile ilişkili olmadığını göstermektedir. Bu durumun muhtemel sebepleri şu şekilde sıralanabilir: 1) bilişsel rezerv düzeyini belirlemek amacıyla kullanılan bilişsel rezerv indeksi anketinin, bu çalışmanın örneklemini oluşturan sağlıklı genç katılımcıların rezerv düzeyindeki farklılıkları tespit etmek konusunda yeterli hassasiyete sahip olmaması, 2) çalışma kapsamında kullanılan sözel ve görsel-uzamsal Sternberg görevlerinde belirlenen zorluk düzeylerinin performansın doğru değerlendirilebileceği ölçüde görev yükü oluşturmamış olması. Literatürdeki çalışmalarda, çeşitli yaşam tarzı anketlerinin kullanımının yanında, bilişsel rezerv düzeyini belirlemek için sözel akıcılık, IQ skoru, eğitim yılı gibi temsili değişkenler (proxy variables) ölçülmekte (6, 65, 52) ve bu değerler kullanılarak bileşik bir skor hesaplanmaktadır. Bu çalışmanın bulguları doğrultusunda, bilişsel rezerv düzeyini belirlerken kullanılan temsili değişkenler bakımından, hedeflenen örneklemin demografik özelliklerinin göz

önünde bulundurulmasının önemli olabileceği çıkarımı yapılabilmektedir. Çalışmamızda kullanılan Bilişsel Rezerv İndeksi anketinde yaş etkisini olabildiğince aza indirmek amacıyla, skorlar, Nucci ve meslektaşlarının (152) sağlamış olduğu formül ile düzeltme yapılmış bir şekilde hesaplanmıştır. Ancak, örneklemin yoğunluklu olarak benzer yaşlarda olan ve benzer çevrelerde yaşamlarını sürdüren üniversite öğrencilerden oluşması, katılımcıların yaşam tarzı çeşitliliğinin az olmasına ve dolayısıyla bilişsel rezerv düzeylerinin benzer olmasına sebep olmuştur. Öte yandan, bu çalışmada kullanılan Sternberg görevlerinin birli ve üçlü bellek setleri ile yeterli görev yükü oluşturamamış olma ihtimali, sonuçların doğruluğu bakımından önemli bir etkidir. Bilişsel görevlerin hazırlık sürecinde yürütülen pilot çalışmada, görev zorluğunu belirlemek amacıyla birli, üçlü ve beşli bellek setleri denenmiştir. Beşli bellek setine sahip görevlerdeki performansların şans düzeyini (%50) geçememiş olması sebebiyle asıl çalışmaya dahil edilmemesine karar verilmiştir. Bu durumun, bellek setindeki uyarıların sunumunun 160 milisaniye sürmesinden dolayı beşli setlerin kodlanmasının zor olmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Bilişsel rezerv bağlamında Sternberg görevinin kullanıldığı çalışmalarda, görev zorluğunun artan öğe sayısına sahip (örneğin; birli, dördü, yedili) bellek setleri sunularak (6,158) manipüle edilmesinin yanı sıra, aynı sayıda öğe sunulmasına rağmen bellek setindeki uyarıların hepsinin aynı (örneğin; 4,4,4,4) veya farklı (örneğin; 5,4,2,9) oluşuyla da belirlendiği görülmektedir (159). Bu çalışmalar, tutarlı bir şekilde yüksek bilişsel rezerv düzeyine sahip bireylerin görev performanslarının (doğru yanıt sayısı, reaksiyon zamanı) daha yüksek olduğunu rapor etmiştir. Mevcut çalışmadaki görev performansı parametrelerinin, literatürdeki çalışmaların aksine, bilişsel rezerv düzeyinden etkilenmemiş olmasının bir diğer nedeni, çalışmada, Sternberg paradigmalarının geleneksel versiyonları (örneğin; bellek setinin ekranın merkezinde en az 2,5 saniye sunulduğu) yerine görsel yarı alanlarda takistoskopik sunum yapılabilmesi amacıyla modifiye edilmiş versiyonunun (160 milisaniye boyunca sol veya sağ görsel alanda sunum yapıldığı) kullanılmasından da kaynaklanıyor olabileceği düşünülmektedir. Bu anlamda, sonuçlar, görevin

geleneksel versiyonlarında gözlemlenen etkinin modifiye edilmiş versiyonunda maskelenmiş olabileceği şeklinde de açıklanabilir.

Bu çalışmanın davranışsal bulguları, bilişsel rezervin görev performansına olan etkisini literatürle tutarlı bir şekilde gösterememiştir. Ancak, görev performansının parametreleri (isabet oranı, yanlış alarm oranı ve d' değeri), uyarın sunumunun yapıldığı görsel alan, görev ve görev zorluğu gibi koşullar bağlamında karşılaştırıldığında anlamlı farklılaşmalar bulunmuştur. Sözel ve görsel-uzamsal Sternberg görevlerinin sağ görsel alanda sunulduğu koşulunda birli bellek setlerindeki isabet oranları karşılaştırıldığında, sözel göreve ait isabet oranının görsel-uzamsal görevin isabet oranından anlamlı düzeyde yüksek olduğu bulunmuştur. Uyarana ilişkin bilginin öncelikli olarak sol hemisfere iletildiği koşulda (sağ görsel alan koşulu), sözel görevin isabet oranının aynı görev zorluğuna sahip görsel-uzamsal görevin isabet oranından yüksek olması, sol hemisferin dil ile ilişkili süreçlerde öne çıktığı (103, 7, 81) bilgisi ile açıklanabilecek bir bulgudur. Buna ek olarak, sözel Sternberg görevinde hem sağ hem de sol görsel alanda uyarın sunumu yapılan koşullardaki birli ve üçlü bellek setindeki yanlış alarm oranları karşılaştırıldığında, her iki karşılaştırmada da birli bellek setine sahip görevdeki yanlış alarm oranlarının üçlü bellek setindeki oranlardan anlamlı düzeyde düşük olduğu bulunmuştur. Bunun yanında, sağ ve sol görsel alanda uyarın sunumu yapılan koşullarda üçlü bellek setine sahip sözel ve görsel-uzamsal görevlerdeki yanlış alarm oranları karşılaştırıldığında: her iki görsel alan koşulunda da üçlü sözel göreve ait oranın üçlü görsel-uzamsal görevden yüksek olduğu bulunmuştur. Görsel alan koşulunun, sözel görevin yanlış alarm oranlarına anlamlı düzeyde etki etmemiş olması; yani, sözel görev için sağ görsel alanda uyarın sunumu yapılan koşulun, bu işlevin sol hemisferde lateralize olmasından kaynaklı olarak daha avantajlı olmaması, sözel görevlerin zorluk düzeyinin görsel-uzamsal görevlerin zorluk düzeyinden fazla olması ile açıklanabilir. Bu olasılıkla ilişkili olarak, sonuçlar, görev zorluğunun arttığı durumlarda sağ hemisferin de sözel bellek süreçlerine katkı sağladığını gösteren bulgular (93, 160, 161) doğrultusunda yorumlanabilir.

Çalışma kapsamında elde edilen EEG yanıtlarındaki güç ve faz kilitlenmesi bulguları değerlendirildiğinde, bilişsel rezervin 2-9 Hz bandındaki güç değerleri ile yalnızca birli sözel görev esnasında P8 elektrodundan kaydedilen yanıtlar bağlamında ilişkili olduğu görülmüştür. Bu ilişki korelasyonel ilişki bağlamında zayıf veya orta düzey olarak nitelendirilebilecek bir katsayıya sahiptir. Ancak, bu durumun, çalışma kapsamında hedeflenen görev yükünün oluşturulamamış olmasında da kaynaklanabileceği göz ardı edilmemelidir. Zira, bilişsel rezerv ile ilişkili olarak gözlemlenmesi beklenen nöral etkinlik mekanizmasının beyin yanıtlarına olan yansımalarının görev zorluğuna bağlı olarak değiştiğini gösteren çalışmalar bulunmaktadır (161-163).

Bunun yanında, 2-9 Hz faz kilitlenmesi yanıtları incelendiğinde, sözel görevde tüm koşulları kapsayacak sağ hemisferden kaydedilen yanıtların daha yüksek olduğu bulunmuştur. Hem sözel hem de görsel-uzamsal görevler esnasında kaydedilen faz kilitlenmesi yanıtları birlikte değerlendirildiğinde de sağ hemisferin baskın olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu bulguların, bilişsel rezervde sağ hemisferin rolüne ilişkin olarak öne sürülen hipotezi (54, 55, 57) doğrular nitelikte olduğu çıkarımı yapılabilir. Buna ek olarak, bilişsel rezerv skoru ile anlamlı düzeyde ilişkili olan lateralite katsayılarının, sol görsel alanda uyaran sunumu yapılan koşullarda, yani uyarının öncelikli olarak sağ hemisfere iletildiği durumlara ait olduğu bulunmuştur. Lateralite katsayılarının pozitif yönde artması sağ hemisfer baskınlığını işaret etmekte olup, bu katsayılar ile bilişsel rezerv skoru arasındaki doğru yönlü korelasyonel ilişki, bilişsel rezerv düzeyi yükseldikçe sağ hemisfer baskınlığının arttığını ortaya koymaktadır. Sözel çalışma belleği görevinde, BRİa skoru, yalnızca sol görsel alanında uyaran sunumu yapılan koşullarda kaydedilen yanıtlarla anlamlı ilişkiler göstermiştir. Uyarana ait bilginin ilgili bilişsel işlevde baskın olan (103) hemisfere iletilmediği koşulda görev yükünün artmış olabileceği çıkarımı yapılabilir. Dolayısıyla, korelasyon analizi sonuçları, artan görev yüküne yanıt olarak açığa çıkan faz kilitlenmesi yanıtlarının bilişsel rezerv düzeyi arttıkça artış gösterdiği şeklinde açıklanabilir. Lateralite katsayısındaki artışın hemisferik asimetri derecesindeki artışı gösterdiği

düşünüldüğünde, ipsilateral sunumun nöral etkililik mekanizmasını açığa çıkaracak düzeyde görev yükü oluşturmuş olabileceği yorumu yapılabilir. Zira, bu çalışmada nöral etkililik mekanizmasına uygun olarak açığa çıkması beklenen nöral aktivite örüntüsünün hemisferik asimetride gözlemlenecek artış olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, çalışma belleği görevlerindeki zorluk düzeyi ile ilişkili olarak delta (164, 165), teta (166) ve alfa (167) frekans bantlarındaki faz kilitlenmesi değerlerinde artış olduğu ve bunun görevdeki başarıyı arttırdığı bilinmektedir. Bulgular bu yönüyle de literatürle uyumludur.

Görsel-uzamsal Sternberg görevleri esnasında kaydedilen faz kilitlenmesi yanıtlarına ait sonuçlar incelendiğinde, birli ve üçlü bellek setine sahip görevlerde parietal bölgedeki faz kilitlenmesi değerlerinin frontal, santral ve temporal bölgedeki değerlerden yüksek olduğu bulunmuştur. Sözel çalışma belleği görevinde de hemisfer baskınlığının özellikle parietal bölgedeki yanıtlarda belirgin olmasının çalışma belleğine ilişkin bilişsel süreçlerde aktif bir nöral ağa (93, 160, 161) işarete ettiği yönünde yorumlanabilir. Buna ek olarak, mevcut sonuçlar bilişsel rezerv ile ilişkilendirilen sağ lateralize fronto-parietal dikkat ağı bulgularıyla (168, 57) da uyumludur. Sözel görevdeki ile benzer şekilde ipsilateral görsel alanda uyaran sunumu yapılan koşulda sağ hemisfere ait faz kilitlenmesi değerlerinin anlamlı düzeyde yüksek olduğu bulunmuştur. Bunun yanında, sağ görsel alanda uyaran sunumu yapılan koşuldaki faz kilitlenmesi yanıtları kullanılarak hesaplanan parietal ve oksipital bölgedeki lateralite katsayıları bilişsel rezerv düzeyi arttıkça azalmaktadır. Bu, sol hemisfer baskınlığının artmakta olduğunu ve dolayısıyla, asimetri derecesinin artmakta olduğunu göstermektedir. Tüm bunlar, sözel görevdeki ipsilateral görsel alan sunumu bulguları ile örtüşmektedir. Bu nedenle, görsel-uzamsal göreve ait bulguların da artan görev zorluğu ile devreye giren nöral etkililik mekanizmasına atfedilerek açıklanması mümkündür.

İki göreve ait faz kilitlenmesi yanıtlarının karşılaştırıldığı analizin bulguları doğrultusunda, iki görevde de her koşulda kaydedilen yanıtları kapsayacak şekilde sağ hemisferdeki faz kilitlenmesi değerlerinin anlamlı düzeyde

daha yüksek olduğu görülmüştür. Literatürde, mevcut çalışmada odaklanılan sözel ve görsel-uzamsal bellek süreçlerinin sırasıyla sol ve sağ hemisferde lateralize olduğuna ilişkin çok sayıda doğrulayıcı bulgu mevcuttur (7, 103, 81). Bu nedenle, bilişsel rezerv düzeyi ile ilişkili olan ve özellikle parietal bölgede öne çıkan sağ hemisfer baskınlığının, nöral rezerve ilişkin olası bir örüntüye işaret ettiği yorumu yapılabilir.

Görev performansı ve nöral aktivite arasındaki ilişkinin incelendiği analizlerinin sonucunda, sözel görevdeki güç değerleri ile bazı performans parametreleri arasında anlamlı ilişkiler tespit edilmiştir. Detaylandırmak gerekirse, görev zorluğunun yüksek olduğu, yani üçlü bellek setinin sol görsel alanda uyaran sunumu yapılan koşulunda (üçlü bellek setinin baskın hemisferin ipsilateral görsel alanında sunulması), P3-P4 elektrot çiftine ait lateralite katsayısının bu koşuldaki isabet oranı ve d' değeri ile pozitif yönlü korelasyonel ilişkisi olduğu bulunmuştur. Bu durumda, parietal alandaki sağ hemisfer baskınlığı arttıkça isabet oranı ve ayırt etme becerisinin arttığı söylenebilir. Öte yandan, sözel Sternberg görev performansının faz kilitlenmesi değerleri ile olan ilişkisi incelendiğinde, tüm anlamlılıkların uyaranların sol görsel alanda sunulduğu koşullarda görüldüğü tespit edilmiştir. Bu koşul, daha önce de tartışıldığı üzere, sol hemisferin baskın olduğu bir bilişsel süreçte olması sebebi ile görev yükünün artmasına sebep olmaktadır. Bununla uygun olarak, nöral rezerv mekanizmasına ait tüm anlamlılıklar bu koşulda bulunmuştur. Detaylandırmak gerekirse, birli bellek setinde F7 ve F8 elektrot çiftlerine ait lateralite katsayılarının isabet oranı ve d' değeri ile ilişkili olduğu görülmüştür. Bunun yanında, üçlü bellek setindeki d' değerlerinin santral, parietal ve temporal bölgelerdeki laterite katsayıları ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Ek olarak, aynı koşuldaki isabet oranının santral ve parietal bölgedeki asimetri ile doğru yönlü; yanlış alarm oranının ise santral, parietal ve temporal bölgelerdeki asimetri düzeyleri ile ters yönlü korelasyonel ilişkilere sahip oldukları bulunmuştur. Benzer şekilde, görsel-uzamsal görevdeki d' değerlerinin parietal ve oksipital bölgelerdeki asimetri düzeyleri ile anlamlı düzeyde ve doğru yönlü bir korelasyonel ilişkisi olduğu görülmüştür. Tüm bunlar

göz önünde bulundurulduğunda, sözel ve görsel-uzamsal Sternberg görevleri kapsamında hesaplanan performans parametrelerinin nöral yanıtlarla ilişkili olduğu; bu ilişkilerin bilişsel rezerv düzeyine göre değişiklik gösterdiği sonucuna varılabilir.

Bu çalışmanın bazı limitasyonları vardır. Bunlardan ilki, örneklemin homojenliği olarak ifade edilebilir. Katılımcıların çoğu, benzer yaşlarda ve benzer yaşam tarzlarına sahip üniversite öğrencilerinden oluşmaktadır. Bu durum, yaşam tarzlarındaki çeşitliliğin kısıtlanmasına ve dolayısıyla bilişsel rezerv skorlarının varyansının azalmasına sebep olmuştur. Bilişsel rezerv anketinin yanı sıra, literatürde sıkça kullanılan sözel akıcılık ve IQ skoru gibi değişkenlerin de değerlendirmeye dahil edilmesi, ileride yapılması planlanan çalışmalar için bu konuda alınabilecek bir önlem olarak düşünülebilir. Bir diğer kısıtlılık ise çalışma kapsamında kullanılan Sternberg görevlerini ilgilendirmektedir. Bu görevlerin zorluk düzeylerinin nöral etkililik mekanizmasının etkilerinin gözlemlenmesi için yeterli görev yükü oluşturmamış olabileceği düşünülmektedir. Bu limitasyonun gelecek çalışmalarda önlenmesi, birli ve üçlü bellek setlerine ek olarak dörtlü bellek setine sahip sözel ve görsel-uzamsal Sternberg görevlerinin eklenmesiyle mümkün olabilir. Geniş bir kapsamda düşünüldüğünde, literatürdeki bulguları ve bu tez çalışmasından elde edilen sonuçları göz önünde bulundurarak planlanabilecek gelecek çalışmalar; bilişsel rezerv ile ilişkili bilişsel süreçlerin lateralize olduğu öne sürülen sağ fronto-parietal ağı hedefleyen nöromodülasyon müdahaleleri ile bu ağın sağladığı öne sürülen koruyucu etkilerin elektrofizyolojik mekanizmalarını sağlıklı kişilerde veya hafif bilişsel bozukluk hastalarında boylamsal olarak inceleyebilir.

8. SONUÇ

Bilişsel rezerv düzeyinin sözel ve görsel-uzamsal çalışma belleğinin lateralizasyonu ile ilişkisinin incelendiği mevcut tez çalışmasında, her iki bilişsel süreçte de sağ hemisferin baskın olduğu ortaya konulmuştur. Bunun yanında, 2-9 Hz bandındaki faz kilitlemesi yanıtları bakımından, nöral yanıtların görev zorluğunun arttığı koşullarda bilişsel rezerv düzeyi ile ilişkili olduğu görülmüştür. Bu bağlamda görev yükündeki artışın, ipsilateral sunumda, yani, sol hemisferin baskın olduğu sözel çalışma belleği görevinde sol görsel yarı alanda uyaran sunumu yapıldığı koşulda; sağ hemisferin baskın olduğu görsel-uzamsal çalışma belleği görevinde sağ görsel yarı alanda uyaran sunumu yapıldığı koşulda gerçekleştiği söylenebilir. Çalışmanın hipotezleri kapsamında, sözel Sternberg görevi sırasında, sol hemisferin asimetric aktivitesinin BRİa skoru ile ters yönlü bir korelasyonel ilişkiye sahip olacağı öne sürülmüştür. Daha önce de açıklanmış olduğu üzere, laterite katsayılarının artması sağ hemisfer baskınlığına; azalması ise sol hemisfer baskınlığına işaret etmektedir. Dolayısıyla, hipotezler doğrultusunda, anlamlı ilişkilerin sağ görsel alanda uyaran sunumu yapılan koşuldaki lateralite katsayıları ile olması beklenmekteydi. Ancak, bilişsel rezervin sol görsel alanda uyaran sunumu yapılan koşuldaki laterite katsayıları ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Bununla uyumlu olarak, sağ hemisferin baskınlığı ile BRİa skoru arasında anlamlı düzeye ulaşan korelasyonel ilişkilerin doğru yönlü olduğu görülmüştür. Sözel Sternberg görevine ait sonuçlar incelendiğinde, çalışmanın hipotezi ile çelişkili gibi gözükse de temel anlamda bilişsel rezerv düzeyinin artışı ile asimetri derecesinde beklenen artış hipotezinin doğrulanmış olduğu görülmektedir. Görsel-uzamsal Sternberg görevine ilişkin hipotez kapsamında, bu görev sırasında sağ hemisferin asimetric aktivitesinin bilişsel rezerv düzeyi arttıkça artış göstereceği öne sürülmüş; bu durumun, laterite katsayılarının bilişsel rezerv skoru ile doğru yönlü bir ilişkiye sahip olması ile doğrulanacağı belirtilmiştir. Görsel-uzamsal Sternberg görevine ilişkin sonuçlarda, sözel Sternberg görevi ile benzer şekilde ilgili bilişsel işlevde baskın olan hemisferin ipsilateral görsel alanında sunum yapıldığı koşuldaki lateralite

katsayıları ile BRİa skoru arasında anlamlı ilişkiler olduğu tespit edilmiştir. Sonuçlarda, sağ görsel alanda uyaran sunumu yapılan koşulda, BRİa skoru ile parietal ve oksipital alanlardaki lateralite katsayıları arasında ters yönlü anlamlı korelasyonel ilişki olduğu tespit edilmiştir. Bununla uyumlu olarak, BRİa skoru arttıkça sol hemisfer baskınlığının arttığı gözlemlenmiştir. Tüm bulgular göz önünde bulundurulduğunda, bu tez çalışması ile bilişsel rezervde sağ hemisferde lateralize frontal-parietal ağın rolüne ilişkin hipotezlerin destek bulduğu yorumu yapılabilir.



9. KAYNAKLAR

1. Stern, Y., Barnes, C. A., Grady, C., Jones, R. N., & Raz, N. (2019). Brain reserve, cognitive reserve, compensation, and maintenance: Operationalization, validity, and mechanisms of cognitive resilience. *Neurobiology of Aging*, 83, 124-129.
2. Stern, Y. (2002). What is cognitive reserve? Theory and research application of the reserve concept. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 8(3), 448-460.
3. Stern, Y. (2009). Cognitive reserve. *Neuropsychologia*, 47(10), 2015-2028.
4. Stern, Y. (2006). Cognitive reserve and Alzheimer disease. *Alzheimer Disease & Associated Disorders*, 20(2), 112-117.
5. Stern, Y. (2012). Cognitive reserve in ageing and Alzheimer's disease. *The Lancet Neurology*, 11(11), 1006-1012.
6. Speer, M. E., & Soldan, A. (2015). Cognitive reserve modulates ERPs associated with verbal working memory in healthy younger and older adults. *Neurobiology of Aging*, 36(3), 1424-1434.
7. Güntürkün, O., Ströckens, F., & Ocklenburg, S. (2020). Brain lateralization: A comparative perspective. *Physiological Reviews*, 100(3), 1019-1063.
8. Vallortigara, G., & Rogers, L. J. (2005). Survival with an asymmetrical brain: Advantages and disadvantages of cerebral lateralization. *Behavioral and Brain Sciences*, 28(4), 575-589.
9. Ocklenburg, S., & Güntürkün, O. (2017). *The Lateralized brain: The neuroscience and evolution of hemispheric asymmetries*. Elsevier.
10. Thomason, M. E., Race, E., Burrows, B., Whitfield-Gabrieli, S., Glover, G. H., & Gabrieli, J. D. (2009). Development of spatial and verbal working memory capacity in the human brain. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 21(2), 316-332.
11. Hwang, G., Jacobs, J., Geller, A., Danker, J., Sekuler, R., & Kahana, M. J. (2005). EEG correlates of verbal and nonverbal working memory. *Behavioral and Brain Functions*, 1(1).

12. Meltzer, J. A., Negishi, M., Mayes, L. C., & Constable, R. T. (2007). Individual differences in EEG theta and Alpha dynamics during working memory correlate with fMRI responses across subjects. *Clinical Neurophysiology*, 118(11), 2419-2436.
13. Guerrero, L., Bouazzaoui, B., Isingrini, M., & Angel, L. (2022). Involvement of executive control in neural capacity related to working memory in aging: An ERP P300 study. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 22(6), 1311-1333.
14. Harwood, V., Kleinman, D., Puggioni, G., & Baron, A. (2022). The P300 event related potential predicts phonological working memory skills in school-aged children. *Frontiers in Psychology*, 13.
15. Bonnefond, M., & Jensen, O. (2012). Alpha oscillations serve to protect working memory maintenance against anticipated Distracters. *Current Biology*, 22(20), 1969-1974.
16. Zarjam, P., Epps, J., Chen, F., & Lovell, N. H. (2012). Classification of working memory load using wavelet complexity features of EEG signals. *Neural Information Processing*, 692-699.
17. Schneider, D., Göddertz, A., Haase, H., Hickey, C., & Wascher, E. (2019). Hemispheric asymmetries in EEG Alpha oscillations indicate active inhibition during attentional orienting within working memory. *Behavioural Brain Research*, 359, 38-46.
18. Aktürk, T., De Graaf, T. A., Erdal, F., Sack, A. T., & Güntekin, B. (2022). Oscillatory delta and theta frequencies differentially support multiple items encoding to optimize memory performance during the digit span task. *NeuroImage*, 263, 119650.
19. Aktürk, T., De Graaf, T. A., Güntekin, B., Hanoğlu, L., & Sack, A. T. (2022). Enhancing memory capacity by experimentally slowing theta frequency oscillations using combined EEG-TACS. *Scientific Reports*, 12(1).

20. Stern, Y., Albert, M., Barnes, C. A., Cabeza, R., Pascual-Leone, A., & Rapp, P. R. (2023). A framework for concepts of reserve and resilience in aging. *Neurobiology of Aging*, 124, 100-103.
21. Stern, Y. (2017). An approach to studying the neural correlates of reserve. *Brain Imaging and Behavior*, 11(2), 410-416.
22. Cabeza, R. (2002). Hemispheric asymmetry reduction in older adults: The HAROLD model. *Psychology and Aging*, 17(1), 85-100.
23. Nyberg, L., Lövdén, M., Riklund, K., Lindenberger, U., & Bäckman, L. (2012). Memory aging and brain maintenance. *Trends in Cognitive Sciences*, 16(5), 292-305.
24. Katzman, R., Terry, R., DeTeresa, R., Brown, T., Davies, P., Fuld, P., Renbing, X., & Peck, A. (1988). Clinical, pathological, and neurochemical changes in dementia: A subgroup with preserved mental status and numerous neocortical plaques. *Annals of Neurology*, 23(2), 138-144.
25. Blessed, G., Tomlinson, B. E., & Roth, M. (1968). The association between quantitative measures of dementia and of senile change in the cerebral grey matter of elderly subjects. *British Journal of Psychiatry*, 114(512), 797-811.
26. Satz, P. (1993). Brain reserve capacity on symptom onset after brain injury: A formulation and review of evidence for threshold theory. *Neuropsychology*, 7(3), 273-295.
27. Van Loenhoud, A. C., Groot, C., Vogel, J. W., Van der Flier, W. M., & Ossenkoppele, R. (2018). Is intracranial volume a suitable proxy for brain reserve? *Alzheimer's Research & Therapy*, 10(1).
28. Stern, Y., Arenaza-Urquijo, E. M., Bartrés-Faz, D., Belleville, S., Cantilon, M., Chetelat, G., Ewers, M., Franzmeier, N., Kempermann, G., Kremen, W. S., Okonkwo, O., Scarmeas, N., Soldan, A., Udeh-Momoh, C., Valenzuela, M., Vemuri, P., & Vuoksima, E. (2020). Whitepaper: Defining and investigating cognitive reserve, brain reserve, and brain maintenance. *Alzheimer's & Dementia*, 16(9), 1305-1311.

29. Johansson, J., Wåhlin, A., Lundquist, A., Brandmaier, A. M., Lindenberger, U., & Nyberg, L. (2022). Model of brain maintenance reveals specific change-change association between medial-temporal lobe integrity and episodic memory. *Aging Brain*, 2, 100027.
30. De Rooij, S. R. (2022). Are brain and cognitive reserve shaped by early life circumstances? *Frontiers in Neuroscience*, 16.
31. López, M. E., Aurtenetxe, S., Pereda, E., Cuesta, P., Castellanos, N. P., Bruña, R., Niso, G., Maestú, F., & Bajo, R. (2014). Cognitive reserve is associated with the functional organization of the brain in healthy aging: A MEG study. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 6.
32. Gorbach, T., Pudas, S., Lundquist, A., Orädd, G., Josefsson, M., Salami, A., De Luna, X., & Nyberg, L. (2017). Longitudinal association between hippocampus atrophy and episodic-memory decline. *Neurobiology of Aging*, 51, 167-176.
33. Stern, Y. (1994). Influence of education and occupation on the incidence of Alzheimer's disease. *JAMA: The Journal of the American Medical Association*, 271(13), 1004.
34. Wilson, R. S., Yu, L., Lamar, M., Schneider, J. A., Boyle, P. A., & Bennett, D. A. (2019). Education and cognitive reserve in old age. *Neurology*, 92(10).
35. Babiloni, C., Lopez, S., Del Percio, C., Noce, G., Pascarelli, M. T., Lizio, R., Teipel, S. J., González-Escamilla, G., Bakardjian, H., George, N., Cavedo, E., Lista, S., Chiesa, P. A., Vergallo, A., Lemercier, P., Spinelli, G., Grothe, M. J., Potier, M., Stocchi, F., ... Hampel, H. (2020). Resting-state posterior Alpha rhythms are abnormal in subjective memory complaint seniors with preclinical Alzheimer's neuropathology and high education level: The INSIGHT-pread study. *Neurobiology of Aging*, 90, 43-59.
36. Feldberg, C., Stefani, D., & Allegri, R. (2014). Occupational complexity and leisure activities in cognitive aging. *Current Psychopharmacology*, 3(1), 50-58.
37. Boots, E. A., Schultz, S. A., Almeida, R. P., Oh, J. M., Kosciak, R. L., Dowling, M. N., Gallagher, C. L., Carlsson, C. M., Rowley, H. A., Bendlin, B. B., Asthana,

- S., Sager, M. A., Hermann, B. P., Johnson, S. C., & Okonkwo, O. C. (2015). Occupational complexity and cognitive reserve in a middle-aged cohort at risk for Alzheimer's disease. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 30(7), 634-642.
38. Scarmeas, N., Levy, G., Tang, M., Manly, J., & Stern, Y. (2001). Influence of leisure activity on the incidence of Alzheimer's disease. *Neurology*, 57(12), 2236-2242.
39. Clare, L., Wu, Y., Teale, J. C., MacLeod, C., Matthews, F., Brayne, C., & Woods, B. (2017). Potentially modifiable lifestyle factors, cognitive reserve, and cognitive function in later life: A cross-sectional study. *PLOS Medicine*, 14(3), e1002259.
40. Cabaco, A. S., Wöbbeking Sánchez, M., Mejía-Ramírez, M., Urchaga-Litago, J. D., Castillo-Riedel, E., & Bonete-López, B. (2023). Mediation effects of cognitive, physical, and motivational reserves on cognitive performance in older people. *Frontiers in Psychology*, 13.
41. Wöbbeking Sánchez, M., Sánchez Cabaco, A., Bonete-López, B., Urchaga Litago, J. D., Loureiro, M. J., & Mejía, M. (2021). Physical activity and life satisfaction: An empirical study in a population of senior citizens. *Frontiers in Psychology*, 12.
42. Boyle, R., Knight, S. P., De Looze, C., Carey, D., Scarlett, S., Stern, Y., Robertson, I. H., Kenny, R. A., & Whelan, R. (2021). Verbal intelligence is a more robust cross-sectional measure of cognitive reserve than level of education in healthy older adults. *Alzheimer's Research & Therapy*, 13(1).
43. Rosenberg, A., Ngandu, T., Rusanen, M., Antikainen, R., Bäckman, L., Havulinna, S., Hänninen, T., Laatikainen, T., Lehtisalo, J., Levälahti, E., Lindström, J., Paajanen, T., Peltonen, M., Soininen, H., Stigsdotter-Neely, A., Strandberg, T., Tuomilehto, J., Solomon, A., & Kivipelto, M. (2017). Multidomain lifestyle intervention benefits a large elderly population at risk for cognitive decline and dementia regardless of baseline characteristics: The FINGER trial. *Alzheimer's & Dementia*, 14(3), 263-270.

44. Dubois, B., Epelbaum, S., Nyasse, F., Bakardjian, H., Gagliardi, G., Uspenskaya, O., Houot, M., Lista, S., Cacciamani, F., Potier, M., Bertrand, A., Lamari, F., Benali, H., Mangin, J., Colliot, O., Genthon, R., Habert, M., Hampel, H., Audrain, C., ... Younsi, N. (2018). Cognitive and neuroimaging features and brain β -amyloidosis in individuals at risk of Alzheimer's disease (INSIGHT-pread): A longitudinal observational study. *The Lancet Neurology*, 17(4), 335-346.
45. Pa, J., Aslanyan, V., Casaletto, K. B., Rentería, M. A., Harrati, A., Tom, S. E., Armstrong, N., Rajan, K., Avila-Rieger, J., Gu, Y., Schupf, N., Manly, J. J., Brickman, A., & Zahodne, L. (2022). Effects of sex, APOE4, and lifestyle activities on cognitive reserve in older adults. *Neurology*, 99(8).
46. Gajewski, P. D., Falkenstein, M., Thönes, S., & Wascher, E. (2020). Stroop task performance across the lifespan: High cognitive reserve in older age is associated with enhanced proactive and reactive interference control. *NeuroImage*, 207, 116430.
47. Gu, L., Chen, J., Gao, L., Shu, H., Wang, Z., Liu, D., Yan, Y., Li, S., & Zhang, Z. (2018). Cognitive reserve modulates attention processes in healthy elderly and amnesic mild cognitive impairment: An event-related potential study. *Clinical Neurophysiology*, 129(1), 198-207.
48. Khachatryan, E., Wittevrongel, B., Perovnik, M., Tournoy, J., Schoenmakers, B., & Van Hulle, M. M. (2021). Electrophysiological proxy of cognitive reserve index. *Frontiers in Human Neuroscience*, 15.
49. Quinzi, F., Berchicci, M., Bianco, V., Di Filippo, G., Perri, R. L., & Di Russo, F. (2020). The role of cognitive reserve on prefrontal and premotor cortical activity in visuo-motor response tasks in healthy old adults. *Neurobiology of Aging*, 94, 185-195.
50. Sundgren, M., Nikulin, V. V., Maurex, L., Wahlin, Å., Piehl, F., & Brismar, T. (2015). P300 amplitude and response speed relate to preserved cognitive function in relapsing–remitting multiple sclerosis. *Clinical Neurophysiology*, 126(4), 689-697.

51. Gutiérrez-Zamora Velasco, G., Fernández, T., Silva-Pereyra, J., Reynoso-Alcántara, V., & Castro-Chavira, S. (2021). Higher cognitive reserve is associated with better working memory performance and working-memory-Related P300 modulation. *Brain Sciences, 11*(3), 308.
52. Fleck, J. I., Kuti, J., Mercurio, J., Mullen, S., Austin, K., & Pereira, O. (2017). The impact of age and cognitive reserve on resting-state brain connectivity. *Frontiers in Aging Neuroscience, 9*.
53. Babiloni, C., Ferri, R., Noce, G., Lizio, R., Lopez, S., Lorenzo, I., Panzavolta, A., Soricelli, A., Nobili, F., Arnaldi, D., Famà, F., Orzi, F., Buttinelli, C., Giubilei, F., Cipollini, V., Marizzoni, M., Güntekin, B., Aktürk, T., Hanoğlu, L., ... Del Percio, C. (2020). Abnormalities of cortical sources of resting state Alpha Electroencephalographic rhythms are related to education attainment in cognitively unimpaired seniors and patients with Alzheimer's disease and amnesic mild cognitive impairment. *Cerebral Cortex, 31*(4), 2220-2237.
54. Robertson, I. H. (2013). A noradrenergic theory of cognitive reserve: Implications for Alzheimer's disease. *Neurobiology of Aging, 34*(1), 298-308.
55. Robertson, I. H. (2014). A right hemisphere role in cognitive reserve. *Neurobiology of Aging, 35*(6), 1375-1385.
56. Koç, G. G., & Tunç, M. (2022). Ergonomi ve locus Coeruleus. *Arşiv Kaynak Tarama Dergisi, 31*(4), 284-292.
57. Brosnan, M. B., Demaria, G., Petersen, A., Dockree, P. M., Robertson, I. H., & Wiegand, I. (2018). Plasticity of the right-lateralized cognitive reserve network in ageing. *Cerebral Cortex, 28*(5), 1749-1759.
58. Nunes, M. V., Castro-Caldas, A., Del Rio, D., Maestú, F., & Ortiz, T. (2009). The ex-illiterate brain: The critical period, cognitive reserve and HAROLD model. *Dementia & Neuropsychologia, 3*(3), 222-227.
59. Oosterhuis, E., Slade, K., May, P., & Nuttall, H. (2023). Toward an understanding of healthy cognitive aging: The importance of lifestyle in cognitive reserve and the scaffolding theory of aging and cognition. *The Journals of Gerontology: Series B, 78*(5), 777-788.

60. Güldemir, E., & Can, H. (2023). Nörobilişsel Yaşlanma Modelleri: Kaybedilenin Telafisi Mümkün Mu? Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, (51), 437-453.
61. Nussbaumer, D., Grabner, R. H., & Stern, E. (2015). Neural efficiency in working memory tasks: The impact of task demand. *Intelligence*, 50, 196-208.
62. Fancourt, D., & Steptoe, A. (2019). The art of life and death: 14 year follow-up analyses of associations between arts engagement and mortality in the English Longitudinal Study of Ageing. *BMJ*, 16377.
63. Boylan, J. M., Tompkins, J. L., & Krueger, P. M. (2022). Psychological well-being, education, and mortality. *Health Psychology*, 41(3), 225-234.
64. Padamsey, Z., & Rochefort, N. L. (2023). Paying the brain's energy bill. *Current Opinion in Neurobiology*, 78, 102668.
65. Stern, Y., Gazes, Y., Razlighi, Q., Steffener, J., & Habeck, C. (2018). A task-invariant cognitive reserve network. *NeuroImage*, 178, 36-45.
66. Moussard, A., Bermudez, P., Alain, C., Tays, W., & Moreno, S. (2016). Life-long music practice and executive control in older adults: An event-related potential study. *Brain Research*, 1642, 146-153.
67. Buján, A., Sampaio, A., & Pinal, D. (2022). Resting-state electroencephalographic correlates of cognitive reserve: Moderating the age-related worsening in cognitive function. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 14.
68. Ferrari-Díaz, M., Bravo-Chávez, R. I., Silva-Pereyra, J., Fernández, T., García-Peña, C., & Rodríguez-Camacho, M. (2022). Verbal intelligence and leisure activities are associated with cognitive performance and resting-state electroencephalogram. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 14.
69. Ocklenburg, S., Mundorf, A., Gerrits, R., Karlsson, E. M., Papadatou-Pastou, M., & Vingerhoets, G. (2024). Clinical implications of brain asymmetries. *Nature Reviews Neurology*.
70. Minkova, L., Habich, A., Peter, J., Kaller, C. P., Eickhoff, S. B., & Klöppel, S. (2017). Gray matter asymmetries in aging and neurodegeneration: A review and meta-analysis. *Human Brain Mapping*, 38(12), 5890-5904.

71. Gerrits, R. (2022). Variability in hemispheric functional segregation phenotypes: A review and general mechanistic model. *Neuropsychology Review*, 34(1), 27-40.
72. Jansen van Vuuren, A., Saling, M., Rogerson, S., Anderson, P., Cheong, J., & Solms, M. (2024). Vascular underpinnings of cerebral lateralisation in the neonate. *Symmetry*, 16(2), 161.
73. Güntürkün, O., & Ocklenburg, S. (2017). Ontogenesis of lateralization. *Neuron*, 94(2), 249-263.
74. Hausmann, M. (2005). Hemispheric asymmetry in spatial attention across the menstrual cycle. *Neuropsychologia*, 43(11), 1559-1567.
75. De Kovel, C. G., Carrión-Castillo, A., & Francks, C. (2019). A large-scale population study of early life factors influencing left-handedness. *Scientific Reports*, 9(1).
76. Raymond, M., & Pontier, D. (2004). Is there geographical variation in human handedness? *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 9(1), 35-51.
77. Ocklenburg, S., Bürger, C., Westermann, C., Schneider, D., Biedermann, H., & Güntürkün, O. (2010). Visual experience affects handedness. *Behavioural Brain Research*, 207(2), 447-451.
78. Gazzaniga, M. S. (2000). Cerebral specialization and interhemispheric communication: Does the corpus callosum enable the human condition? *Brain*, 123(7), 1293-1326.
79. Kong, X., Postema, M., Guadalupe, T. M., De Kovel, C., Boedhoe, P. S., Hoogman, M., Mathias, S. R., Van Rooij, D., Schijven, D., Glahn, D. C., Medland, S. E., Jahanshad, N., Thomopoulos, S. I., Turner, J., Buitelaar, J., Van Erp, T. G., Franke, B., Fisher, S., Stein, D. J., ... Francks, C. (2019). Mapping brain asymmetry in health and disease through the ENIGMA consortium.
80. Witelson, S. F. (1988). Brain asymmetry, functional aspects. *States of Brain and Mind*, 13-16.
81. Williams, L. Z., Fitzgibbon, S. P., Bozek, J., Winkler, A. M., Dimitrova, R., Poppe, T., Schuh, A., Makropoulos, A., Cupitt, J., O'Muircheartaigh, J., Duff, E.

P., Cordero-Grande, L., Price, A. N., Hajnal, J. V., Rueckert, D., Smith, S. M., Edwards, A. D., & Robinson, E. C. (2023). Structural and functional asymmetry of the neonatal cerebral cortex.

82. Bourne, V. J. (2006). The divided visual field paradigm: Methodological considerations. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 11(4), 373-393.

83. Baddeley, A. (1992). Working memory. *Science*, 255(5044), 556-559.

84. Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 417-423.

85. Baddeley, A. D., Allen, R. J., & Hitch, G. J. (2011). Binding in visual working memory: The role of the episodic buffer. *Neuropsychologia*, 49(6), 1393-1400.

86. D'Esposito, M., Aguirre, G., Zarahn, E., Ballard, D., Shin, R., & Lease, J. (1998). Functional MRI studies of spatial and nonspatial working memory. *Cognitive Brain Research*, 7(1), 1-13.

87. Guskjolen, A., & Cembrowski, M. S. (2023). Engram neurons: Encoding, consolidation, retrieval, and forgetting of memory. *Molecular Psychiatry*, 28(8), 3207-3219.

88. Hijazi, S., Smit, A. B., & Van Kesteren, R. E. (2023). Fast-spiking parvalbumin-positive interneurons in brain physiology and Alzheimer's disease. *Molecular Psychiatry*, 28(12), 4954-4967.

89. Deleuze, C., Bhumbra, G. S., Pazienti, A., Lourenço, J., Mailhes, C., Aguirre, A., Beato, M., & Bacci, A. (2019). Strong preference for autaptic self-connectivity of neocortical PV interneurons facilitates their tuning to γ -oscillations. *PLOS Biology*, 17(9), e3000419.

90. Ognjanovski, N., Schaeffer, S., Wu, J., Mofakham, S., Maruyama, D., Zochowski, M., & Aton, S. J. (2017). Parvalbumin-expressing interneurons coordinate hippocampal network dynamics required for memory consolidation. *Nature Communications*, 8(1).

91. Elshiekh, A., Subramaniapillai, S., Rajagopal, S., Pasvanis, S., Ankudowich, E., & Rajah, M. N. (2020). The association between cognitive reserve and

performance-related brain activity during episodic encoding and retrieval across the adult lifespan. *Cortex*, 129, 296-313.

92. Jonides, J., Schumacher, E. H., Smith, E. E., Koeppe, R. A., Awh, E., Reuter-Lorenz, P. A., Marshuetz, C., & Willis, C. R. (1998). The role of parietal cortex in verbal working memory. *The Journal of Neuroscience*, 18(13), 5026-5034.

93. Emch, M., Von Bastian, C. C., & Koch, K. (2019). Neural correlates of verbal working memory: An fMRI meta-analysis. *Frontiers in Human Neuroscience*, 13.

94. Peterburs, J., Blevins, L. C., Sheu, Y., & Desmond, J. E. (2018). Cerebellar contributions to sequence prediction in verbal working memory. *Brain Structure and Function*, 224(1), 485-499.

95. Walter, H., Bretschneider, V., Gron, G., Zurowski, B., Wunderlich, A., Tomczak, R., & Spitzer, M. (2003). Evidence for quantitative domain dominance for verbal and spatial working memory in frontal and parietal cortex. *Cortex*, 39(4-5), 897-911.

96. Griesmayr, B., Gruber, W. R., Klimesch, W., & Sauseng, P. (2010). Human frontal midline theta and its synchronization to gamma during a verbal delayed match to sample task. *Neurobiology of Learning and Memory*, 93(2), 208-215.

97. Itthipuripat, S., Wessel, J. R., & Aron, A. R. (2012). Frontal theta is a signature of successful working memory manipulation. *Experimental Brain Research*, 224(2), 255-262.

98. Jensen, O. (2002). Oscillations in the Alpha band (9-12 Hz) increase with memory load during retention in a short-term memory task. *Cerebral Cortex*, 12(8), 877-882.

99. Klimesch, W., Doppelmayr, M., Schwaiger, J., Auinger, P., & Winkler, T. (1999). 'Paradoxical' Alpha synchronization in a memory task. *Cognitive Brain Research*, 7(4), 493-501.

100. Kottlow, M., Schlaepfer, A., Baenninger, A., Michels, L., Brandeis, D., & Koenig, T. (2015). Pre-stimulus BOLD-network activation modulates EEG

spectral activity during working memory retention. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 9.

101. Michels, L., Moazami-Goudarzi, M., Jeanmonod, D., & Sarthein, J. (2008). EEG Alpha distinguishes between cuneal and precuneal activation in working memory. *NeuroImage*, 40(3), 1296-1310.

102. Park, J. Y., Min, B., Jung, Y., Pak, H., Jeong, Y., & Kim, E. (2013). Illumination influences working memory: An EEG study. *Neuroscience*, 247, 386-394.

103. Nagel, B. J., Herting, M. M., Maxwell, E. C., Bruno, R., & Fair, D. (2013). Hemispheric lateralization of verbal and spatial working memory during adolescence. *Brain and Cognition*, 82(1), 58-68.

104. Jaiswal, N., Ray, W., & Slobounov, S. (2010). Encoding of visual-spatial information in working memory requires more cerebral efforts than retrieval: Evidence from an EEG and virtual reality study. *Brain Research*, 1347, 80-89.

105. Eschmann, K. C., Bader, R., & Mecklinger, A. (2018). Topographical differences of frontal-midline theta activity reflect functional differences in cognitive control abilities. *Brain and Cognition*, 123, 57-64.

106. Ikkai, A., Blacker, K. J., Lakshmanan, B. M., Ewen, J. B., & Courtney, S. M. (2014). Maintenance of relational information in working memory leads to suppression of the sensory cortex. *Journal of Neurophysiology*, 112(8), 1903-1915.

107. Johnson, J. S., Sutterer, D. W., Acheson, D. J., Lewis-Peacock, J. A., & Postle, B. R. (2011). Increased Alpha-band power during the retention of shapes and shape-location associations in visual short-term memory. *Frontiers in Psychology*, 2.

108. Kawasaki, M., & Yamaguchi, Y. (2012). Individual visual working memory capacities and related brain oscillatory activities are modulated by color preferences. *Frontiers in Human Neuroscience*, 6.

109. Manza, P., Hau, C. L., & Leung, H. (2014). Alpha power gates relevant information during working memory updating. *The Journal of Neuroscience*, *34*(17), 5998-6002.
110. Maurer, U., Brem, S., Liechti, M., Maurizio, S., Michels, L., & Brandeis, D. (2014). Frontal midline theta reflects individual task performance in a working memory task. *Brain Topography*, *28*(1), 127-134.
111. Curtis, C. (2006). Prefrontal and parietal contributions to spatial working memory. *Neuroscience*, *139*(1), 173-180.
<https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2005.04.070>
112. Cohen, M. X. (2014). *Analyzing neural time series data: Theory and practice*. MIT Press.
113. Das, A., De los Angeles, C., & Menon, V. (2022). Electrophysiological foundations of the human default-mode network revealed by intracranial-EEG recordings during resting-state and cognition. *NeuroImage*, *250*, 118927.
114. Tivadar, R. I., & Murray, M. M. (2018). A primer on electroencephalography and event-related potentials for organizational neuroscience. *Organizational Research Methods*, *22*(1), 69-94.
115. Berger, H. (1929). Über das elektroencephalogramm des menschen. *Archiv für psychiatrie und nervenkrankheiten*, *87*(1), 527-570.
116. Portella, C., Machado, S., Arias-Carrión, O., Sack, A. T., Silva, J. G., Orsini, M., Araujo Leite, M. A., Cardoso Silva, A., Nardi, A. E., Cagy, M., Piedade, R., & Ribeiro, P. (2012). Relationship between early and late stages of information processing: An event-related potential study. *Neurology International*, *4*(3), 16.
117. Polich, J. (2007). Updating P300: an integrative theory of P3a and P3b. *Clinical neurophysiology*, *118*(10), 2128-2148.
118. Başar, E., Başar-Eroglu, C., Karakaş, S., & Schürmann, M. (2001). Gamma, Alpha, delta, and theta oscillations govern cognitive processes. *International Journal of Psychophysiology*, *39*(2-3), 241-248.

119. 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.
120. Demiralp, T., Yordanova, J., Kolev, V., Ademoglu, A., Devrim, M., & Samar, V. J. (1999). Time–frequency analysis of single-sweep event-related potentials by means of fast wavelet transform. *Brain and Language*, *66*(1), 129-145.
121. Karakaş, S., Erzenin, Ö., & Başar, E. (2000). A new strategy involving multiple cognitive paradigms demonstrates that ERP components are determined by the superposition of oscillatory responses. *Clinical Neurophysiology*, *111*(10), 1719-1732.
122. Kolev, V., Demiralp, T., Yordanova, J., Ademoglu, A., & Isoglu-Alkaç, Ü. (1997). Time–frequency analysis reveals multiple functional components during oddball P300. *NeuroReport*, *8*(8), 2061-2065.
123. Harmony, T. (2013). The functional significance of delta oscillations in cognitive processing. *Frontiers in integrative neuroscience*, *7*, 83.
124. Leung, L. S., & Yim, C. Y. (1993). Rhythmic delta-frequency activities in the nucleus accumbens of anesthetized and freely moving rats. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*, *71*(5-6), 311-320.
125. Van der Velden, L., Vinck, M. A., & Wadman, W. J. (2020). Resonance in the mouse ventral tegmental area Dopaminergic network induced by regular and Poisson distributed Optogenetic stimulation in-vitro. *Frontiers in Computational Neuroscience*, *14*.
126. Güntekin, B., & Başar, E. (2016). Review of evoked and event-related delta responses in the human brain. *International Journal of Psychophysiology*, *103*, 43-52.
127. 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.
128. Klados, M. A., Frantzidis, C., Vivas, A. B., Papadelis, C., Lithari, C., Pappas, C., & Bamidis, P. D. (2009). A framework combining delta event-related

oscillations (EROs) and synchronisation effects (ERD/ERS) to study emotional processing. *Computational Intelligence and Neuroscience*, 2009, 1-16.

129. Yener, G., Güntekin, B., & Başar, E. (2008). Event-related delta oscillatory responses of Alzheimer patients. *European Journal of Neurology*, 15(6), 540-547.

130. Yener, G. G., Güntekin, B., Örken, D. N., Tülay, E., Forta, H., & Başar, E. (2012). Auditory delta event-related oscillatory responses are decreased in Alzheimer's disease. *Behavioural Neurology*, 25(1), 3-11.

131. Caravaglios, G., Costanzo, E., Palermo, F., & Muscoso, E. G. (2008). Decreased amplitude of auditory event-related delta responses in Alzheimer's disease. *International Journal of Psychophysiology*, 70(1), 23-32.

132. Ergen, M., Marbach, S., Brand, A., Başar-Eroğlu, C., & Demiralp, T. (2008). P3 and delta band responses in visual oddball paradigm in schizophrenia. *Neuroscience Letters*, 440(3), 304-308.

133. Atagün, M. İ., Güntekin, B., Maşalı, B., Tülay, E., & Başar, E. (2014). Decrease of event-related delta oscillations in euthymic patients with bipolar disorder. *Psychiatry Research: Neuroimaging*, 223(1), 43-48.

134. Jung, R., & Kornmüller, A. E. (1938). Eine Methodik Der Ableitung Lokalisierter Potentialschwankungen Aus subcorticalen Hirngebieten. *Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten*, 109(1), 1-30.

135. Landfield, P. W., McGaugh, J. L., & Tusa, R. J. (1972). Theta rhythm: A temporal correlate of memory storage processes in the rat. *Science*, 175(4017), 87-89.

136. Jacobs, J. (2014). Hippocampal theta oscillations are slower in humans than in rodents: Implications for models of spatial navigation and memory. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 369(1635), 20130304.

137. Hasselmo, M. E., Bodelón, C., & Wyble, B. P. (2002). A proposed function for hippocampal theta rhythm: Separate phases of encoding and retrieval enhance reversal of prior learning. *Neural Computation*, 14(4), 793-817.

138. Hasselmo, M. E., & Stern, C. E. (2014). Theta rhythm and the encoding and retrieval of space and time. *NeuroImage*, *85*, 656-666.
139. Buzsáki, G. (2005). Theta rhythm of navigation: Link between path integration and landmark navigation, episodic and semantic memory. *Hippocampus*, *15*(7), 827-840.
140. Summerfield, C., & Mangels, J. A. (2005). Coherent theta-band EEG activity predicts item-context binding during encoding. *NeuroImage*, *24*(3), 692-703.
141. 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.
142. Klimesch, W. (2012). Alpha-band oscillations, attention, and controlled access to stored information. *Trends in Cognitive Sciences*, *16*(12), 606-617.
143. Busch, N. A., Dubois, J., & VanRullen, R. (2009). The phase of ongoing EEG oscillations predicts visual perception. *Journal of Neuroscience*, *29*(24), 7869-7876.
144. Jensen, O., & Mazaheri, A. (2010). Shaping functional architecture by oscillatory Alpha activity: Gating by inhibition. *Frontiers in Human Neuroscience*, *4*.
145. Lőrincz, M. L., Kékesi, K. A., Juhász, G., Crunelli, V., & Hughes, S. W. (2009). Temporal framing of thalamic relay-mode firing by phasic inhibition during the Alpha rhythm. *Neuron*, *63*(5), 683-696.
146. Worden, M. S., Foxe, J. J., Wang, N., & Simpson, G. V. (2000). Anticipatory biasing of Visuospatial attention indexed by Retinotopically specific α -band electroencephalography increases over occipital cortex. *The Journal of Neuroscience*, *20*(6), RC63-RC63.
147. Jensen, O. (2024). Distractor inhibition by Alpha oscillations is controlled by an indirect mechanism governed by goal-relevant information. *Communications Psychology*, *2*(1).

148. Kizilhan, J. I., Roniger, A., Von Heymann, F., & Tritt, K. (2013). Validation of a Turkish version of the ICD-10 symptom rating (ISR). *PsycEXTRA Dataset*.
149. Tritt, K., Von Heymann, F., Zaudig, M., Zacharias, I., Söllner, W., & Loew, T. (2008). Entwicklung des Fragebogens »icd-10-Symptom-Rating« (ISR). *Zeitschrift für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie*, 54(4), 409-418.
150. Atasavun Uysal, S., Ekinci, Y., Çoban, F., & Yakut, Y. (2019). Edinburgh El Tercih Anketi Türkçe güvenilirliğinin araştırılması.
151. Steenhuis, R. E., & Bryden, M. P. (1989). Waterloo handedness questionnaire. *PsycTESTS Dataset*.
152. Nucci, M., Mapelli, D., & Mondini, S. (2012). Cognitive reserve index questionnaire (CRIq): A new instrument for measuring cognitive reserve. *Aging Clinical and Experimental Research*, 24(3), 218-226.
153. Sternberg, S. (1969). Memory-scanning: Mental processes revealed by reaction-time experiments. *American scientist*, 57(4), 421-457.
154. Pavlov, Y. G., & Kotchoubey, B. (2021). Temporally distinct oscillatory codes of retention and manipulation of verbal working memory. *European Journal of Neuroscience*, 54(7), 6497-6511.
155. Benschop, R. (1998). What is a tachistoscope? Historical explorations of an instrument. *Science in Context*, 11(1), 23-50.
156. Stanislaw, H., & Todorov, N. (1999). Calculation of signal detection theory measures. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 31(1), 137-149.
157. Vingerhoets, G., Verhelst, H., Gerrits, R., Badcock, N., Bishop, D. V., Carey, D., Flindall, J., Grimshaw, G., Harris, L. J., Hausmann, M., Hirnstein, M., Jäncke, L., Joliot, M., Specht, K., & Westerhausen, R. (2023). Laterality indices consensus initiative (LICI): A Delphi expert survey report on recommendations to record, assess, and report asymmetry in human behavioural and brain research. *Laterality*, 28(2-3), 122-191.

158. Coors, A., Lee, S., Gazes, Y., Gacheru, M., Habeck, C., & Stern, Y. (2024). Brain reserve affects the expression of cognitive reserve networks. *Human Brain Mapping, 45*(5).
159. Gutiérrez-Zamora Velasco, G., Fernández, T., Silva-Pereyra, J., Reynoso-Alcántara, V., & Castro-Chavira, S. (2021). Higher cognitive reserve is associated with better working memory performance and working-memory-Related P300 modulation. *Brain Sciences, 11*(3), 308.
160. Ravizza, S. M., Behrmann, M., & Fiez, J. A. (2005). Right parietal contributions to verbal working memory: Spatial or executive? *Neuropsychologia, 43*(14), 2057-2067.
161. Zurowski, B., Gostomzyk, J., Grön, G., Weller, R., Schirrmeyer, H., Neumeier, B., Spitzer, M., Reske, S. N., & Walter, H. (2002). Dissociating a common working memory network from different neural substrates of phonological and spatial stimulus processing. *NeuroImage, 15*(1), 45-57.
161. Dunst, B., Benedek, M., Jauk, E., Bergner, S., Koschutnig, K., Sommer, M., Ischebeck, A., Spinath, B., Arendasy, M., Bühner, M., Freudenthaler, H., & Neubauer, A. C. (2014). Neural efficiency as a function of task demands. *Intelligence, 42*, 22-30.
162. Duncan, J., Assem, M., & Shashidhara, S. (2020). Integrated intelligence from distributed brain activity. *Trends in Cognitive Sciences, 24*(10), 838-852.
163. Woolgar, A., Hampshire, A., Thompson, R., & Duncan, J. (2011). Adaptive coding of task-relevant information in human Frontoparietal cortex. *The Journal of Neuroscience, 31*(41), 14592-14599.
164. Fell, J., & Axmacher, N. (2011). The role of phase synchronization in memory processes. *Nature Reviews Neuroscience, 12*(2), 105-118.
165. Siegel, M., Warden, M. R., & Miller, E. K. (2009). Phase-dependent neuronal coding of objects in short-term memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 106*(50), 21341-21346.
166. Herweg, N. A., Solomon, E. A., & Kahana, M. J. (2020). Theta oscillations in human memory. *Trends in Cognitive Sciences, 24*(3), 208-227.

167. Kwon, G., Kim, M., Lim, S., Kwon, H., Lee, Y., Kim, K., Lee, E., & Suh, M. (2015). Frontoparietal EEG Alpha-phase synchrony reflects differential attentional demands during word recall and oculomotor dual-tasks. *NeuroReport*, 26(18), 1161-1167.
168. Brosnan, M. B., Shalev, N., Ramduny, J., Sotiropoulos, S. N., & Chechlacz, M. (2022). Right fronto-parietal networks mediate the neurocognitive benefits of enriched environments. *Brain Communications*, 4(2).



10. EKLER

EK-1 BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ ONAM FORMU

“Bilişsel Rezerv Düzeyinin Sözel ve Görsel-Uzamsal Çalışma Belleğinin Lateralizasyonu Üzerindeki Etkilerinin EEG-Beyin Osilasyonları Yöntemleri ile İncelenmesi” isimli çalışmamız kapsamında sağlıklı gençlerin bilişsel rezerv düzeylerinin verbal ve görsel-uzamsal bellek performansları üzerindeki etkileri çeşitli çalışma belleği paradigmaları aracılığıyla Elektroensefalografi (EEG) beyin osilasyonları yöntemi ile incelenecektir. Bu amaç doğrultusunda çalışmaya yaş aralığı 18-35 arasında olan, ICD-10 Semptom Değerlendirme (ISR) anketi sonucunda çalışmaya dahil edilmesine uygun bulunan bireyler dahil edilecektir. Kişilerin bilişsel rezerv düzeyleri Bilişsel Rezerv İndeksi Anketi (CRIq) ile belirlenecektir. Dominant el ve ayak Edinburgh El Tercihi (EHI) ve Waterloo Ayak Tercihi (WFQ) ile belirlenecektir. EEG beyin elektriksel aktivitesini ölçen bir cihazdır. EEG cihazının hiçbir yan etkisi bulunmamaktadır. Tüm kişilerdeki beyin elektrik aktivitesi hiçbir girişim yapılmadan, bilgisayar ekranından bazı uyaranlar gösterilerek yaklaşık bir saat kaydedilecek ve bilgisayar ortamında EEG verileri analiz edilecektir. İşlem için uygulanacak elektrotlar ve jellerin kişiye hiçbir zararı ve yan etkisi bulunmamaktadır.

Bu çalışma için sizden veya güvence altında bulunduğunuz herhangi bir kurum ve kuruluş tarafından ödeme alınmamaktadır. 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. Bu çalışmadan elde edilen bilgiler tamamen araştırma amacı ile kullanılacak ve kimlik bilgileriniz kesinlikle 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.

Yukarıda yapılmış olan bilgilendirilmeler doğrultusunda,

- 1) Söz konusu Araştırmaya hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın kendi rızamla katılmayı (çocuğumun/vasimin bu çalışmaya katılmasını) kabul ediyorum.
- 2) Gerek duyulursa kişisel bilgilerime mevzuatta belirtilen kişi/kurum/kuruluşların erişebilmesine,
- 3) Çalışmada elde edilen bilgilerin (kimlik bilgilerim gizli kalmak koşulu ile) yayın için kullanılma, arşivleme ve eğer gerek duyulursa yalnızca bilimsel katkı amacı ile ülkemiz dışına aktarılmasına olur veriyorum.
- 4) Alınan kodlanmış verilerin* bu çalışma dışında gelecekte bir çalışmada (kimliğim ile bağlantısız olarak) kullanılmasını onaylıyorum.

**Kodlanmış veri: Sizden alınan verilere bir kod numarası verilir. Kod numarasını yalnızca araştırmacı bilir ve sizin kimlik bilgilerinize yalnızca araştırmacı ulaşabilir. Böylece kimlik bilgileriniz gizli tutulmuş olur.*

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:

Ad-Soyadı:

Tel:

Adres:

Tarih ve imza:

Araştırmacının:

Ad-Soyadı:

Görevi:

Adres:

Tel:

Tarih ve imza:

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

Ad-Soyadı:

Tel:

Adres:

Tarih ve imza:



EK-2 ULUSLARARASI HASTALIK SINIFLANDIRILMASI-10 (UHS-10) SEMPTOM DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ

Klinik adı/Terapist

1

Adı:..... Soyadı:..... Doğum tarihi:.....

Kayıt No:.....

ICD-10-Symptom-Rating (ISR)

(Version 2.0)

Kizilhan, Roniger, v.Heymann, Tritt

Burada insanların müzdarip olabileceği bazı şikayetlerin listesini bulacaksınız. Bu şikayetlerin bazıları sizin güncel durumunuza uyuyor olabilir. Şikayetlerinizin bazılarının göz ardı edilmesini engellemek için seçeneklerin mümkün olduğunca hepsini değerlendirmenizi rica ediyoruz.

Lütfen şimdi aşağıdaki şikayetlerin hangilerinin son iki hafta içerisinde (son seçenek dışında) sizi etkilediğini belirtiniz. Bunlardan biri sizin durumunuza uyuyor ise, sizi hangi derecede etkilediğini de bilmek istiyoruz. Lütfen şimdi spontane ve hızlı bir şekilde aşağıdaki belirlemelerin sizin için ne kadar geçerli olduğunu belirtiniz.

	Geçerli değil	Pek geçerli değil	Geçerli sayılır	Oldukça geçerli	Çok geçerli
(1) Moralsiz ve bezgin bir ruh halim var.	0	1	2	3	4
(2) Normalde severek yaptığım şeyler artık bana gerçekten zevk vermiyor.	0	1	2	3	4
(3) Birşey yapmak istediğimde yeterli enerjiye sahip değilim ve çabuk yoruluyorum.	0	1	2	3	4
(4) Kendimi değersiz hissediyorum / kendime güvenmiyorum.	0	1	2	3	4
(5) Başka insanlara zararsız görünen durumlarda açıklanamaz korku nöbetleri veya korkular yaşıyorum.	0	1	2	3	4
(6) Şiddetli korku durumlarında aniden, kalp çarpıntısı, nefes alamama, baş dönmesi, göğüste baskı, boğazda düğümlenme, titreme veya içsel sıkıntı gibi fiziki şikayetler yaşıyorum.	0	1	2	3	4
(7) Beni korkutan belli durumlardan kaçınmaya çalışıyorum.	0	1	2	3	4
(8) Yeniden bir korku nöbeti yaşama düşüncesi bile beni korkutuyor.	0	1	2	3	4

Klinik adı/Terapist

2

Adı:..... Soyadı:..... Doğum tarihi:.....

Kayıt No:.....

	Geçerli değil	Pek geçerli değil	Geçerli sayılır	Oldukça geçerli	Çok geçerli
(9) Engellemediğim ve sürekli tekrarlanan anlamsız düşünce ve hareketlere sahibim (örneğin el yıkama gibi).	0	1	2	3	4
(10) Bunu her zaman başaramasam bile sürekli tekrarlanan, manasız düşünce ve hareketlere karşı direnmeye çalışıyorum.	0	1	2	3	4
(11) Günlük yaşantımı etkileyen ve bana eziyet eden manasız düşünce veya hareketlerim var.	0	1	2	3	4
(12) Açıklanamayan fiziki şikayetlerden dolayı doktora gitme ihtiyacı duyuyorum.	0	1	2	3	4
(13) Bana eziyet edecek şekilde sürekli hastalanma endişesi yaşıyorum.	0	1	2	3	4
(14) Birçok doktorun bana önemli bir fiziki rahatsızlığımın olmadığını temnin etmesine rağmen buna inanmakta zorlanıyorum.	0	1	2	3	4
(15) Kilomu, kalorisi zayıf besinler olarak veya kusarak ya da ilaç olarak (örneğin; müşil) kontrol ediyorum.	0	1	2	3	4
(16) Düşüncelerimin büyük kısmı yemek yemekle meşgul ve sürekli kilo alma korkusu yaşıyorum.	0	1	2	3	4
(17) Sürekli nasıl kilo verebileceğimi düşünüyorum.	0	1	2	3	4
(18) Konsatire olmada zorluk yaşıyorum.	0	1	2	3	4
(19) Kendimi öldürmeyi düşünüyorum.	0	1	2	3	4
(20) Uyku sorunum var.	0	1	2	3	4
(21) İştahsızım.	0	1	2	3	4
(22) Unutkanım.	0	1	2	3	4

Klinik adı/Terapist

3

Adı:..... Soyadı:..... Doğum tarihi:.....

Kayıt No:.....

	Geçerli değil	Pek geçerli değil	Geçerli sayılır	Oldukça geçerli	Çok geçerli
(23) Sürekli tekrarlanan kötü anılarıma dair kabuslar ve düşüncelerden mustaribim.	0	1	2	3	4
(24) Günlük yaşantımın yüklerinden dolayı (örneğin; ağır hastalık, işin kaybedilmesi veya eşden ayrılma) psikolojik sorunlar yaşıyorum.	0	1	2	3	4
(25) Kendi duygularımın ve deneyimlerimin bana ait olmadığı duygusunu yaşıyorum.	0	1	2	3	4
(26) Çevremdeki insanlar bana birden gerçekdışı, uzak, cansız görünüyorlar.	0	1	2	3	4
(27) Cinselliğimi yaşarken olumsuz etkilendiğimi hissediyorum.	0	1	2	3	4
(28) Son yıllarda yaşadığım ağır bir yükten dolayı (örneğin; kafatası-beyin yaralanması, savaş deneyimi veya kötüye kullanıma) yaşantım kalıcı bir şekilde değişti.	0	1	2	3	4
(29) Cinsel isteklerim benim için bir yük teşkil ediyor.	0	1	2	3	4

EK-3 EDİNBURGH EL TERCİHİ ÖLÇEĞİ

- Lütfen aşağıdaki eylemlerdeki el kullanım tercihinizi, tercih ettiğiniz kolona (✓) işareti koyarak belirtiniz.
- El tercihinizin kesin veya çok güçlü olduğu durumlarda, yani birisi sizi kullanmaya zorlamadıkça diğer eli asla kullanmaya çalışmayacağınız durumlarda, tercih ettiğiniz kolona (✓✓) işareti koyunuz.
- Herhangi bir eylemi gerçekleştirirken gerçekten sizin için hangi eli kullandığınız fark etmiyorsa her iki kolona da işaret (✓ | ✓) koyunuz.
- Aşağıdaki bazı eylemler her iki elin de kullanımını gerektirmektedir. Bu durumlarda sizden tercih etmeniz istenen elin; görevin ya da nesnenin neresinde olduğu parantez içerisinde belirtilmiştir.

	SOL EL	SAĞ EL
1. Yazı yazarken		
2. Çizim yaparken		
3. Bir şey (top, taş vb.) fırlatırken veya atarken		
4. Makas kullanırken		
5. Diş fırçası kullanırken		
6. Bıçak kullanırken (çatal olmadan)		
7. Kaşık tutarken		
8. Süpürge kullanırken (üstteki el)		
9. Kibrit çakarırken (kibrit çöpünü tutan el)		
10. Kavanoz kapağı açarken (kapağı açan el)		
i- Bir şeye (top vb.) hangi ayağınızla vurmaya tercih edersiniz?		
ii- Tek gözünüzü kullanmanız gerekirse hangisini kullanmayı tercih edersiniz?		
TOPLAM:	L =	R =

$$[(R - L: \dots\dots\dots) / (R + L: \dots\dots\dots)] = \dots\dots\dots * 100 =$$

EK-4 WATERLOO AYAK TERCİHİ ÖLÇEĞİ

Yenilenmiş Waterloo Ayak Tercih Anketi

Yönerge: Aşağıdaki soruların her birini en iyi yapabildiğiniz şekilde yanıtlayınız. Anlatılan hareketi yapmak için **daima** bir ayağınızı kullanıyorsanız **Dsol (daima sol)** ya da **Dsağ (Daima sağ)** yazan yeri daire içine alınız. **Genellikle** bir ayağınızı kullanıyorsanız, **Gsol** ya da **Gsağ** yazan yeri daire içine alınız. Eğer her iki ayağınızı **eşit sıklıkta** kullanıyorsanız **Eşit** yazan yeri daire içine alınız.

Lütfen bütün sorular için bir yanıtı basit olarak daire içine almayınız ama kendi yaptığınız her hareketi sırayla hayalinizde canlandırınız ve daha sonra uygun olan yanıtı işaretleyiniz. Gerekirse, işaretlemeyi durdurunuz ve sorulan hareketi yapmaya çalışınız.

M.Soner ÖZSU

Yenilenmiş Waterloo Ayak Tercih Anketi		Daima Sol	Genellikle Sol	Eşit Sıklıkta	Genellikle Sağ	Daima Sağ
1.	Duran bir topa önünüzdeki bir hedef doğrultusunda tekme atmada hangi ayağınızı kullanırsınız?	Dsol	Gsol	Eşit	Gsağ	Dsağ
2.	Bir ayak üzerinde durmanız gerekirse, o hangi ayağınız olur?	Dsol	Gsol	Eşit	Gsağ	Dsağ
3.	Plajda kumu düzeltmek için hangi ayağınızı kullanırsınız?	Dsol	Gsol	Eşit	Gsağ	Dsağ
4.	Bir sandalyenin üzerine çıkmanız gerekirse, sandalyenin üzerine önce hangi ayağınızı koyarsınız?	Dsol	Gsol	Eşit	Gsağ	Dsağ
5.	Hızlı hareket eden bir böcek üzerine ayağınızı basmak için hangi ayağınızı kullanırsınız?	Dsol	Gsol	Eşit	Gsağ	Dsağ
6.	Bir demiryolu rayı üzerinde tek ayağınızda dengedeyseniz, hangi ayağınızı kullanırsınız?	Dsol	Gsol	Eşit	Gsağ	Dsağ
7.	Ayak parmaklarınızla bir misket almak isterseniz, hangi ayağınızı kullanırsınız?	Dsol	Gsol	Eşit	Gsağ	Dsağ
8.	Bir ayakta hoplamak isterseniz, hangi ayağınızı kullanırsınız?	Dsol	Gsol	Eşit	Gsağ	Dsağ
9.	Bir küreği toprağın içine itmeye yardımcı hangi ayağınızı kullanırsınız?	Dsol	Gsol	Eşit	Gsağ	Dsağ
10.	Rahat bir şekilde ayakta durma sırasında, insanlar ağırlıklarının çoğunu öncelikle bir ayağı üzerine koyar, diğer bacaklarını hafif bükük bırakırlar. Ağırlığınızın çoğunu öncelikle hangi ayağınıza koyarsınız?	Dsol	Gsol	Eşit	Gsağ	Dsağ
11.	Yukarıdaki hareketlerin herhangi birisi için ayak tercihinizi değiştirmenizin herhangi bir nedeni (örneğin: sakatlanma) var mı?	EVET	HAYIR	(birisini daire içine alın)		
12.	Belirli hareketler için yalnız bir ayağınızı kullanmada özel eğitim ya da teşvik aldınız mı?	EVET	HAYIR	(birisini daire içine alın)		
13.	11. ya da 12. soru için EVET cevabı verdinizse, lütfen açıklayınız:					

EK-5 BİLİŞSEL REZERV İNDEKSİ ANKETİ

Cognitive Reserve Index

CRIq

questionnaire

M. Nucci, D. Mapelli & S. Mondini (2012)

Türkçe versiyon: S. Özakbas & MS Çalışma Grubu (2021)

Yönerge: Katılımcıdaki tanı almış ya da şüpheli bir bilişsel gerileme nedeniyle görüşme yapılamıyorsa aile üyesi ya da bakım verenle BRİA uygulanabilir. Anketin altındaki uygun kutucuğu işaretleyin.

Adı: Soyadı:

Doğum tarihi:/...../..... Doğum yeri: Yaş:

Oturduğu yer: Uyruk:

Medeni durum: Bekar Evli Boşanmış Dul

BRİ-Eğitim

Yönerge: Her bir eğitim yılı için 1 puan olarak hesaplayınız. Alınan mesleki eğitim kurslarının her 6 aylık dönemini 0.5 puan olarak hesaplayınız.

	Yıl
1. Eğitim süresi (lisansüstü eğitim ve uzmanlık da dahil)
2. Mesleki eğitim (her 6 ay için 0.5)

BRİ-Çalışma Etkinliği

Yönerge: Çalışma yıllarını beş yıllık bir ölçeğe göre yuvarlanmış olarak belirtin (0-5-10-15-20 vb. ör. Bir kişi 17 yıldır çalışıyorsa, 20 yazın). Entelektüel katılım ve kişisel sorumluluk derecesi, 5 çalışma aktivitesi seviyesi arasında ayırım yapar. Aynı anda birden çok iş sahibi olması durumunda bile, tüm çalışma faaliyetlerini bildirin.

	Years
1. Düşük vasıflı el işi (çiftlik işi, bahçıvan, hizmetçi/temizlikçi, bakıcı, garson, şoför, tamirci, tesisatçı, çağrı merkezi operatörü, çocuk bakıcısı vb.)
2. Vasıflı el işi (usta, aşçı, mağaza tezgahtarı, terzi, temsilci/mümessil, hizmet görevlisi, kuaför, büro elemanı, hemşire/hasta bakıcı, vb.)
3. Bedensel olmayan vasıflı iş (işletme sahibi, beyaz yakalı çalışan, satış acentesi, imam/müezzin/din görevlisi, emlakçı, kreş öğretmeni, müzisyen vs.)
4. Profesyonel meslek (küçük bir şirkette yönetici, avukat, nitelikli serbest meslek mensubu, müteahhit, doktor, öğretmen, mühendis vb.)
5. Yüksek sorumluluk ya da entelektüellik gerektiren meslek (büyük bir şirkette genel müdür, üst düzey yönetici, hakim, üniversite profesörü, politikacı vb.)

BRİ-Boş Zaman

Yönerge:

- Her bir madde, yetişkinlik dönemi boyunca (yani, 18 yaşından itibaren) düzenli olarak gerçekleştirilen etkinliklere atıfta bulunmaktadır.
- Tüm ücretli etkinlikler bu bölümden çıkarılır (ücretli etkinlikler için BRİA-Çalışma Etkinliği'ne geri dönülür).
- Yanıtları, her etkinlik için belirtilen sıklığa göre kaydedin (örneğin; haftalık, aylık, yıllık).
- "Yıl" sütunu, sözü edilen etkinliğin yapıldığı yıl sayısını ifade eder ve Genellikle / Her zaman için 5 yıllık bir ölçek (5-10-15-20, vb.) ile yuvarlanır. Örneğin, bir kişi uzun yıllar okumayı bırakmış olsa bile düzenli olarak 27 yıldır gazete okuyorsa, "30 yıldır Genellikle / Her zaman" olarak kaydedilecektir.
- Eğer etkinlik hiçbir zaman ya da nadiren gerçekleştirilirse (Asla / Nadiren seçeneği) yıl sayısının belirtilmesine gerek yoktur.
- Katılımcıların ömrü boyunca etkinlik sıklığı önemli ölçüde değiştiyse, yalnızca en yüksek sıklığın süresi (yıl sayısı olarak) dikkate alınacaktır. Örneğin, bir kişi 40 yıldır her gün araba sürdüyse, ancak sonraki 15 yıl içerisinde haftada yalnızca bir veya iki kez araba kullanmışsa, cevap "40 yıldır Genellikle / Her zaman" olacaktır.

1. HAFTALIK SIKLIKTA OLAN ETKİNLİKLER

	Haftada 2 kez veya daha az	Haftada 3 kez veya daha fazla	Yıl
1. Gazete ya da dergi okumak	<input type="checkbox"/> Asla / Nadiren	<input type="checkbox"/> Sıklıkla / Her zaman	.....
2. Ev işleri (yemek yapma, yıkama market, alışverişi, ütü vb.)	<input type="checkbox"/> Asla / Nadiren	<input type="checkbox"/> Sıklıkla / Her zaman	.....
3. Araç kullanma (bisiklet değil)	<input type="checkbox"/> Asla / Nadiren	<input type="checkbox"/> Sıklıkla / Her zaman	.....
4. Boş zaman etkinlikleri (spor, avcılık, dans, satranç, para koleksiyonculuğu vb.)	<input type="checkbox"/> Asla / Nadiren	<input type="checkbox"/> Sıklıkla / Her zaman	.....
5. Yeni teknolojileri kullanma (internet, bilgisayar, dijital kameralar vb.)	<input type="checkbox"/> Asla / Nadiren	<input type="checkbox"/> Sıklıkla / Her zaman	.....

2. AYLIK SIKLIKTA OLAN ETKİNLİKLER

	Ayda 2 kez veya daha az	Ayda 3 kez veya daha fazla	Yıl
1. Sosyal etkinlikler (siyasi partiler, eğlence, kulüpleri, dernekler, vb.)	<input type="checkbox"/> Asla / Nadiren	<input type="checkbox"/> Sıklıkla / Her zaman	.....
2. Sinema, tiyatro	<input type="checkbox"/> Asla / Nadiren	<input type="checkbox"/> Sıklıkla / Her zaman	.....
3. Bahçe işleri, kendin yap, örgü gibi küçük, ölçekli işlemler, vb.	<input type="checkbox"/> Asla / Nadiren	<input type="checkbox"/> Sıklıkla / Her zaman	.....
4. Torun, yeğen ya da yaşlı yakınlarına bakma	<input type="checkbox"/> Asla / Nadiren	<input type="checkbox"/> Sıklıkla / Her zaman	.....
5. Gönüllü işlerde çalışma	<input type="checkbox"/> Asla / Nadiren	<input type="checkbox"/> Sıklıkla / Her zaman	.....
6. Sanatsal etkinlikler (müzik, şarkı söyleme, resim yapma, yazı yazma vb.)	<input type="checkbox"/> Asla / Nadiren	<input type="checkbox"/> Sıklıkla / Her zaman	.....

3. YILLIK SIKLIKTA OLAN ETKİNLİKLER

	Yılda 2 kez veya daha az	Yılda 3 kez veya daha fazla	Yıl
1. Sergiler, konserler, konferanslar	<input type="checkbox"/> Asla / Nadiren	<input type="checkbox"/> Sıklıkla / Her zaman	.....
2. Birkaç gün süren yolculuklar	<input type="checkbox"/> Asla / Nadiren	<input type="checkbox"/> Sıklıkla / Her zaman	.....
3. Kitap okumak	<input type="checkbox"/> Asla / Nadiren	<input type="checkbox"/> Sıklıkla / Her zaman	.....

4. SABİT SIKLIKTAKİ ETKİNLİKLER

1. Çocuk	<input type="checkbox"/> Hayır	<input type="checkbox"/> Evet	sayı
----------	--------------------------------	-------------------------------	------------

	Yılda 2 kez veya daha az	Yılda 3 kez veya daha fazla	Yıl
2. Evcil hayvan bakımı	<input type="checkbox"/> Asla / Nadiren	<input type="checkbox"/> Sıklıkla / Her zaman	.....
3. Birinin banka hesabını yönetme	<input type="checkbox"/> Asla / Nadiren	<input type="checkbox"/> Sıklıkla / Her zaman	.....

Anketin uygulandığı kişi: ilgili kişi aile bireyi/bakım veren

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

Uygulayıcı:

SONUÇLAR

BRİ-Eğitim

BRİ-Çalışma Etkinliği

BRİ-Boş Zaman

BRİ

Düşük Orta-düşük Orta Orta-yüksek Yüksek
≤ 70 70 : 84 85 : 114 115 : 130 ≥ 130

11. ETİK KURUL ONAYI

İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ
GİRİŞİMSSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR
ETİK KURULU KARAR FORMU

Sayı:
Konu: Etik Kurulu Kararı

BAŞVURU BİLGİLERİ	ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Bilişsel Rezerv Düzeyinin Sözel ve Görsel-Uzamsal Çalışma Belleğinin Lateralizasyonu Üzerindeki Etkilerinin EEG-Beyin Osilasyonları Yöntemleri ile İncelenmesi			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Rümeysa DUYGUN			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Yüksek Lisans Öğrencisi, Psikolog			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	İstanbul			
	DESTEKLEYİCİ	-			
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ <input checked="" type="checkbox"/>	ÇOK MERKEZ <input type="checkbox"/>	ULUSAL <input type="checkbox"/>	ULUSLARARASI <input type="checkbox"/>

Sayfa 1

İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ
GİRİŞİMSSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR
ETİK KURULU KARAR FORMU

Değerlendirilen Belgeler	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili		
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ/PLANI			Türkçe <input checked="" type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
	OLGU RAPOR FORMU			Türkçe <input checked="" type="checkbox"/>	İngilizce <input checked="" type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GONULLU OLUR FORMU	17.03.2023	V.0.1	Türkçe <input checked="" type="checkbox"/>	İngilizce <input type="checkbox"/>	Diğer <input type="checkbox"/>
Karar Bilgileri	Karar No:297	Tarih: 30.03.2023				
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 "oybirliği" ile karar verilmiştir.						

İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ GİRİŞİMSSEL 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 checked="" type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E imzalıdır
Prof. Dr. Mete ÜNGÖR	Endodonti	İstanbul Medipol Üniversitesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E imzalıdır
Doç. Dr. Mehmet Kemal ÖZDEMİR	Elektrik ve Elektronik	İstanbul Medipol Üniversitesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E imzalıdır
Doç. Dr. İlnur KESKİN	Histoloji ve Embriyoloji	İstanbul Medipol Üniversitesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E-imzalıdır
Doç. Dr. Devrim TARAKCI	Fizyoterapi ve Rehabilitasyon	İstanbul Medipol Üniversitesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E imzalıdır
Dr. Öğr. Üyesi Neziha HACHASANOĞLU ÇAKMAK	Biyokimya	İstanbul Medipol Üniversitesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E imzalıdır
Dr. Öğr. Üyesi Pakize YİĞİT	Sayısal Yöntemler/ Biyoistatistik	İstanbul Medipol Üniversitesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	Katılmadı

* :Toplantıda Bulunma