

SAMİ ÇAMKERTEN

SİNİRBİLİM

İSTANBUL –2023

İSTİNYE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

TRANSKRANİYAL DOĞRU AKIM UYARIMININ GÖRSEL-UZAMSAL BAĞLAMSAL ÖĞRENME ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

SAMİ ÇAMKERTEN

DANIŞMAN

DR. ÖĞR. ÜYESİ ÇİĞDEM ULAŞOĞLU YILDIZ

SİNİRBİLİM ANABİLİM DALI

İSTANBUL – 2023

İSTİNYE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
(YÜKSEK LİSANS TEZİ)

TRANSKRANİYAL DOĞRU AKIM UYARIMININ GÖRSEL-UZAMSAL BAĞLAMSAL ÖĞRENME ÜZERİNDEKİ ETKİSİ

SAMİ ÇAMKERTEN

DANIŞMAN
DR. ÖĞR. ÜYESİ ÇİĞDEM ULAŞOĞLU YILDIZ

EŞ DANIŞMAN
DR. ÖĞR. ÜYESİ BERNİS SÜTÇÜBAŞI

İSTANBUL – 2023

TEZ ONAYI

Bu tezin Yüksek Lisans derecesi için gereken tüm şartları sağladığını tasdik ederim.

Anabilim Dalı Başkanı
Dr. Öğr. Üyesi Gökçer Eskikurt

Enstitü Müdürü
Prof. Dr. Yalçın Kırdar

Bu tezin Yüksek Lisans derecesi için gereken tüm şartları sağladığını tasdik ederim.

Dr. Öğr. Üyesi Çiğdem Ulaşoğlu Yıldız
Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Bernis Sütçübaşı
Eş Danışman

Okuduğumuz ve savunmasını dinlediğimiz bu tezin bir Yüksek Lisans derecesi için gereken tüm kapsam ve kalite şartlarını sağladığını beyan ederiz.

Jüri Üyeleri (İlk isim jüri başkanına, ikinci isim danışmana aittir)

Dr. Öğr. Üyesi Zeynep Küçük — Haliç Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Çiğdem Ulaşoğlu Yıldız — İstanbul Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Gökçer Eskikurt — İstinye Üniversitesi

ETİK BEYANI

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum, “Transkraniyal Doğru Akım Uyarımının Görsel-Uzamsal Bağlamsal Öğrenme Üzerindeki Etkisi” adlı çalışmanın, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

Sami Çamkerten

TEŞEKKÜR

Kısıtlı zamanlarında bile uygun zaman yaratan, gün ve saat fark etmeksizin sorduğum her soruya yanıt veren, hiçbir talebimi geri çevirmeyen kıymetli danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Çiğdem Ulaşoğlu Yıldız'a,

Tezimin her aşamasında sorduğum bütün sorulara içtenlikle ve bıkmadan cevap veren, farklı araştırma alanlarında çalışmama vesile olan ve bana yeni ufuklar kazandıran değerli eş danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Bernis Sütçübaşı'na,

Akademik eğitimim süresince bilgi ve birikimleriyle bana yardımcı olan, hiçbir konuda yardımlarını esirgemeyen, akademik etik ve disiplin kazanmamda değerli katkılarını ve zamanı sunan, desteğini her zaman hissettiren Doç. Dr. Arkun Tatar'a,

Tezimin başlangıç aşamasından son aşamasına kadar fikirleriyle ve destekleyici eleştirileriyle yardımcı olan, lisansüstü eğitimim boyunca her konuda bana destek veren kıymetli hocam Dr. Öğr. Üyesi Gökçer Eskikurt'a,

Bu süreçte ilgisini ve yardımlarını eksik etmeyen ve her zaman çalışmanın gidişatını merak eden sayın Doç. Dr. Belma Bekçi'ye,

Son olarak, bu aşamaya gelmeme yardımcı olan, hem maddi hem de manevi olarak yanımda olan ve hiçbir zaman desteklerini esirgemeyen babam, annem ve ablalarıma teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ETİK BEYANI i
TEŞEKKÜR ii
İÇİNDEKİLER iii
TABLOLAR LİSTESİ vii
ŞEKİLLER LİSTESİ ix
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ x
ÖZET xi
ABSTRACT xii
1. GİRİŞ 1
2. GENEL BİLGİLER 3
2.1. Bellek 3
2.1.1. Uzun Süreli Bellek 4
2.1.2. Açık Bellek 4
2.1.2.1. Epizodik Bellek 4
2.1.2.2. Semantik Bellek 5
2.2. Örtük Bellek 5
2.2.1. Prosedürel Öğrenme 6
2.2.2. Hazırlama 6
2.2.3. İlişkisel Öğrenme 6
2.2.4. İlişkisel Olmayan Öğrenme 7
2.3. Kısa Süreli Bellek 7
2.4. Dikkat 8
2.4.1. Görsel-Uzamsal Dikkat 8
2.4.2. İç Kaynaklı Dikkat ve Dış Kaynaklı Dikkat 9
2.4.2.1. Dorsal Dikkat Ağı 10
2.4.2.2. Ventral Dikkat Ağı 11
2.4.2.3. Dorsal Dikkat Ağı ve Ventral Dikkat Ağı Etkileşimi 11
2.5. Dikkat ve Bellek 12
2.5.1. Kodlama 13
2.5.2. Geri Getirme 13

2.6. Örtük Öğrenme 14
2.6.1. Dikkat ve Örtük Öğrenme 15
2.6.1.1. Dikkatin Örtük Öğrenme Üzerindeki Etkisi 16
2.6.1.2. Örtük Öğrenmenin Dikkat Üzerindeki Etkisi 17
2.7. Örtük Bağlamsal Öğrenme 18
2.8. Posterior Parietal Korteks 20
2.9. Posterior Parietal Korteks ve Görsel-Uzamsal Dikkat 21
2.10. Temporo-Parietal Bileşke 23
2.11. Temporo-Parietal Bileşke ve Görsel-Uzamsal Dikkat 23
2.12. Transkraniyal Doğru Akım Uyarımı ve Etki Mekanizması 24
2.12.1. Transkraniyal Doğru Akım Uyarımının Akut Etkisi 26
2.12.2. Transkraniyal Doğru Akım Uyarımının Artçıl Etkisi 26
2.12.3. Posterior Parietal Korteks'in Transkraniyal Doğru Akım ile Uyarımı 27
2.12.4. Temporo-Parietal Bileşkenin Transkraniyal Doğru Akım ile Uyarımı 28
3. GEREÇ VE YÖNTEM 29
3.1. Katılımcılar 29
3.1.1. Araştırmanın Dahil Etme Kriterleri 30
3.1.2. Araştırmanın Dışlama Kriterleri 30
3.2. Verilerin Toplanması 30
3.3. Araçlar-Gereçler 30
3.3.1. Corsi Blok Testi 31
3.3.2. Edinburgh El Tercihi Anketi 32
3.3.3. Beck Depresyon Envanteri 32
3.3.4. Benton Yüz Tanıma Testi 33
3.3.5. Çizgi Yönünü Belirleme Testi 33
3.3.6. Rey Karmaşık Figür Testi 34
3.3.7. Stroop Testi 35
3.3.8. Transkraniyal Doğru Akım Uyarımı 36
3.3.9. Örtük Bağlamsal Öğrenme Testi 38
3.3.9.1. Örtük Bağlamsal Öğrenme Testinin Yöntemi 38
3.3.9.2. Örtük Bağlamsal Öğrenme Testinin Alıştırma Aşaması 41
3.3.9.3. Örtük Bağlamsal Öğrenme Testinin Deney Aşaması 42

3.3.9.4. Bilinçli Farkındalık ve Tanıma Aşaması 42
3.4. Verilerin Analizi 44
3.4.1. Nöropsikolojik Testler ve Sosyo-Demografik Değişkenlerin Analizi 44
3.4.2. Korelasyon analizleri 45
3.4.3. Örtük Bağlamsal Öğrenme Testinin Analizi 45
3.4.3.1. Örtük Bağlamsal Öğrenme Testinde Değerlendirilen Ölçüler 46
4. BULGULAR 47
4.1. Sosyo-Demografik Değişkenlerin Betimleyici İstatistikleri 47
4.2. Grupların Beck Depresyon Envanteri Karşılaştırması 47
4.3. Araştırmada Kullanılan Nöropsikolojik Bataryaların Betimleyici İstatistikleri 48
4.3.1. Nöropsikolojik Test Verilerinde Gruplar-Arası Karşılaştırmalar 48
4.3.1.1. Rey Karmaşık Figür Testi 48
4.3.1.2. Çizgi Yönünü Belirleme Testi 50
4.3.1.3. Benton Yüz Tanıma Testi 50
4.3.1.4. Stroop Testi 50
4.3.1.5. Corsi Blok Testi 51
4.3.2. Örtük Bağlamsal Öğrenme Testinin Bulguları 51
4.3.2.1. Deneyin İlk Dört Bloğuna İlişkin Bulgular 51
4.3.2.2. Deneyin Dört Dilimine İlişkin Bulgular 53
4.3.3. Geçersiz Yanıt Yüzdeleri 56
4.3.4. Açık Bellek-Tanıma Testi 57
4.3.5. Bağlamsal Öğrenmenin Büyüklüğü 59
4.3.6. Psikomotor Hız 59
4.3.7. Görsel-Uzamsal Beceri Öğrenme 59
4.4. Korelasyon Analizi Bulguları 60
4.4.1. Dorsal Yol ile Psikomotor Hız, Beceri Öğrenme ve Örtük Bağlamsal Öğrenmenin Büyüklüğü Arasındaki İlişkiler 60
4.4.2. Ventral Yol ile Psikomotor Hız, Beceri Öğrenme ve Örtük Bağlamsal Öğrenmenin Büyüklüğü Arasındaki İlişkiler 60
4.4.3. Örtük Bağlamsal Öğrenmenin Büyüklüğü ve Tekrar Eden Konfigürasyonlara İlişkin Tanıma Belleğinin Görsel Bellek ile İlişkisi 61
4.4.4. Sham Grubunda Dorsal Yol ile Psikomotor Hız, Beceri Öğrenme ve Örtük Bağlamsal Öğrenmenin Büyüklüğü Arasındaki İlişkiler 61

4.4.5. Sham Grubunda Ventral Yol ile Psikomotor Hız, Beceri Öğrenme ve Örtük Bağlamsal Öğrenmenin Büyüklüğü Arasındaki İlişkiler 62
4.4.6. Sham Grubunda Örtük Bağlamsal Öğrenmenin Büyüklüğü ve Tekrar Eden Konfigürasyonlara İlişkin Tanıma Belleğinin Görsel Bellek ile İlişkisi 63
5. TARTIŞMA 64
5.1. Posterior parietal korteksin anodal uyarımı ile iyileşen örtük-uzamsal bağlamsal öğrenme 65
5.2. Dorsal ve ventral dikkat ağlarının örtük bağlamsal öğrenmeye katkısı 67
5.3. Örtük-uzamsal bağlamsal öğrenmede bireysel farklılıklar 68
5.4. Sınırlılıklar 69
6. SONUÇ, ÖNERİLER VE TOPLUMA KATKI 70
KAYNAKÇA 71
EKLER 112

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 4-1: Uyarım ve Sham Gruplarına Atanan Katılımcıların Sosyo-Demografik Özellikleri 47
Tablo 4-2: Beck Depresyon Envanteri Gruplar-Arası Karşılaştırmalar 47
Tablo 4-3: Nöropsikolojik Testlerin Betimleyici İstatistikleri 48
Tablo 4-4: Rey Karmaşık Figür Testi Gruplar-Arası Karşılaştırmalar 49
Tablo 4-5: Çizgi Yönü Belirleme Testi Gruplar-Arası Karşılaştırmalar 50
Tablo 4-6: Benton Yüz Tanıma Testi Gruplar-Arası Karşılaştırmalar 50
Tablo 4-7: Stroop Test Gruplar-Arası Karşılaştırmalar 51
Tablo 4-8: Corsi Blok Testi Uzamsal Hatırlama Gruplar-Arası Karşılaştırmalar 51
Tablo 4-9: Üç Grubun Geçersiz Yanıt Yüzdeleri Açısından Tek Yönlü Varyans Analizi ile Karşılaştırması 56
Tablo 4-10: Üç Grubun Yeni Konfigürasyonlardaki Geçersiz Yanıt Yüzdeleri Açısından Tek Yönlü Varyans Analizi ile Karşılaştırması 57
Tablo 4-11: Üç Grubun Tekrar Eden Konfigürasyonlardaki Geçersiz Yanıt Yüzdeleri Açısından Tek Yönlü Varyans Analizi ile Karşılaştırması 57
Tablo 4-12: Tanıma Aşamasındaki Doğru Sayılarının Tek Tek Örneklem t-Testi ile Grup Bazında Karşılaştırılması 58
Tablo 4-13: Üç Grubun Tanıma Doğru Puanları Açısından Tek Yönlü Varyans Analizi ile Karşılaştırılması 58
Tablo 4-14: Üç Grubun Bağlamsal Öğrenme Büyüklüğü Açısından Tek Yönlü Varyans Analizi ile Karşılaştırılması 59
Tablo 4-15: Üç Grubun Psikomotor Hız Açısından Tek Yönlü Varyans Analizi ile Karşılaştırılması 59
Tablo 4-16: Üç Grubun Beceri Öğrenme Açısından Tek Yönlü Varyans Analizi ile Karşılaştırılması 60
Tablo 4-17: Çizgi Yönü Belirleme Testi ile korelasyonlar 60
Tablo 4-18: Yüz Tanıma Testi ile Korelasyonlar 60
Tablo 4-19: Örtük Öğrenme ve Açık Bellek korelasyonları 61
Tablo 4-20. Sham Grubunda Çizgi Yönü Belirleme Testi ile Korelasyonlar 61
Tablo 4-21. Sham Grubunda Yüz Tanıma Testi ile Korelasyonlar 62

Tablo 4-22: Sham Grubunda Örtük Öğrenme ve Açık Bellek korelasyonları 63

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1: Bellek Biçimleri (Gazzaniga ve ark., 2018; Kandel ve ark., 2021)..... 3
Şekil 2.2: Posterior temporal ve parietal alanlar (Ciaramelli ve ark., 2008) 21
Şekil 3.1: Araştırma tasarımı 29
Şekil 3.2: Uyarım bölgeleri ve akımın etkilediği bölgeler..... 37
Şekil 3.3: Alıştırma aşamasından örnek imgeler 40
Şekil 3.4: Örtük bağlamsal öğrenme testinin tasarımı 41
Şekil 3.5: Örtük bağlamsal öğrenme testinin deney aşamasından ve tanıma testinden örnek imgeler 44
Şekil 4.1: Çizgi Yönü Belirleme Testi puanı ile yeni konfigürasyonlardaki doğru yanıt yüzdesi arasındaki pozitif korelasyon. 62

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

ANOVA:	Tek yönlü varyans analizi
BDE:	Beck depresyon envanteri
BYTT:	Benton yüz tanıma testi
CBT:	Corsi blok testi
ÇYBT:	Çizgi yönünü belirleme testi
İPL:	İnferior parietal lobül
İPS:	İntraparietal sulkus
PPC:	Posterior parietal korteks
RKFT:	Rey karmaşık figür testi
SPL:	Superior parietal lobül
TMS:	Transkraniyal manyetik uyarım
TPJ:	Temporo-parietal bileşke
fMRI:	Fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme
ε:	Epsilon

ÖZET

Çamkerten, S. (2023). Transkraniyal Doğru Akım Uyarımının Görsel-Uzamsal Bağlamsal Öğrenme Üzerindeki Etkisi. İstinye Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Sinirbilim ABD. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul.

Çevrede tekrarlanan mekânsal düzenliliklerin oluşturduğu bağlamsal bilgileri bilinçli farkındalık olmaksızın edinebilme yeteneği örtük bağlamsal öğrenme olarak tanımlanmaktadır. Bu araştırmada, transkraniyal doğru akım uyarımının (tDCS) örtük bağlamsal öğrenme üzerindeki etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmaya dahil edilen kırk beş katılımcı sham ve uyarım gruplarına rastgele atanmıştır. Öncelikle katılımcılar görsel-mekânsal işlevler, dikkat, görsel bellek ve yürütücü işlevler açısından değerlendirilmiştir. Ardından uyarım gruplarının görsel-uzamsal beceriler ve uzamsal dikkat süreçlerinde önemli rol oynayan sağ posterior parietal korteks (PPC) veya sağ temporo-parietal bileşkeye (TPJ) 2 mA anodal tDCS uygulanırken, sham grubunun yarısının sağ PPC ve diğer yarısının sağ TPJ bölgesine elektrotlar yerleştirilmiş fakat uyarım yapılmamıştır. Bu uygulamanın ardından örtük bağlamsal öğrenme testi uygulanmıştır. Elde edilen veriler, tek yönlü varyans analizi ve/veya üç yönlü-tekrar ölçümlü varyans analizi ile değerlendirilmiştir. Gruplar-arası karşılaştırmalar, görsel-mekânsal işlevler, dikkat, görsel bellek ve yürütücü işlevler açısından anlamlı fark göstermemiştir. Bu sebeple örtük bağlamsal öğrenme performansına ilişkin anlamlı farklılıklar uygulanan tDCS'ye atfedilmiştir. Sonuçlar, tüm gruplarda görsel-motor beceri öğrenmenin geliştiğini ancak yalnızca PPC uyarımı yapılan grupta örtük bağlamsal öğrenmenin belirgin olduğunu göstermiştir. Sağ PPC'nin anodal uyarımının, dorsal dikkat ağının etkinliğini artırarak örtük bağlamsal öğrenmeyi kolaylaştırıyor olabileceği düşünülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Posterior Parietal Korteks, Temporo-Parietal Bileşke, Görsel-Uzamsal Dikkat, Transkraniyal Doğru Akım Uyarımı

ABSTRACT

Çamkerten, S. (2023). The Effect of Transcranial Direct Current Stimulation on Visuo-Spatial Contextual Learning. Istinye University, Institute of Health Science, Department of Neuroscience. Master Thesis. Istanbul.

The ability to acquire contextual information created by repeated spatial patterns from the environment without conscious awareness is defined as implicit contextual learning. This research aims to investigate the effect of the transcranial direct current stimulation (tDCS) on implicit contextual learning. Forty-five participants were randomly assigned to the sham and stimulation groups. First, participants were evaluated in terms of visual-spatial functions, attention, visual memory, and executive functions. Then, in the stimulation groups, the right PPC or the right TPJ, which play a significant role in visual-spatial skills and spatial attention processes, were stimulated with 2 mA anodal tDCS, while electrodes were placed on the right PPC region for half of the sham group and on the right TPJ region for the other half, but no stimulation was applied. After this application, the implicit contextual learning task was administered. The obtained data were analyzed using one-way analysis of variance and/or three-way analysis of variance with repeated measures. Group comparisons did not reveal significant differences in terms of spatial functions, attention, visual memory, and executive functions. Therefore, significant differences in implicit contextual learning performance were attributed to the applied tDCS. The results showed that visual-motor skill learning improved in all groups, but implicit contextual learning was significant only in the group that received stimulation in the PPC. It is suggested that anodal stimulation of the right PPC may facilitate implicit contextual learning by enhancing the activity of the dorsal attention network.

Key Words: Posterior Parietal Cortex, Temporo-Parietal Junction, Visuo-spatial Attention, Transcranial Direct Current Stimulation

1. GİRİŞ

Uzun süreli belleğe ilişkin farklı sınıflandırmalar önerilse de (Howes, 2006), uzun süreli bellek geleneksel olarak açık bellek (deklaratif bellek) ve örtük bellek (deklaratif olmayan bellek) olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır (Llompart ve Dabrowska, 2020; Sheldon ve Moscovitch, 2010). Açık bellek, geçmiş bilgi ve deneyimlerin bilinçli farkındalık ve çaba ile öğrenilmesi ve geri çağrılmasını (Dew ve Caveza, 2011; Ettlinger ve ark., 2011; Sheldon ve Moscovitch, 2010; Slotnick, 2017), buna karşın örtük bellek bilgi ve becerilerin bilinçli farkındalık olmaksızın edinilmesini ve gerektiğinde bu bilgilerin aynı şekilde geri çağrılmasını ifade etmektedir (Nelson ve ark., 2015; Nitsche, 2003; Savic ve Meier, 2016; Williams, 2020).

Örtük bağlamsal öğrenme, çevremizde bulunan ve zaman içinde büyük olasılıkla konumları değişmeyen nesnelerin oluşturduğu bağlamsal bilginin bilinçli farkındalık olmaksızın edinilmesidir (Chun, 2000; Van Asselen ve ark., 2009). Günlük hayatta farkında olunmasa da bu bağlamsal bilgiler dikkati mekandaki belirli bir nesneye yönlendirerek nesnenin konumunun belirlenmesini kolaylaştırır. Örneğin, mutfak eşyalarının yerleşiminin oluşturduğu ipuçları sayesinde tuzluğu kolaylıkla bulabildiğimiz gibi yine bu çevresel düzenlilikler aşina olmadığımız bir mutfakta dahi tuzluğu bulmamızı kolaylaştırır. Öte yandan başkası tarafından eşyaların yeri değiştirildiğinde söz konusu ipuçları bozulmakta ve tuzluğu bulmak daha fazla çaba gerektirmekte ve daha uzun sürmektedir (Woodman ve Chun, 2006). Tekrarlanan antrenmanlarla edinilen ve bilinçli farkındalık gerektirmeyen bu tür bağlamsal bilgiler, dikkatimizi yukarıdan-aşağıya süreçler vasıtasıyla belirli konumlara yönlendirmektedir (Chun ve Jiang, 1998). Bu türden örtük belleğin yalnızca beş-altı seferlik antrenman ile ortaya çıkabildiği (Chun ve Jiang, 2003) ve bir hafta süreyle uzun süreli bellekte saklanabildiği bilinmektedir (Chun ve Jiang, 2003; Jiang ve ark., 2005).

Transkraniyal doğru akım uyarımı (transcranial direct current stimulation, tDCS), elektrotlar aracılığıyla (anot ve katot) iletilen zayıf elektrik akımı (1-2 mA) kullanarak akımın polaritesine bağlı olarak kortikal uyarılabilirliğin artmasına veya azalmasına yol açmaktadır (Carvalho ve ark., 2015; Dayan ve ark., 2013; Flöel, 2014; Woods ve ark., 2016). Dolayısı ile hem klinik hem de klinik olmayan (örn. bellek)

gruplarda sıklıkla kullanılmaktadır (Bennabi ve ark., 2014; Brunoni ve ark., 2013; Nilsson ve ark., 2015).

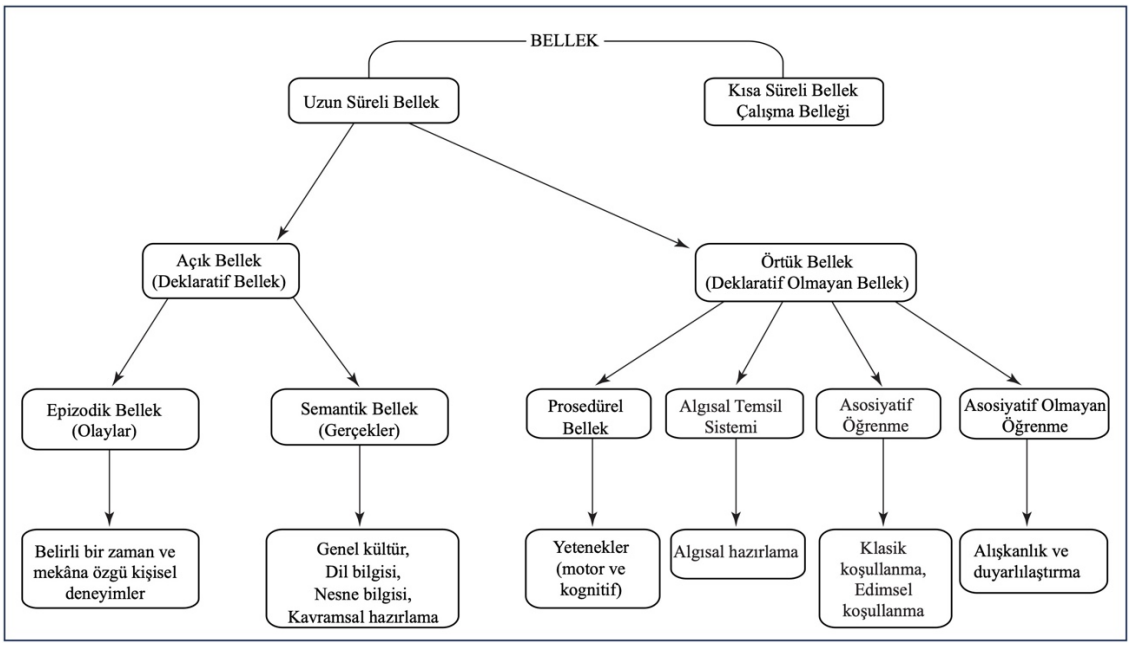
Birçok çalışma tDCS'nin bellek üzerinde etkilerini göstermiştir (Arciniega ve ark., 2018; Brunoni ve ark., 2013; Galli ve ark., 2019; Goldthorpe ve ark., 2020; Hill ve ark., 2016; Hurley ve Machado, 2018; Ke ve ark., 2019; Krebs ve ark., 2020; McKinley ve ark., 2014; 2017; Nitsche ve ark., 2003; Sandrini ve ark., 2020; Vercammen ve ark., 2011; Vines ve ark., 2008). Söz konusu bu etkiler olasılıksal sınıflandırma öğrenmesi (Brunoni ve ark., 2013; Doruk ve ark., 2014; Kincses ve ark., 2003; 2004; Nitsche ve ark., 2007; Seyed Majidi ve ark., 2017; Vercammen ve ark., 2011) ve sıralı reaksiyon süresi görevinin (Ambrus ve ark., 2016; Dumel ve ark., 2016; Jongkees ve ark., 2019; Kang ve Paik, 2011; Kantak ve ark., 2012; Liebrand ve ark., 2020; Nakashima ve ark., 2021; Rivera-Urbina ve ark., 2022; Villa Sanchez ve ark., 2021) kullanıldığı çalışmalara dayanmaktadır. Posterior parietal kortekse (posterior parietal cortex, PPC) uygulanan anodal tDCS'nin görsel-uzamsal örtük bağlamsal öğrenme performansını iyileştirdiği bildirilmiş olmakla birlikte (Grasso ve ark., 2020), tDCS'nin örtük bağlamsal öğrenme üzerindeki etkileri tam olarak bilinmemektedir.

Yukarıdan-aşağı hedef odaklı dikkat ve aşağıdan-yukarı uyaran odaklı dikkatin dinamik bir şekilde kontrol edilebilmesi, dorsal dikkat ağı ve ventral dikkat ağı arasında görev talebine uygun olarak değişebilen esnek etkileşimlere dayanmaktadır. Ayrıca, dorsal dikkat ağı ve ventral dikkat ağının etkileşimi görsel-uzamsal dikkatin yeniden yönlendirilmesine önemli katkılar sunmaktadır (He ve ark., 2007; Suo ve ark., 2021; Weissman ve Prado, 2012). İntraparietal sulkus ve superior parietal lobul dorsal dikkat ağının, temporo-parietal bileşke (temporo-parietal junction, TPJ) ve ventral frontal korteks ise ventral dikkat ağının önemli merkezleridir (Middag-van Spanje ve ark., 2022). Bu iki bölgenin görsel-uzamsal girdiye ilişkin sağ lateralize olduğu bilinmektedir (Astafiev ve ark., 2004; Corbetta ve ark., 2000; 2008; Fox ve ark., 2006; Geng ve Vossel, 2013; Grasso ve ark., 2020; Suo ve ark., 2021). Bu nedenle bu çalışmada sağ PPC ve sağ TPJ'ye uygulanan tDCS aracılığı ile dorsal ve ventral dikkat ağlarının örtük bağlamsal öğrenme üzerindeki etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. PPC'ninn anodal uyarımının dorsal dikkat ağının etkinliğini artırarak, TPJ'nin anodal uyarımının ise ventral dikkat ağının etkinliğini artırarak örtük bağlamsal öğrenmeyi kolaylaştıracağı beklenmektedir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Bellek

Belleğin tek bir biçime sahip olmadığı fikrinin uzun bir geçmişi vardır (Squire ve Dede, 2015). Örneğin William James Psikolojinin İlkeleri (James, 1890) kitabında bellek ve alışkanlıklar üzerine ayrı bölümler yazmış, Tolman (1948) farklı öğrenme biçimlerinin olduğunu öne sürmüş, McDougall (1923) açık tanıma belleği ve örtük tanıma belleği hakkında fikirler sunmuş, Ryle (1949) "nasıl olduğunu bilmek" ile "bunu bilmek" arasında ayrım yapmıştır (Squire ve Dede, 2015). H.M. vakası (Scoville ve Milner, 1957) ile yapılan çalışmalar insan belleğinin tek biçim olmadığına dair önemli kanıtlar sunarken belleğin yapısı ve organizasyonuna ilişkin yeni içgörüler sağlamıştır (Squire ve Wixted, 2011; Squire ve Dede, 2015). Günümüzde, birçok beyin yapısı tarafından desteklenen farklı bellek türleri olduğu görülmektedir (Squire ve Dede, 2015). Bellek temelde içeriğine göre (açık bellek / örtük bellek) veya depolanma süresine göre (uzun süreli bellek veya kısa süreli bellek) iki kategori altında tanımlanmaktadır (Izquierdo ve ark., 1999; Mahr ve Csibra, 2018; Squire, 1992) (Bkz. Şekil 2.1).



Şekil 2.1: Bellek Biçimleri (Gazzaniga ve ark., 2018; Kandel ve ark., 2021)

2.1.1. Uzun Süreli Bellek

2.1.2. Açık Bellek

Açık bellek, dil ile ifade edilebilen, geçmiş bilgi ve olayların bilinçli farkındalık ve çaba ile öğrenilmesi ve geri çağrılmasını ifade etmektedir (Dew ve Cabeza, 2011; Ettlinger ve ark., 2011; Purves ve ark., 2018; Sheldon ve Moscovitch, 2010; Slotnick, 2017). Açık bellek dört özellik tarafından tanımlanmaktadır, (1) bilinçli çaba ile öğrenilir ve hatırlanır, (2) hatırlandıktan sonra ifade edilebilir ve tanımlanabilir, (3) esnektir, bu nedenle farklı bilgiler birbirleri ile ilişkilendirilebilir, (4) bu tür öğrenme için hippokampus, perirhinal, parahippokampal ve entorhinal korteks gibi medial temporal lob yapıları gerekmektedir (Gavin ve Theibert, 2020).

Açık belleğe ilişkin anılar kolay oluşmakta ve kolay unutulmaktadır (Bear ve ark., 2016). Açık bellek, epizodik bellek ve semantik bellek olarak ikiye ayrılmaktadır (Kandel ve ark., 2021; Squire ve Dede, 2015).

2.1.2.1. Epizodik Bellek

Epizodik bellek günlük yaşama ilişkin kişisel deneyimler (örn. lise mezuniyeti) ve söz konusu deneyimlere ait yer, zaman ve olaylar hakkında ayrıntılı bilgiler içeren bellektir (Baddeley ve ark., 2001; Dickerson ve Eichenbaum, 2010; Walinga ve Stangor, 2014). Epizodik bellek diğer bellek çeşitlerinden farklı olarak geçmiş yönelimlidir (Tulving, 2002). Yani geçmiş deneyimler hakkında bilgi edinmeyi, onları saklamayı ve geri çağırmayı mümkün kılmaktadır. Belli bir zamanda ve yerdeki bu deneyimlerin bilinçli bir şekilde tekrar hatırlanmasının yanı sıra deneyime ilişkin ayrıntıların hatırlanmasına da olanak tanımaktadır (Dickerson ve Eichenbaum, 2010; Tulving, 1993, 2002).

Tulving (1972), epizodik belleği geçmişte deneyimlenen kişisel olaylara ilişkin bellek olarak tanımlamıştır (Mahr ve Csibra, 2018). Bu tanımlamaya göre epizodik bellek, deneyimlerin neyin, ne zaman, nerede olduğuna ilişkin bilgileri içermektedir (Mahr ve Csibra, 2018). Dolayısıyla epizodik bir deneyimin bilinçli olarak hatırlanması o deneyimin nerede, ne zaman ve nasıl meydana geldiğini ortaya çıkartmaktadır (Diana ve Wang, 2018; Mahr ve Csibra, 2018). Fakat bu tür deneyimlerin semantik bellek tarafından da geri çağrılabileceğinden, Tulving (1985, 2002) epizodik belleğin içeriğini semantik bellekten farklı olduğunu belirterek yeniden tanımlamıştır (Mahr ve Csibra,

2018). Semantik belleğin bir bilgiyi basitçe "bildiği" varsayılmakta, buna karşın epizodik bellek ile deneyimin geçmişteki hali ile tekrardan "deneyimlendiği" düşünülmektedir (Mahr ve Csibra, 2018). Dolayısı ile epizodik belleğe ilişkin deneyimler belli bir bağlamla ilişkilendirilmektedir. Böylece epizodik bellekte depolanan deneyimler belirli bir zamanda ve yerde konumlandırılmaktadır. Bu nedenle bilinen fakat belli bir bağlamı olmayan bilgiler epizodik değilken, bağlam ile ilişkili bilgiler epizodik olarak değerlendirilmektedir (Diana ve Wang, 2018).

2.1.2.2. Semantik Bellek

Öğrenilmiş fakat öğrenilen bilginin kaynağının bilinmediği, diğer bir ifade ile deneyime ait "yer ve zaman" kavramının belirsiz olduğu, nesnelerin özelliklerini (örn. elmalar genelde kırmızıdır), kategorilerini (örn. muz ve portakal meyvedir), tarihi olayları, matematiksel tabloları ve benzeri bilgileri içermektedir (Dickerson ve Eichenbaum, 2010; Howes, 2007; Walinga ve Stangor, 2014). Semantik bellek, kavramlar ile ilintili bilgilerin edinilmesi, temsil edilmesi ve işlenmesinden sorumlu bellektir (Saumier ve Chertkow, 2002). Bunun yanı sıra, öğrenilen kavramsal bilgilerden belirli olanları hatırlama, nesneleri tanıma, algısal deneyimler ve yargılama sonucunda yeni bilgiler üretebilme, kelimeler ve cümlelere anlamlı yorumlar yapabilme gibi bilişsel işlevlerde rol oynamaktadır (Saumier ve Chertkow, 2002). Semantik belleğe ilişkin bilgiler deneyimlerden ve bu deneyimlerin oluştuğu koşullardan bağımsız olarak hatırlanabilmektedir. Örneğin, limonun küçük bir futbol topuna benzediği bilgisi semantik bir bilgiyken, limonun en son ne zaman tadıldığında nerede olunduğu bilgisi epizodik belleğe atıfta bulunmaktadır (Binder ve Desai, 2011; Yee ve ark., 2013).

2.2. Örtük Bellek

Örtük bellek, bilgi ve becerilerin bilinçli bir dikkat gerektirmeden öğrenilmesini ve gerektiğinde bu bilgilere bilinçli farkındalık ve çaba gerekmeksizin erişilmesini ifade etmektedir (Parkin ve ark., 1990; Purves ve ark., 2018; Slotnick, 2017; Williams, 2020). Bu bellek biçimi başlangıçta yalnızca motor becerilerin edinilmesi ile ilişkilendirilmişse de daha sonra algısal ve bilişsel becerileri de kapsayacak şekilde genişletilmiştir (Roediger ve ark., 2008). Squire'ın (1992) klasik koşullanma, alışkanlık öğrenme ve hazırlamayı da kapsayacak şekilde teorisini geliştirmesiyle birlikte bu bellek biçimi örtük bellek olarak adlandırılmıştır (Roediger ve ark., 2008). Yetenek öğrenme ve

alışkanlık öğrenme, tekrarlanan antrenmanlar yoluyla bilinçli çaba göstermeksizin edinilir ve hatırlanır (Kern ve ark., 2010; Squire, 1992).

2.2.1. Prosedürel Öğrenme

Prosedürel öğrenme ve bellek sistemi motor, algısal ve bilişsel becerilerin edinilmesini ve muhafaza edilmesini mümkün kılar; önceden edinilmiş davranışsal becerilerin ve bilişsel prosedürlerin bilinçli olmayan ifadesinden oluşur. Basitçe "nasıl yapılır" bilgisidir ve örtük belleğin önemli bir kısmını oluşturmaktadır (Gavin ve Theibert, 2020). Araba kullanmak, bir yerden başka bir yere yürümek, ayakkabı bağlamak veya video oyunları oynamak gibi karmaşık eylemlerin nasıl yapılacağına dair bilinçli farkındalık veya düşünme olmaksızın yapılan eylemler prosedürel öğrenme aracılığı ile yapılmaktadır (Gavin ve Theibert, 2020). Prosedürel öğrenme ayrıca, nasıl yapıldığı açıklanamayan karmaşık görevlerin yapılmasına da olanak tanımaktadır. Örneğin, bir başkasına bisiklete nasıl binildiğine dair sözlü bilgi vermek zordur ancak bisiklet sürme becerisi tekrarlı denemeler ile kazanılabilmektedir (Walinga ve Stangor, 2014).

2.2.2. Hazırlama

Hazırlama, sıklıkla veya yakın zamanda meydana gelen deneyimlerin sonucunda davranışlarda ortaya çıkan değişiklikler olarak ifade edilmektedir (Slotnick, 2017; Squire, 1992; Walinga ve Stangor, 2014). Son deneyimlerle ilişkili olarak algısal bir uyaranın tespit edilmesi ve işlenmesi için kolaylaştırıcı etkide bulunmaktadır. Müzik, resim veya kelimeye maruz kalmak daha sonra karşılaşılan uyarana verilen yanıtı etkileyebilmektedir. Örneğin, bir kelimeyi okumak ya da bir şekilde o kelimeye maruz kalmak, belli bir süre sonra söz konusu kelimenin cümle içinde veya kelimeler ile ilişkili bir görevde kullanılma ihtimalini artırmaktadır (Gavin ve Theibert, 2020).

2.2.3. İlişkisel Öğrenme

İlişkisel (associative) öğrenmenin ilk görgül çalışmaları Pavlov (1927)'un klasik koşullanma ve Thorndike (1898)'ın edimsel koşullanma araştırmalarından gelmektedir (Bear ve ark., 2016; Mitchell ve ark., 2009; Le Pelley, 2004). İster klasik koşullanma ister edimsel koşullanma olsun ilişkisel öğrenmenin uyaran-yanıt veya uyaran-davranış düzeyinde incelendiği göz önünde bulundurulduğunda, bu çalışmalardaki ortak nokta

yordayıcı ilişkinin manipüle edilmesi ve sonucunda gerçekleşen davranışsal değişimin incelenmesidir (Abrahamse ve ark., 2016; Haselgrove, 2016).

Klasik koşullanma basitçe, nötr uyaranları (örn. ses veya ışık), tepki ortaya çıkaran başka uyaranlar (örn. yemek) ile ilişkilendirmeye olanak sağlamaktadır (Bear ve ark., 2016; Walinga ve Stangor, 2014). Edimsel koşullanma ise, tepki veya motor eylemin yiyecek gibi anlamlı bir uyaranla eşleştirilmesi sonucunda gerçekleşmektedir (Bear ve ark., 2016).

2.2.4. İlişkisel Olmayan Öğrenme

İlişkisel olmayan (non-associative) öğrenme, bir uyarana bir ya da birkaç kez maruz kalmanın ardından ortaya çıkmaktadır. Günlük yaşamda alışma ve duyarlılaşma olmak üzere iki tür ilişkisel olmayan öğrenme mevcuttur. Alışma, bir uyarana ardı ardına maruz kalınması sonucunda o uyaranın yanıt ortaya çıkarma etkinliğinde azalmayı ifade eder. Duyarlılaşma ise çoğunlukla zararlı bir uyarana maruz kalınması ile giderek artan güçlü bir tepki ortaya çıkarır (Kandel ve ark., 2021).

2.3. Kısa Süreli Bellek

Uzun yıllar boyunca farklı bellek sistemlerinin bilginin uzun ve kısa süreli depolanmasından sorumlu olduğu kabul edilmiştir. Bu düşünce başlangıçta tamamen içgözlem yoluyla edinilmiş olsa da (James, 1890), ilerleyen süreçlerde bu fikir modern bilişsel psikolojinin temel varsayımı olmuştur (Norris, 2017). Bir çok bilişsel model belleğin farklı sistemlerden oluştuğunu kabul etse de (Atkinson ve Shiffrin, 1968; Baddeley ve Hitch, 1974; Norris, 2017; Waugh ve Norman, 1965) bazı modeller bilginin uzun ve kısa süreli depolanmasından sorumlu tek bir sistemin olduğunu (Brown ve ark., 2007; Cowan, 1988, 1999), hatta kısa süreli belleğin aktifleşmiş uzun süreli belleğin bir bileşeni olduğunu (Oberauer, 2002, 2009) öne sürmüştür (Norris, 2017).

Bilginin geçici depolanmasına ilişkin iki model önerilmiştir: kısa sürelik bellek ve çalışma belleği (Aben ve ark., 2012). Kısa süreli bellek, temelde William James'in (1890) tanımladığı birincil bellek ile ilişkili olan fakat Atkinson ve Shiffrin (1968) tarafından görece farklı anlamda kullanılan (Cowan, 2008), rakamlar, kelimeler, isimler ve bu gibi daha birçok farklı ögenin geçici olarak bellekte tutulmasını içeren bilişsel bir sistemi ifade etmektedir (Aben ve ark., 2012; Kolb ve Whishaw, 2015; St Clair-Thompson, 2010). Kısa süreli bellekte 7 ± 2 (Miller, 1956) veya daha az (Cowan, 2001)

ögenin tutulabileceği belirtilmektedir. Buna karşın çalışma belleğinin kısa süreli bellekten tam olarak farklı bir yapı olmadığı öne sürülmekte ve iki kavram birbirinin yerine kullanılmaktadır (Baddeley, 2012; Cowan, 2008; Norris, 2017). Çalışma belleği, süregiden bilişsel görevler sırasında bilginin hem işlenmesinden hem de depolanmasından sorumlu sınırlı bir sistem olarak tanımlanmaktadır (Boutla ve ark., 2004; St Clair-Thompson, 2010). Baddeley ve Hitch (1974), Atkinson ve Shiffrin (1971) tarafından önerilen multimodal bellek depo modeline alternatif olarak fonolojik döngü, görsel-uzamsal eskiz defteri ve bu sistemlerdeki bilgi akışını kontrol eden merkezi yürütücü olmak üzere üç bileşenli bir çalışma belleği modeli önermiştir. Bu modele göre, farklı bilgi temsillerinin farklı tamponları (buffer) bulunmaktadır. Örneğin, fonolojik döngü tekrarlanan sözel bilgileri (örn. rakamlar ve harfler), görsel-uzamsal eskiz defteri ise görsel ve uzamsal bilgileri depolar ve muhafaza eder. Model, tamponlardan ve uzun süreli bellekten gelen bilgileri tek bir epizodik temsilde birleştirerek bilgiyi geçici olarak depoladığını belirtilmektedir. Bu tamponlara ek olarak, tamponlar ve uzun süreli bellek ile arasındaki etkileşimi düzenleyen bir merkezi yürütücünün olduğu varsayılmaktadır (Baddeley, 2000; Cowan, 2008; Jonides ve ark., 2008; Repovš ve Baddeley, 2006; Türkoğlu ve ark., 2019).

2.4. Dikkat

2.4.1. Görsel-Uzamsal Dikkat

Olağan bir görsel sahne oldukça fazla uyarandan oluşmaktadır, dolayısıyla bu uyaranların tümü aynı anda işlenememektedir. Görsel-uzamsal dikkat, uyaranlardan kaynaklı karmaşıklığı önlemek için sahnedeki ilgili uyaranları seçerek işlemekte, buna karşın sahnedeki diğer uyaranları konumlarından dolayı ilgisiz olarak kabul etmekte ve görmezden gelmektedir (Hanning ve ark., 2019; Kemmerer ve ark., 2022a; Kemmerer ve ark., 2022b). Görsel-uzamsal dikkat, primer görsel alandan orta ve ventrolateral prefrontal kortekse kadar kortikal nöronların aktivitesini düzenlemektedir (Hanning ve ark., 2019; Kalberlah ve ark., 2011). Dikkatin görsel işleme üzerindeki düzenleyici etkisi görsel sahnenin nöral temsilini değiştirebilir ve aynı retinal girdi farklı nöral tepkilere yol açabilmektedir. Dikkatin söz konusu düzenleyici etkisi aynı zamanda davranışsal düzeyde de açıkça görülmektedir. Dikkat görsel aramaya fayda sağlamakta, uzamsal çözünürlüğü ve kontrast hassasiyetini arttırmaktadır (Hanning ve ark., 2019).

2.4.2. İç Kaynaklı Dikkat ve Dış Kaynaklı Dikkat

Görsel-uzamsal dikkat, iç kaynaklı (endogenous) dikkat ve dış kaynaklı (exogenous) dikkat olarak kategorize edilmektedir (Corbetta ve ark., 2008; Corbetta ve Shulman, 2002). İç kaynaklı dikkat, sürekli ve hedef odaklıdır, ayrıca dikkatin mevcut hedeflere istemli bir şekilde yukarıdan-aşağı süreçler ile yönlendirilmesini ifade etmektedir (Carretié, 2014; Nguyen ve ark., 2020; Peelen ve ark., 2004; Preciado ve ark., 2017; Tang ve ark., 2016). İç kaynaklı dikkat, bir uyaranı diğerine tercih ederken (örn. bir uyarana odaklanıp diğerini görmezden gelmek) veya bir görevdeki kuralı uygularken (örn. Stroop testini gerçekleştirilken) devreye girmektedir (MacLean ve ark., 2009). İç kaynaklı dikkat, ayrıca örtük olarak edinilmiş mekânsal-zamansal durumlardan (MacLean ve ark., 2009) ve hedef uyaranın belirli bir konumda görünme ihtimalinden (Chun ve Jiang, 1998) ya da göreve ilişkin uyaranların ne zaman belireceğini yordamaya yardımcı olan zamansal örüntülerden (Olson ve Chun, 2001) etkilenebilmektedir.

İç kaynaklı dikkatin aksine dış kaynaklı dikkat uyaranların herhangi bir özelliği (örn. renk, parlaklık, şekil) ile tetiklenebilen, aşağıdan-yukarı süreçlerin aracılık ettiği pasif ve geçici özelliktedir. İç kaynaklı dikkatin bir bakıma kesintiye uğraması, diğer bir ifade ile iç kaynaklı dikkatin güncel uyaranın değişik bir özelliğine yeniden yönlendirilmesi olarak tanımlanmaktadır (Carretié, 2014; MacLean ve ark., 2009; Nguyen ve ark., 2020; Tang ve ark., 2016). Dış kaynaklı dikkat, aniden ortaya çıkan uyaranlara verilen tepkileri kolaylaştırmakta ve iyileştirmektedir (MacLean ve ark., 2009). Bunun yanı sıra, aniden ortaya çıkan ipuçları kontrastı ve mekânsal çözünürlüğü arttırır, bu durum ipucunun belirdiği konumda algısal hassasiyetin de artmasına neden olmaktadır (MacLean ve ark., 2009).

İç kaynaklı dikkat aynı zamanda "sürekli dikkat", dış kaynaklı dikkat ise "geçici dikkat" olarak kavramsallaştırılmaktadır. Bu kavramsallaştırma dikkat türlerinin zamana ilişkin süreçleri göz önünde bulundurularak yapılmıştır (Dugué ve ark., 2020). İç kaynaklı dikkatin, istemli, hedef odaklı olduğu ve 300-500 milisaniyede zirve yaptığı, yani yavaş yayıldığı öne sürülürken, dış kaynaklı dikkatin uyaran odaklı ve geçici olduğu, yaklaşık 100-120 milisaniyede zirve yaptıktan sonra hızla azaldığı öne sürülmektedir (Carrasco, 2011; Carrasco ve Barbot, 2014; Dugué ve ark., 2020; Han ve ark., 2022; Nguyen ve ark., 2020).

İç ve dış kaynaklı dikkat arasındaki ilişkiyi inceleyen araştırmalar, bu iki dikkat sisteminin kısmen farklı nöral altyapılarının ve davranışsal etkilerinin olduğunu göstermektedir (Berger ve ark., 2005; Chica ve ark., 2013; Tang ve ark., 2016). Bununla birlikte, söz konusu uzamsal-görsel dikkat sistemlerinin bazı durumlarda performansta düşüşe yol açsa da etkileşim içerisinde oldukları, dış kaynaklı dikkatin tam olarak otomatik olmadığı ve iç kaynaklı dikkat tarafından etkilenebildiği belirtilmektedir (Chica ve ark., 2013; Lim ve Pratt, 2023; MacLean ve ark., 2009; van der Lubbe ve Postma, 2005; Wen ve ark., 2012).

2.4.2.1. Dorsal Dikkat Ağı

İstemli görsel dikkatin kontrolünde görsel, parietal ve frontal alanları içeren geniş bir kortikal yapının aracı rol oynadığı belirtilmektedir (Ozaki, 2011). Dorsal dikkat ağı olarak adlandırılan bu yapı, bilateral frontal göz alanları, intraparietal sulkus ve superior parietal lobülleri içermektedir (Corbetta ve ark., 2008; Fox ve ark., 2006; Lanssens ve ark., 2020; Suo ve ark., 2021; Umarova ve ark., 2011). Bu ağın göreve ilişkin iç kaynaklı dikkat sinyalleri ürettiği ve bu sinyalleri sürdürdüğü, söz konusu görevi gerçekleştirmek için duyusal ve motor alanların aktivasyonunu yönlendirdiği, görevle ilintili bilgileri kısa süreli bellekte depolamaya yardımcı olduğu ve uyaranların tepkilere dönüşmesinde önemli bir rolünün olduğu düşünülmektedir (Astafiev ve ark., 2003; Corbetta ve ark., 2000; Weissman ve Prado, 2012; Woldorff ve ark., 2004).

Başlangıçta dorsal dikkat ağının, istemli dikkat kontrolünün taleplerinin sonucu olarak aktifleşen paralel işlem ağı olduğu öne sürülmüştür (Ozaki, 2011). Fakat primatlarda yapılan çok bölgeli tek hücre kayıtlarının (Gregoriou ve ark., 2009) ve mikro-uyarımların (Moore ve Armstrong, 2003) nedensel öneriler sunması, bu görüşün geçerliliğine dair şüphe uyandırmıştır (Ozaki, 2011). İnsanlarda yapılan fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (functional magnetic resonance imaging, fMRI) çalışmaları, dorsal dikkat ağı boyunca frontal bölgeden parietal bölgeye veya görsel bölgeye nedensel aktivasyonlar olduğunu göstermiştir (Bressler ve ark., 2008; Ozaki, 2011; Ozaki ve Ogawa, 2009). Benzer şekilde, transkraniyal manyetik uyarımı (transcranial magnetic stimulation, TMS) ve fMRI tekniklerinin birlikte kullanıldığı çalışmalarda da benzer nedensel fronto-parietal aktivasyonlar görülmüştür (de Graaf ve ark., 2009; de Graaf ve ark., 2010). Bu durum sanılanın aksine dorsal dikkat ağının paralel işlem ağı değil, frontal bölgeden parietal veya görsel bölgeye aktivasyonların

istemli dikkat kontrolüne aracı olan seri bir ağ olduğu sonucuna yol açmıştır (Ozaki, 2011).

2.4.2.2. Ventral Dikkat Ağı

Ventral dikkat ağı, sağ TPJ ve sağ ventral frontal korteksi içermektedir (Corbetta ve ark., 2000; Corbetta ve ark., 2008; Deslauriers ve ark., 2017; Shulman ve ark., 2003; Weissman ve Prado, 2012). Ventral dikkat ağı genellikle güncel uyaranın (dikkat odağı) haricindeki beklenmedik uyaranlar ortaya çıktığında etkinleşmektedir (Alves ve ark., 2022; Farrant ve Uddin, 2015; Onofrj ve ark., 2022; Vossel ve ark., 2012). Temelde bu ağ, dikkatin mevcut dikkat odağından başka uyaranlara, diğer bir ifade ile yeni uyaranlara yönlendirilmesinde rol oynamakta ve özellikle yeni uyaranın beklenmedik yerde ortaya çıktığı durumlarda etkinleşmektedir (Allan ve ark., 2020; Deslauriers ve ark., 2017).

Ventral dikkat ağı, uyaranın yeri saptandığında ya da çevre ile beklentilerin uyumlu olmadığı durumlarda hedefin yerini tespit etme sürecini durdurabilmektedir (Deslauriers ve ark., 2017), bu nedenle de fronto-parietal ağın "devre kesicisi" olarak tanımlanmaktadır (Corbetta ve Shulman, 2002; Corbetta ve ark., 2008). Ayrıca, uyaranların özelliklerinin süregiden görevle ilintili olup olmadığını değerlendirerek hedef uyaranların belirlenmesini saptayabilecek niteliklere odaklanılmasını ve ilgisiz uyaranları filtrelenmesine olanak tanıdığı ileri sürülmüştür. Böylece ventral dikkat ağı, hem beklenmedik konumları tarayarak aşağıdan-yukarıya duyusal-güdümlü süreçler ile hedef uyaranın bulunmasına yardımcı olur hem de beklentilerin çevreye göre ayarlayarak yukarıdan-aşağıya kontrollü bir tarama sürecine katkı sağlar (Deslauriers ve ark., 2017).

2.4.2.3. Dorsal Dikkat Ağı ve Ventral Dikkat Ağı Etkileşimi

Dorsal ve ventral dikkat ağlarının işlevsel olarak uzmanlaşmalarının yanı sıra, bu iki dikkat ağı yukarıdan-aşağı ve aşağıdan-yukarıya süreçler yoluyla hangi duyusal bilginin işleneceğine karar vermek amacıyla aktif olarak etkileşime girmektedir (Suo ve ark., 2021). Buna ek olarak, dorsal dikkat ağı ve ventral dikkat ağının etkileşimi görsel-uzamsal dikkatin yeniden yönlendirilmesine önemli katkılar sunmaktadır (Weissman ve Prado, 2012). Özellikle, ventral dikkat ağının "devre kesici" sinyalinin dorsal dikkat ağındaki mevcut dikkat odağını sürdüren ilgili bölgelerdeki aktiviteyi sönümleyerek

görsel-uzamsal dikkatin yeniden yönlendirilmesini kolaylaştırdığı belirtilmektedir (Weissman ve Prado, 2012). Uzamsal dikkatin yeniden yönlendirme süreci dorsal dikkat ağı tarafından başlatılırken, ventral dikkat ağındaki gecikmeli sinyaller de bu sürecin tamamlanmasına yardımcı olmaktadır (Weissman ve Prado, 2012). Fakat yine de ventral dikkat ağı dikkati yeniden yönlendirecek sinyalleri başlatmayabileceği de ifade edilmektedir. Örneğin elektrofizyolojik çalışmalardan elde edilen veriler, görsel uyaranlara verilen yanıtların latansının dorsal dikkat ağına göre ventral dikkat ağında daha kısa olmadığını göstermektedir (Weissman ve Prado, 2012). Bu sonuçlar, dikkati yeniden yönlendirme aşamasında ventral ağ aktivitesinin dorsal ağ aktivitesini harekete geçirip geçirmediğine ilişkin belirsizlik ortaya çıkarmaktadır (Corbetta ve ark., 2008).

Dorsal dikkat ağı ve ventral dikkat ağının dikkati yeniden yönlendirme sürecine birlikte katkı sağladıklarına ilişkin ikincil kanıtlar da bulunmaktadır (Weissman ve Prado, 2012). Örneğin, dorsal ve ventral fronto-parietal dikkat ağlarının yapısal hasarı ihmale yol açmaktadır ve ventral dikkat ağındaki lezyonlar, dorsal dikkat ağının fonksiyonel bağlantısallığında bozulma ile ilişkili bulunmuştur (He ve ark., 2007; Weissman ve Prado, 2012). Öte yandan, TPJ'deki inferior parietal bölgeleri uzamsal dikkatin yeniden yönlendirilmesine katkı sağlayan frontal göz alanları ve dorsolateral prefrontal korteks gibi dorsal dikkat alanlarına bağlayan superior longitudinal fasikül hasarının sol yarı mekan ihmali ile sonuçlanan sağ taraflı mekânsal yanlılıkla ilişkili olduğu belirtilmektedir (Shinoura ve ark., 2009; Weissman ve Prado, 2012). Ayrıca, sağlıklı katılımcılar ile yürütülen fMRI çalışmaları, örtük görsel-uzamsal dikkatin beklenmedik değişimleri anında dorsal ve ventral dikkat ağlarının birlikte etkinleştiğini göstermektedir (Weissman ve Prado, 2012). Sonuç olarak, yukarıdan-aşağı hedef odaklı dikkat ve aşağıdan-yukarı uyaran odaklı dikkatin dinamik bir şekilde kontrol edilebilmesi bu iki ağ arasında görev talebine uygun olarak değişebilen esnek bir etkileşim gerektiriyor gibi görünmektedir.

2.5. Dikkat ve Bellek

Bellek ve dikkate ilişkin geleneksel görüş, bilginin kalıcı olmasında dikkatin önemli rol oynadığını vurgulamaktadır (Couperus, 2009). Modern nörobilim ve psikolojinin gelişmesi ile birlikte bilişsel işlevlerden bellek ve dikkat ön plana çıkmış olsa da birçok araştırma bu süreçleri ayrı konular olarak ele almaktadır (Chun ve Johnson, 2011; Chun ve Turk-Browne, 2007; Kuhl ve Chun, 2014; Long ve ark., 2019).

Bellek çalışmalarında genel olarak dikkat seçiminin ve kodlamanın modülasyonunun etkisine gereken önem verilmezken dikkat araştırmalarında ise geçmiş bilgiler ve algısal deneyimler göz ardı edilmektedir (Chun ve Turk-Browne, 2007). Oysa, belleğin kapasitesinin sınırı olması kodlanacak bilginin seçilmesi açısından önem taşır, öte yandan dikkat görece istikrarlı bir yapıya sahiptir ve en uygun dikkat odağının seçilmesinde geçmiş deneyimlerin etkisi söz konusudur (Chun ve Turk-Browne, 2007).

2.5.1. Kodlama

Dikkat ve belleğin kodlanması arasındaki ilişkide en önemli soru dikkatin bozulması ya da sınırlandırılmasının kodlamayı nasıl etkilediğidir (Kuhl ve Chun, 2014). Çünkü bilginin kodlanması sırasındaki dikkat doğrudan hatırlamayı da etkilemektedir (Kuhl ve Chun, 2014). Bellek çalışmaları (Baddeley ve ark., 1984; Craik ve ark., 1996). bilginin kodlanması esnasında ikinci bir görevin yapılıyor olmasının geri çağırmayı etkilemediğini fakat kodlamanın ciddi bir şekilde bozulmasına dolayısıyla da bilginin hatırlanma olasılığının azalmasına yol açtığını göstermiştir (Chun ve Turk-Browne, 2007; Greene ve ark., 2021; Kuhl ve Chun, 2014; Long ve ark., 2019; Mulligan ve ark., 2023). Bu bulgular bilgiyi kodlamanın kaynak gerektirdiğini fakat geri getirmenin görece otomatik olabileceğini düşündürmektedir (Craik ve ark., 2018; Kuhl ve Chun, 2014). Bu durumun, yani kodlamanın kaynağa ihtiyaç duyması, epizodik belleğin dikkatli bir şekilde kodlanmış bilgilerden oldukça yararlandığı bulgusuyla örtüşmektedir (Craik ve Tulving, 1975; Long ve ark., 2019). Yani, sadece bir ögeyi kodlamak o bilginin hatırlanma olasılığını oldukça düşürmekte fakat dikkatin stratejik bir biçimde paylaştırılarak süregiden zihinsel eylemlere aktif olarak atanması kodlanan ögenin ilerleyen süreçlerde hatırlanmasını kolaylaştırmaktadır (Kuhl ve Chun, 2014).

2.5.2. Geri Getirme

Epizodik bellek geçmişe ilişkin bireysel anıları seçerek onları geri getirme becerimiz ile ilintilidir. Dolayısıyla, epizodik belleğin çağrışımsal olması ve bu bellekte geçmişe yönelik fazla bilginin depolanmış olması nedeniyle anıların etkileşim içerisinde olmasının bilgilerin geri getirilmesindeki en önemli engel olduğu öne sürülmektedir (Kuhl ve Chun, 2014; Long ve ark., 2019). Bu nedenle başarılı bir geri getirme eyleminin gerçekleşmesi seçici bir geri getirmeye yani geri getirilecek bilginin engelleyici veya rekabette bulunan alternatiflerine tercih edilmesine bağlı gözükmektedir (Kuhl ve Chun, 2014). Buradan yola çıkarak araştırmacılar bilginin geri

getirilmesi ile seçici dikkat arasında güçlü bir bağlantı olduğunu önermişlerdir (Chun ve Turk-Browne, 2007; Kuhl ve Chun, 2014; Long ve ark., 2019).

Bölünmüş dikkatin kodlama üzerindeki olumsuz etkilerinin epizodik bilginin geri getirilmesi sürecine pek yansımadığı görülmektedir (Greene ve ark., 2021; Mulligan ve ark., 2023; Naveh-Benjamin ve ark., 2000). Epizodik bilginin geri getirilmesi sırasında ikincil bir görevin yerine getirilmesinin yalnızca tepki süresini etkilediği rapor edilmiştir (Baddeley ve ark., 1984; Craik ve ark., 1996; Dudukovic ve ark., 2009; Long ve ark., 2019; Naveh-Benjamin ve ark., 1998). Ayrıca, başlangıçta geri getirmenin otomatik olduğu, bu nedenle de dikkat açısından "maliyetsiz" olduğu öne sürülmüş olmakla birlikte (Baddeley ve ark., 1984; Craik ve ark., 2018) sonraki çalışmalar geri getirmenin belirtildiğinin aksine otomatik olmadığını ve bölünmüş dikkat koşulunda kayda değer ölçüde yavaşladığını ortaya koymuştur. Bu bulgular, geri getirme sürecinde dikkat kaynaklarına ihtiyaç olduğuna işaret etmektedir (Craik ve ark., 2018; Craik ve ark., 1996).

2.6. Örtük Öğrenme

Örtük öğrenme istemsiz, bilinçsiz ve farkında olmaksızın öğrenme veya edinilen bilginin ne olduğunun fark etmeksizin öğrenme ve edinilen bu bilgiye de bilinçli olarak erişimin tamamen mümkün olmadığı bir süreçtir (Cleeremans, 2006; Reber, 2006; Shanks, 2005; van den Bos ve Poletiek, 2010; Williams, 2004, 2020). Ayrıca örtük öğrenmenin tanımlanması ve işevuruk tanımının yapılması önemli teorik problemlerden bir tanesi olarak gösterilmektedir (Frensch ve Rünger, 2003). Örtük öğrenmenin, örtük olmayan öğrenme (örn, bir problemin nasıl çözüleceğini öğrenme) ile farklılaştığı net olsa da (Cleeremans, 2006; Cleeremans ve ark., 1998; Frensch ve Rünger, 2003) kavrama ilişkin bağdaşık bir tanım yapmanın zor olduğu vurgulanmaktadır (Frensch ve Rünger, 2003). Dolayısı ile örtük öğrenmeye ilişkin farklı birçok tanım göze çarpmaktadır (Berry ve Broadbent, 1988; Buchner ve Wippich, 1998; Dulany, 1997; Frensch, 1998; Lewicki ve ark., 1987; Mathews ve ark., 1989; Perruchet ve Vinter, 1998; Reber, 1989; Seger, 1998; Shanks ve St. John, 1994; Stadler ve Frensch, 1994). Örtük öğrenmeye ait tanımların bağdaşık olmaması kavramın ortaya çıkışından itibaren yüzleşilen yöntemsel ve kavramsal zorluğu göstermekle birlikte, kavramın işlevselleştirilmesinde farklılıklara da yol açmaktadır (Cleeremans, 2006; Frensch ve Rünger, 2003).

Ele alınması gereken temel konunun örtük öğrenmenin farklı tanımlamalarına ve nasıl işlevselleştirildiği değil, örtük öğrenmenin olası olup olmadığı eğer olasıysa da deklaratif bellekten farklı olup olmadığıdır. Edinilen bilginin farkında olunmadan öğrenilmesi örtük olarak öğrenildiği varsayılırken, farkında olunarak öğrenilmesi durumunda bilginin örtük öğrenilmediği varsayılmaktadır. Sonuç olarak, örtük öğrenme bu sürecin sonunda elde edilen çıktı ile tanımlanmaktadır (Frensch ve Rünger, 2003). Daha açık bir ifadeyle, örtük öğrenmenin tipik dört özelliği vardır: (1) öğrenilen bilgiye açık erişimin sınırlı olması veya hiç olmaması, yani öğrenilen bilginin sözel olarak ifade edilememesi, (2) öğrenilen bilginin uyaran-tepki ilişkilendirmelerinden veya bilgiye ilişkin frekans sayımından daha karmaşık yapıda olması, (3) öğrenilen bilginin bilgi işleme mekanizmalarının doğal bir sonucu olması ve açık hipotez testlerini içermemesi, (4) bildirimsel bellek mekanizmalarını (örn., medial temporal lob) içermemesi (Forkstam ve Petersson, 2005; Seger, 1994; Uddén ve ark., 2010).

Örtük öğrenme, (a) tesadüfi öğrenme koşullarının etkin olduğu karmaşık örüntülerin yer aldığı görevi tamamlayarak, (b) mevcut görevde edinilen bilgileri aynı veya farklı bir görevin yerine getirilmesiyle ne kadar ifade edilebildiğinin ardından ölçümü yapılarak, (c) edinilen bilginin ne düzeyde bilincinde olunduğu belirlenerek gerçekleşmekte ve / veya test edilmektedir (Cleeremans ve ark., 1998).

Örtük öğrenme, çevredeki karmaşık uyaranlar ve/veya düzenliliklerden, öğrenilen materyale ya da öğrenmenin gerçekleştiğine dair bilinçli bir erişim olmaksızın bilgi edinildiğinde ortaya çıkar. Örtük mekanizmalar ile edinilen bilgi giyinmek gibi sıralı eylemlerden uzamsal örüntülerin öğrenilmesine kadar geniş bir çeşitlilik gösterir. Böylece motor, bilişsel ve sosyal becerilerin temelini oluşturan örtük öğrenme biçimleri bebeklikten yaşlılığa kadar çevreye uyum sağlamak ve olayları bilinçli bir çaba göstermeksizin tahmin etme yetisi kazanmaya olanak tanıyarak yaşamın önemli bir yönünü oluşturur (Cleeremans ve ark., 1998).

2.6.1. Dikkat ve Örtük Öğrenme

Dikkat ve örtük öğrenme arasındaki ilişkinin istatistiksel öğrenme (statistical learning), dizi öğrenme (sequence learning), hazırlama (priming) ve bağlamsal ipucu (contextual cueing) gibi farklı örtük bellek görevleri ile incelendiği görülmekte (Long ve ark., 2019), fakat bunlar arasında istatistiksel öğrenmenin öne çıktığı ifade edilmektedir (Long ve ark., 2019). İstatistiksel öğrenme paradigmasında işitsel veya

görsel materyallerden oluşan görünüşte belirli bir düzen içermeyen uyaranlar aslında belirli mekânsal ve temporal düzende sunulur (Long ve ark., 2019; Turk-Browne ve ark., 2005). Bilinçli bir şekilde fark edilmeyen fakat örtük olarak öğrenilen bu "düzenlilikler" kendini görevin ilerleyen bölümlerinde performansta gelişme olarak göstermektedir (Long ve ark., 2019; Turk-Browne ve ark., 2005).

Benzer şekilde dikkat yalnızca istatistiksel öğrenmeyi etkilememekte, aynı zamanda dikkat "düzenlilikler" tarafından yakalanmakta ve yönlendirilmektedir (Sherman ve Turk-Browne, 2022). Örneğin, örtük bağlamsal öğrenme olarak adlandırılan paradigmada (Chun ve Jiang, 1998, 1999, 2003; Olson ve Chun, 2001) çeldiriciler (L) arasında sunulan hedef uyaranın (sağa veya sola 90^{o} döndürülmüş T harfi) görsel arama yoluyla bulunması gerekmektedir (Olson ve Chun, 2001). Bu görevde, çeldiricilerin konfigürasyonları sabitlenir ve tekrarlanırsa, yani bir uzamsal bağlam oluşturulursa, hedefin bulunması ve tepki verme süresindeki kısalma daha belirgin olmaktadır. Uzamsal bağlamın bu kolaylaştırıcı etkisi bağlamsal ipucu olarak adlandırılmaktadır (Sherman ve Turk-Browne, 2022).

Dikkat ve örtük bellek arasındaki ilişki karşılıklıdır (Jiang ve Chun, 2003; Long ve ark., 2019; Wolf ve Müller, 2012). Dolayısıyla örtük öğrenmenin seçici dikkate gereksinim duyduğu, böylece örtük öğrenmenin de dikkati ilgili kaynaklara bölüştürebileceği belirtilmektedir. Seçici dikkatin örtük bilgi tarafından yönlendirilmesinden dolayı bir sonraki aşamada yalnızca dikkatin yönlendirildiği bilgilerin öğrenilebileceği ve bu ilişkinin döngüsel olarak devam edeceği ifade edilmektedir (Wolf ve Mülle, 2012).

2.6.1.1. Dikkatin Örtük Öğrenme Üzerindeki Etkisi

Bilinçli farkındalık olmaksızın gerçekleşen istatistiksel öğrenme, bu tür öğrenme biçiminin dikkat ile ilintili olmadığı yargısına yol açabilmektedir (Long ve ark., 2019; Wolf ve Müller, 2012). Çünkü görsel uyaranlara dikkat edilmesine karşın bu görsel uyaranlar ile ilişkisiz, dikkat edilmeyen hatta dinlenmeyen işitsel uyaranlardaki "istatistiksel düzenliliklerin" bile öğrenilebildiği belirtilmektedir (Long ve ark., 2019; Saffran ve ark., 1997). Öte yandan, dikkatin istatistiksel öğrenmeyi etkilediğine dair bulgular mevcuttur (Long ve ark., 2019). Örneğin, Turk-Browne ve arkadaşları (2005) katılımcıların dikkatinin seçici olarak farklı renklerdeki iki görsel akıştan bir tanesine yöneltilmesini sağlayarak dikkatin örtük öğrenmeye etkisini incelemiştir. Dikkatin

yöneltildiği görsel akışa ilişkin örtük öğrenme gerçekleşirken, dikkatin yöneltilmediği görsel akışta örtük öğrenme gerçekleşmemiştir (Long ve ark., 2019; Turk-Browne ve ark., 2005). Görsel uyaranların arka planda işitsel uyaranlar ile birlikte sunulmasından farklı olarak (Long ve ark., 2019; Saffran ve ark., 1997) burada aynı modaliteden uyaranların sunulmuş olmasının mevcut kaynakların paylaştırılmasında bir rekabete yol açtığı ve bu sebeple dikkat yöneltilmeyen uyaranlarda örtük öğrenmenin gerçekleşmediği düşünülmektedir (Long ve ark., 2019).

2.6.1.2. Örtük Öğrenmenin Dikkat Üzerindeki Etkisi

Dikkatin örtük öğrenme tarafından etkilenmesi (Long ve ark., 2019), bellekten gelen dikkat olarak adlandırılır. Algısal uyaranlara ilişkin "düzenliliklerin" aşamalı olarak öğrenildiği durumda, bu öğrenmenin dikkatin nasıl paylaştırılacağına yönelik bir taraflılığa sebep olduğu vurgulanmaktadır. Dolayısıyla, bağlamsal ipucu (Chun ve Jiang, 1998, 1999, 2003; Olson ve Chun, 2001) dikkatin örtük bellek tarafından etkilendiğinin iyi bir örneğini oluşturmaktadır (Long ve ark., 2019).

İstatistiksel öğrenmeye benzer şekilde öğrenme sırasında bağlamsal ipucu dikkatten etkilenebilmektedir (Long ve ark., 2019). Örneğin, Jiang ve Chun (2001) farklı iki renkten (örn. kırmızı veya yeşil) oluşan çeldiricilerin yer aldığı setler oluşturarak seçici dikkatin örtük bağlamsal öğrenme üzerindeki etkisini incelemiştir. Dikkat edilen konfigürasyonların tekrarlandığı setlerde bağlamsal ipucu hedefin bulunmasını kolaylaştırırken "ihmal edilen" çeldiricilerin yer aldığı setlerde bağlamsal öğrenmenin gerçekleşmediği görülmüştür (Jiang ve Chun, 2001; Long ve ark., 2019; Pollmann, 2019; Vadillo ve ark., 2020).

Bağlamsal öğrenmeye ilişkin belirtilen bu bozulmanın aslında "ihmal edilen" çeldiricilere yönelik öğrenmenin gerçekleşmemesinden değil, öğrenmenin ifade edilmesindeki problemden kaynaklanabileceğini öne sürerek Jiang ve Leung (2005) daha önce tasarladıkları deneysel paradigmaya (Jiang ve Chun, 2001) transfer testi eklemiştir. Transfer testinde bütün çeldiricilerin rengini tersine çevrirerek, önceki denemelerde "ihmal edilen" renkteki uyaranların dikkate alınmasını veya dikkate alınan uyaranların bu kez ihmal edilmesini sağlamışlardır. Daha önce ihmal edilen setlerde örtük öğrenme gerçekleşmediği halde bu manipülasyon ile dikkat bu setlere yönlendirildiğinde örtük öğrenmenin gerçekleştiği gözlenmiş ve bu bulgudan yola

çıkarak seçici dikkatin yönlendirildiği uyaranlarda örtük bağlamsal öğrenmenin ortaya çıktığı sonucuna varılmıştır (Jiang ve Leung, 2005; Vadillo ve ark., 2020).

Bellekten gelen dikkat örtük öğrenme tarafından yönlendirilebildiği gibi görsel olmayan etkenlerle de (örn. parasal ödül) yönlendirilebilmektedir. Örneğin, hedef uyaranların ödül ile ilintilendirilmesi daha sonra hedef uyaranların tespitini kolaylaştırırken, çeldiricilerin ödül ile ilintilendirilmesi ise hedef uyaranın tespit edilmesini zorlaştırmaktadır (Awh ve ark., 2012; Della Libera ve Chelazzi, 2009; Long ve ark., 2019). Sonuç olarak geçmiş deneyimlerimize ilişkin belleğimiz, bu öğrenmenin mevcut hedeflerimiz ile uyumlu veya uyumsuz olan bilgilerden hangisini önceliklendirdiğine bağlı olarak dikkatin yönlendirilmesini kolaylaştırabilir veya bozabilir (Long ve ark., 2019).

2.7. Örtük Bağlamsal Öğrenme

Görsel arama, günlük yaşantıda sıklıkla gerçekleştirilen bir eylemdir. Görsel arama hızı yalnızca nesnelerin belirgin olmasından değil aynı zamanda geçmiş deneyimlerden de etkilenebilmektedir (Jiang ve ark., 2019). Dolayısıyla karmaşık fakat oldukça yapılandırılmış mekânsal çevredeki öğelerin muhtemel konumlarına ilişkin bilgi, buradaki bağlamlar aracılığıyla ortaya çıkmaktadır. Bilinen bir bağlamda (örn. mutfak) belirli bir nesne aranırken (örn. sünger) bu arama eyleminin optimize edilmesi için nesneye ilişkin geçmişte edinilen bilgiler (örn. başka mutfaklar) ön plana çıkmaktadır, bu durum nesnelerin konumlarına ilişkin geçmiş deneyimlerin gelecekte de o nesneyi bulmayı kolaylaştırdığı bir durum oluşturmaktadır (Bergmann ve Schubö, 2021; Harris ve Remington, 2020; Jiang ve ark., 2013; Kunar ve ark., 2007; Yang ve Merrill, 2015; Zhao ve Ren, 2020). Görsel arama yalnızca günlük yaşantıda sıklıkla gerçekleşen bir eylem olmasının yanı sıra görsel bilişin incelendiği görevler arasında da yer almaktadır (Makovski, 2017). İnsan bilişinin önemli özelliklerinden bir tanesi, çevredeki düzenlilikleri fark etmek ve bunu görsel uyaranların daha verimli işlenmesi için kullanmaktır. Laboratuvar ortamında bilinçli farkındalık olmaksızın öğrenilen bağlamların rolü görsel arama görevlerinde de gösterilmiştir. Hedef uyaran mekânsal olarak değişmeyen konfigürasyonlarda sunulduğunda, bu uzamsal düzenlilikler bir bağlamsal ipucu oluşturmakta ve hedef uyaranın tespit edilme hızı zaman içerisinde artmakta, yani reaksiyon süresi azalmaktadır (Chun ve Jiang, 1998; Zang ve ark., 2022).

Bağlamsal ipucu terimi temelde bu görevin iki önemli yönüne işaret etmektedir. "Bağlamsal" terimi, hedef uyaranla birlikte ortaya çıkan çeldirici uyaranların yerleşiminin hedef uyaranın işlenmesine etkisini ifade eder. Çünkü çeldirici uyaranların yerleşiminin oluşturduğu bu uzamsal bağlam, aynı konfigürasyonların ardınca sunulmasıyla hedefin konumuna ait öngörücü bir etki ortaya çıkarmaktadır. "İpucu" terimi ise dikkatin yukarıdan-aşağıya süreçler aracılığıyla işlenmesini ifade eder. Dolayısıyla bağlamsal ipucu bilinçli farkındalık olmaksızın öğrenilen yordayıcı bağlamsal bilginin dikkati yukarıdan-aşağıya süreçler ile etkilediğine işaret etmektedir (Jiang ve Chun, 2003). Dahası, uzamsal ipuçları örtüktür çünkü görevin sonunda yer alan açık farkındalığa ilişkin tanıma denemelerindeki tahminler şans seviyesinin altında kalmaktadır (Chun ve Jiang, 1998, 2003; Jiang ve Chun, 2001; Jiang ve Leun, 2005; Jiang ve ark., 2019).

Standart bağlamsal ipucu görevi (Chun ve Jiang, 1998, 1999, 2003; Olson ve Chun, 2001), farklı açılarda döndürülmüş on bir "L" harfi (çeldiriciler) arasından 90^{o} sağa veya sola döndürülmüş "T" harfinin (hedef uyaran) hızlı ve doğru bir şekilde bulunması ve hedef uyaranın konumuna uygun tuşa (sağ veya sol) basılarak yanıt oluşturulmasını içermektedir (Chun, 2000; Chun ve Jiang, 2003). Bu nedenle ilk ölçüt, hedefin belirlenmesi ve konumuna ilişkin doğru tuşa basılması için geçen süre yani reaksiyon süresidir. Bu görevde, "eski" ve "yeni" olmak üzere iki tür konfigürasyon bulunmaktadır. "Eski" konfigürasyonlarda küresel bağlamı, arama ekranlarındaki çeldirici uyaranların uzamsal konumları oluşturur. Bu ekranlardan oluşturulan diziler deney süresince (her blokta birer kez) tekrar tekrar sunularak hedef uyaranların tekrar eden yani eski konfigürasyonlarda tutarlı olarak aynı konumlarda görünmesi sağlanır. Böylece çeldiricilerin oluşturduğu bu konfigürasyonlar hedef uyaranın konumuna dair ipucu oluşturarak görsel aramayı kolaylaştırır. Buna karşın "yeni" koşulda "eski" koşulun aksine çeldirici uyaranların konumları sürekli olarak değişmekte ve hedefin konumuna ilişkin ipucu sağlayacak uzamsal bir örüntü oluşturmamaktadır (Chun, 2000, 2003; Chun ve Jiang, 1999, 2003; Chun ve Nakayama, 2000; Jiang ve Chun, 2003; Jiang ve Leung, 2005; Olson ve ark., 2001).

Reaksiyon süresinde azalma ile kendini gösteren performans gelişimi yalnızca tekrar eden konfigürasyonlarda değil yeni olanlarda da ortaya çıkar. Yeni uyaranlarda gözlenen psikomotor hızdaki gelişme prosedürel öğrenme ile açıklanırken (Chun ve

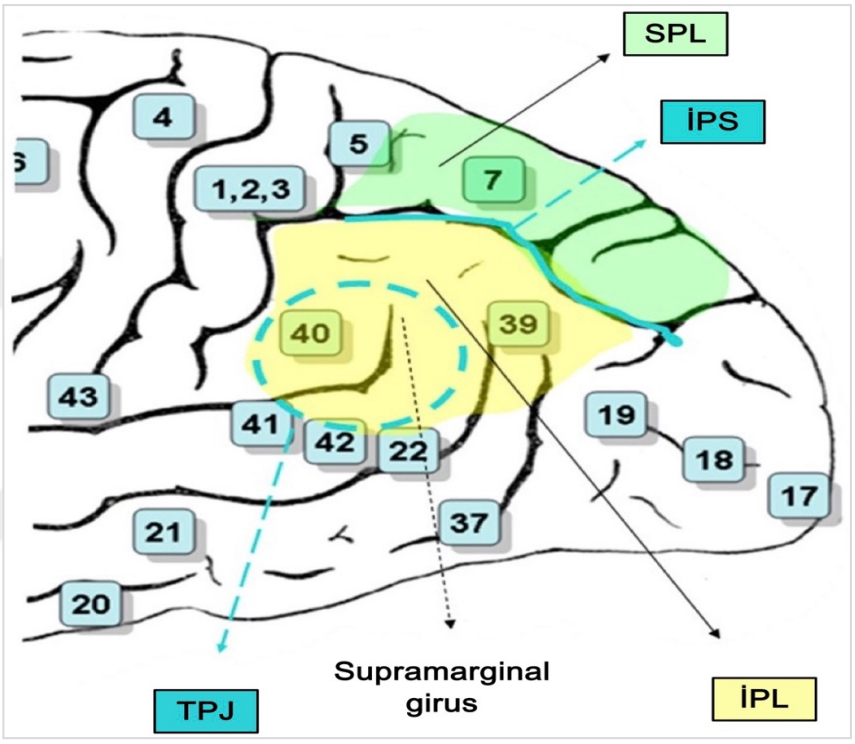
Jiang, 1998; 1999), tekrar eden konfigürasyonlardaki reaksiyon hızı, yenilere kıyasla daha iyi olduğu durumda bu örtük bağlamsal öğrenmeye atfedilir (Jiang ve Chun, 2003). Bu etki, tekrarlı denemeler boyunca çeldiricilerin oluşturduğu sabit uzamsal konfigürasyonlar tarafından çevrelenen hedef uyaranın konumuna ilişkin farkında olmaksızın gerçekleşen bir öğrenme sonucunda hedef uyaranın daha kısa sürede tespit edilmesi gerektiği varsayımına dayanmaktadır. Bu öğrenme, "eski" koşulunda hedef uyaranı aramaya ilişkin performansları -yani reaksiyon süreleri- ile "yeni" koşulundaki hedef uyaranı aramaya ilişkin performansların karşılaştırılmasıyla değerlendirilmiş "eski" koşulundaki hedef uyaranın "yeni" koşuldaki hedef uyaranlara kıyasla daha kısa sürede belirlendiği bulunmuştur (Chun, 2003; Chun ve Jiang, 2003; Jiang ve Leung, 2005). "Eski" koşulunda "yeni" koşuluna kıyasla daha kısa reaksiyon süresinin gözlenmesi bağlamsal ipucunun etkisi olarak değerlendirilmektedir. Bu etkinin beş ile on tekrarın ardından ortaya çıktığı, reaksiyon süresini yaklaşık olarak %10 kısalttığı ve göreve ilişkin "kolaylaştırma" etkisinin en az bir hafta boyunca sürdüğü belirtilmektedir (Chun ve Jiang, 2003; Chun, 2003; Jiang ve ark., 2019; Jiang ve Leung, 2005).

Bağlamsal ipucu sadece konfigürasyonların hedef uyaranın konumunu öngördüğü durumlarla sınırlı değildir, aynı zamanda bağlamın tekrarlı olarak sunulduğu farklı durumlarda da aramayı kolaylaştırdığı gözlenmiştir (Jiang ve ark., 2019). Örneğin, çeldirici uyaranların hedefin şeklini (Chun ve Jiang, 1999) ya da konumunu (Endo ve Takeda, 2004), bir denemedeki çeldiricilerin uzamsal konumunun bir sonraki denemedeki hedefin konumunu (Ono ve ark., 2005), kelimelerin semantik kategorisinin hedef uyaranın konumunu (Goujon ve ark., 2009), işitsel ipuçlarının hedef uyaranın konumunu (Kawahara, 2007) ve çeldiricilerin temporal sıralamasının hedef uyaranın zamanlamasını (Jiang ve ark., 2019) öngördüğü gösterilmiştir.

2.8. Posterior Parietal Korteks

Superior ve inferior parietal lobül, intraparietal korteks ve medial parietal korteks olmak üzere dört ana bileşenden oluşan PPC, görsel, işitsel, vestibüler ve somatosensoriyel alanların kesişiminde yer almaktadır (Mesulam, 1999). PPC, somatosensoriyel korteks ile görsel korteks arasında yer almaktadır (Şekil 2.2). İntraparietal sulkus PPC'yi superior parietal lobül ve inferior parietal lobüle ayırır. Postsantral sulkus, PPC'nin anterior sınırını oluştururken, parieto-oksipital sulkus ise lateral sınırını oluşturmaktadır. Superior parietal korteks, BA5 ve BA7'ye denk gelen

hücresel yapı (cytoarchitectonic) bakımından farklılaşan iki alandan oluşmaktadır. Benzer şekilde inferior parietal lobül de supramarginal girus (BA40) ve bu alanın posteriorunda yer alan angular girus (BA39) olarak iki farklı hücresel yapıdan oluşmaktadır. İntraparietal sulkus yaklaşık olarak 4.5 cm uzunluğundadır ve postsantral girustan anteriora doğru yükselir, orta bölümü yatay bir şekilde ilerler ve son olarak kauadale doğru bir yol izleyerek parieto-oksipital sulkus ile birleşir (Lo ve ark., 2017; Vingerhoets, 2014).



Şekil 2.2: Posterior temporal ve parietal alanlar (Ciaramelli ve ark., 2008)

İPL: İnferior parietal lobül. İPS: İntraparietal sulkus. SPL: Superior parietal lobül. TPJ: Temporo-parietal bileşke.

2.9. Posterior Parietal Korteks ve Görsel-Uzamsal Dikkat

Hem sağlıklı hem de hasta grupları ile yapılan çalışmalar posterior parietal lobu, fronto-parietal ağ ve subkortikal yapılarla birlikte görsel-uzamsal dikkat ile ilişkilendirmektedir (Dambeck ve ark., 2006; Thut ve ark., 2004). Uzamsal dikkate ilişkin farklı birçok bölge bulunmakla birlikte (Brunyé, 2018; Coull ve Frith, 1998; Rafal ve Posner, 1987) nörogörüntüleme, nöropsikoloji ve elektrofizyoloji çalışmaları sağ PPC'nin görsel-uzamsal dikkatte önemli rol oynadığına işaret etmektedir

(Blankenburg ve ark., 2010; Brunyé, 2018; Corbetta, 1998; Coull ve Frith, 1998; de Schotten ve ark., 2011; Hirakawa ve ark., 2019; Rafal ve Posner, 1987; Silver ve ark., 2005).

PPC'nin aktivasyonu uyaranların tespit edilme hızıyla ve ipucu olarak sunulan uyaranlar için bu hızdaki artış ile ilintilidir (Kravitz ve ark., 2011). Ayrıca, PPC hem yukarıdan-aşağı ve aşağıdan-yukarıya süreçler arasındaki etkileşimi kontrol etmektedir (Chechlacz ve ark., 2018). Çeşitli kanıtlar, parietal korteksin dikkatin başka nesneye veya bölgelere yönlendirmesinde işlevsel olduğunu sunmaktadır (Behrmann ve ark., 2004; Corbetta ve ark., 2000; Corbetta ve ark., 2002; Corbetta ve ark., 1995; Eimer, 1998; Rosner ve Mittleman, 1996; Thakral ve Slotnick, 2009). Örneğin, maymun PPC'sinden elde edilen tek hücre kayıtlarında, maymunun görsel tepkilerinin dikkatin yönüne göre düzenlendiği görülmüştür (Bushnell ve ark., 1981). Benzer şekilde, insanlar gözlerini görsel alanın farklı bölgelerine çevirdiklerinde superior parietal korteksin aktif olduğu gözlenmiştir (Corbetta ve ark., 2000; Corbetta ve ark., 1995; Thakral ve Slotnick, 2009). Bir başka çalışmada ise PPC'de görsel uyaran sunulmadan önce nöral aktivitenin arttığı gözlemlenmiş ve bu durum söz konusu bölgenin uyaran sunulmadan önce hazır olduğu şeklinde yorumlanmıştır (Kastner ve ark., 1999; Lo ve ark., 2017).

PPC'nin amaca yönelik hareketlere ilişkin görsel-uzamsal sinyallerin seçiminde rol oynadığı ve bu durumun gerçekleşmesinde hemisferler arasında farklılık olduğu belirtilmektedir (Lo ve ark., 2017). Özellikle sağ PPC her iki hemisferden görsel-uzamsal bilgiyi alır, işler ve bu çıktıyı iki hemisfere dağıtırken, sol PPC yalnızca sağ görsel alana katkıda bulunmaktadır (Heilman ve Abell, 1980; Lo ve ark., 2017; Szczepanski ve ark., 2010).

Nörogörüntüleme çalışmaları, yukarıdan-aşağıya işleme süreçlerini içeren dikkat kontrolü gerektiren birçok görevde PPC'nin, özellikle de superior parietal lobül ve intraparietal sulkus bölgelerinin aktive olduğunu göstermektedir (Corbetta ve ark., 2000; Coull ve Nobre, 1998; Friedman-Hill ve ark., 2003; Hopfinger ve ark., 2000; Le ve ark., 1998). Çeldiriciler arasında ilgili hedef uyaran belirdiğinde sağ intraparietal sulkus ve lateral frontal kortekstin faaliyetinde artış gözlenmiştir (Chun ve Marois, 2002; Friedman-Hill ve ark., 2003; Marois ve ark., 2000). Buna ek olarak, PPC'de

uyaranlar sunulmadan önce dikkatin hedefe yönlendirilmesi ile bazal aktivitede artış olduğu bildirilmiştir (Friedman-Hill ve ark., 2003).

2.10. Temporo-Parietal Bileşke

Temporo-parietal bileşke, inferior parietal lobül, superior temporal sulkusun kaudal bölgesini ve posterior superior temporal sulkusun bileştiği bölgeyi kapsayan yapıdan oluşmaktadır (Abu-Akel ve Shamay-Tsoory, 2011; Decety ve Lamm, 2007; Donaldson ve ark., 2015; Mars ve ark., 2011; Zaitchik ve ark., 2010). TPJ'nin posterior ve lateral talamus, işitsel, görsel ve limbik alanlardan gelen girdileri birleştirmesinin yanı sıra prefrontal korteks ve oksipital loblar ile iki taraflı bağlantıları mevcuttur (Decety ve Lamm, 2007; Donaldson ve ark., 2015). TPJ'nin anatomik yerleşimi, duysal girdilerin birleştiği ve bunlara dair bilgilerin işlendiği bir merkez olmasına neden olmuştur (Donaldson ve ark., 2015). Bununla birlikte, traktografi tabanlı parselasyon yöntemi ile sağ TPJ'nin üç alt bölgesi tanımlanmıştır. Buna göre, inferior parietal lobülde lateral anterior prefrontal korteks ile işlevsel bağlantısallığı olan dorsal alt bölge, ventral prefrontal korteks ve anterior insula ile işlevsel bağlantısallığı olan ventral anterior TPJ ve anterior medial prefrontal korteks, posterior singulat ve temporal kutup ile işlevsel bağlantısallığı olan posterior TPJ olmak üzere üç alt kümesi bulunmaktadır (Donaldson ve ark., 2015; Mars ve ark., 2011).

2.11. Temporo-Parietal Bileşke ve Görsel-Uzamsal Dikkat

İlk çalışmalar sağ TPJ'nin, dikkatin aşağıdan-yukarıya işleme süreçleri ile yeniden yönlendirilmesinde rol oynadığını gösterse de sonraki çalışmalar sağ TPJ'nin yukarıdan-aşağıya işleme süreçlerine de katıldığını öne sürmektedir (Corbetta ve Shulman, 2002; Donaldson ve ark., 2015; Geng ve Vossel, 2013; Vossel ve ark., 2014). Lezyon çalışmaları TPJ'nin hem aşağıdan-yukarıya hem de yukarıdan- aşağıya işleme süreçlerine dahil olduğunu göstermektedir (Donaldson ve ark., 2015).

TPJ, dikkatin beklenmedik fakat görevle ilişkili olabilecek görsel uyaranlara yeniden yönlendirilmesinde rol oynamaktadır (Chechlacz ve ark., 2018; Corbetta ve Shulman, 2002; DiQuattro ve ark., 2013; Shulman ve ark., 2003). Hedef uyaranın ortaya çıkma olasılığı arttıkça TPJ'nin o kadar devre dışı kaldığı ve ortaya çıkardığı yanıtın hedef uyaranın belirme veya öngörülmesi ihtimaline yönelik düzenlendiği ifade edilmektedir (Macaluso ve Doricchi, 2013; Shulman ve ark., 2007). Buna karşın,

yukarıdan-aşağıya dikkat süreçlerinin rehberlik ettiği görsel tarama sırasında hedef uyaranların konumunu öngörücü bilgi taşıyan uyaranların yer aldığı bağlamsal ipucu görevlerinde TPJ'nin baskılanmadığı ifade edilmektedir (Vossel ve ark., 2014).

Hedef uyaran olmaksızın sunulan bağlamsal ipucunun kontralateral görsel alanda bir hedefin olduğuna ilişkin olasılıksal bilgi taşıdığı durumda sağ TPJ'de aktivasyon artmakta, bu bağlamsal ipucu hedef uyaran ile birlikte sunulduğunda ise daha da fazla aktivasyon artışına yol açmaktadır (Geng ve Mangun, 2011).

TPJ, uyaranların görsel odağın dışında ortaya çıktığı durumlarda dikkatin yeniden yönlendirilmesi ve çeldiricilerin filtrelenmesi sürecinde rol oynamaktadır (Geng ve Vossel, 2013; Vossel ve ark., 2014). Dolayısı ile bu ağ (ventral fronto-parietal ağ) dorsal ağın "devre kesicisi" olarak faaliyet göstererek dikkati göze çarpan uyaranlara yönlendirmektedir (Corbetta ve ark., 2008; Corbetta ve Shulman, 2002). Fakat bu varsayımın artık geçerli olmayabileceği belirtilmektedir (Vossel ve ark., 2014). Maymunda tek hücre kayıtlarından elde edilen bulgular (Libedinsky ve Livingstone, 2011) TPJ'nin dorsal bölgelere erken bir yeniden yönlendirme sinyali göndermekten ziyade duysal olayların yukarıdan-aşağıya beklentiler açısından daha sonraki değerlendirilmesinde rol oynadığını düşündürmektedir (Vossel ve ark., 2014).

2.12. Transkraniyal Doğru Akım Uyarımı ve Etki Mekanizması

Son yıllarda kortikal uyarılabilirliği ve kortikal aktiviteyi düzenlemeye yardımcı olan, algısal, bilişsel ve davranışsal düzeyde değişim sağlayan farklı birçok invazif olmayan uyarım tekniği geliştirilmiştir (Carvalho ve ark., 2015; da Silva ve ark., 2013; Dayan ve ark., 2013; Shin ve ark., 2015; Vercammen ve ark., 2011; Woods ve ark., 2016). Bu uyarım tekniklerinden tDCS, plastisitenin fizyolojik özelliklerinin belirlenmesinde, davranışsal ve psikolojik süreçlerin temelinin ortaya çıkarılmasında ve klinik uygulamalarda sıklıkla kullanılmaktadır (Shin ve ark., 2015). tDCS ile elde edilen olumlu sonuçlarla birlikte uyarımın kolay uygulanabilir olması, iyi tolere edilmesi, güvenli, ucuz ve kolay taşınabilir olması popülerliğinin artmasına katkıda bulunmuştur (Berryhill ve Martin, 2018; Brunoni, Fregni ve ark., 2011; Pelletier ve Cicchetti, 2015).

tDCS elektrot kullanılarak (anot ve katot) iletilen genellikle zayıf elektrik akımı (1-2 mA) aracılığı ile kortikal aktivitede değişikliğe neden olmakta, bu nedenle hem sağlıklı popülasyonda hem de patolojik olgularda sıklıkla kullanılmaktadır (Bennabi ve

ark., 2014; Brunoni, Amadera ve ark., 2011; Flöel, 2014; Nilsson ve ark., 2015; Nitsche ve Paulus, 2001). Genelde anodal uyarım nöronların depolarize olmasına yol açarak kortikal uyarılabilirliği arttırırken, katodal uyarım nöronların hiperpolarize olmasına yol açarak kortikal uyarılabilirliği azaltmaktadır (Kuo ve Nitsche, 2012; Nilsson ve ark., 2015; Nitsche ve ark., 2008; Nitsche ve ark., 2003). Fakat uyarımın yoğunluğu ve süresinin artması sonucunda uyarım sonrasındaki etkilerin de doğrusal olarak artabileceğine ilişkin bir öngörü olmakla birlikte bu etkinin doğrusal olmayabileceğine dair kanıtlar mevcuttur (Batsikadze ve ark., 2013; Nitsche ve ark., 2008; Paulus, 2011; Shin ve ark., 2015; Thair ve ark., 2017). Örneğin, 5-13 dakikalık anodal uyarım 1-2 saat, 9 dakikalık katodal uyarım ise anodal uyarımdan farklı olarak 1 saat süren bir artçıl etki göstermiş (Nitsche ve ark., 2003), öte yandan 26 dakikalık anodal uyarım inhibisyon ile sonuçlanmıştır (Monte-Silva ve ark., 2013). Dolayısı ile uyarımın süresinin bir üst sınırı olabileceği belirtilmektedir (Paulus, 2011).

tDCS'nin etkisi, elektrotların boyutları ile ilintilidir. Örneğin, akım yoğunluğu belirtilen denklem ile hesaplandığından (uyarımın gücü (A) / elektrotların boyutu (cm^2)), insanlarda kullanılan elektrotların ıslak, boyutunun da genelde 25-35 cm^2 arasında olduğu ve 2 mA akım verildiği varsayıldığında, akımın yoğunluğunun yaklaşık olarak 0.01-0.05 mA / cm^2 olacağı öngörülmektedir (Lefaucheur ve Wendling, 2019; Modolo ve ark., 2018; Nitsche ve ark., 2003; Thair ve ark., 2017). Dolayısıyla tDCS tarafından üretilen akım yoğunluğu aksiyon potansiyellerini başlatacak eşik değerden oldukça düşüktür (Bikson ve ark., 2019; Lefaucheur ve Wendling, 2019; Modolo ve ark., 2018). Her ne kadar tDCS'nin etkisine yönelik farklı görüş olsa da (Underwood, 2016), *in vivo* çalışmalarda (Opitz ve ark., 2017; Ruhnau ve ark., 2018), tDCS uyarımı ile elde edilen akımın büyüklüğünün kortikal aktiviteyi ve kortikal uyarılabilirliği etkileyebilecek düzeyde olduğu ifade edilmektedir (Lefaucheur ve Wendling, 2019). Uyarımın ürettiği akım tek bir nöron düzeyinde düşük olmakla birlikte sinir ağı düzeyinde farklılaşmaktadır (Modolo ve ark., 2018). Uyarımın bölgedeki nöronların zayıf membran depolarizasyonların sinir ağı düzeyinde bir artışa neden olduğu belirtilmektedir (Lefaucheur ve Wendling, 2019; Modolo ve ark., 2018).

tDCS'nin nöral aktiviteyi nörotransmiterler aracılığı ile düzenleyebildiği hem manyetik rezonans spektroskopisi çalışmalarında hem de belirli norötransmiterleri hedef alan ilaç araştırmalarında gösterilmiştir (Dwyer ve ark., 2019; Filmer ve ark., 2014).

Anodal uyarımın GABA aracılığı ile (Medeiros ve ark., 2012; Nitsche ve ark., 2004; Stagg ve ark., 2009; Stagg ve Nitsche, 2011), katodal uyarımın da glutamatın baskılanması ile (Liebetanz ve ark., 2002; Medeiros ve ark., 2012; Stagg ve ark., 2009) etkisini gösterdiği bildirilmiştir. Böylece, tDCS'nin korteksteki sinaptik plastisiteyi etkileyebildiği (Filmer ve ark., 2014; Stagg ve Nitsche, 2011), buna ek olarak da doğru uyarım parametrelerinin belirlenmesiyle uzun süreli etkileri ortaya çıkarmanın mümkün olduğu ileri sürülmektedir (Stagg ve Nitsche, 2011).

2.12.1. Transkraniyal Doğru Akım Uyarımının Akut Etkisi

Farklı uyarım biçimlerinde olduğu gibi tDCS'nin de fizyolojik sonuçları uyarım sırasında üretilen akımın neden olduğu hücre membranlarındaki polarizasyondur (Bikson ve ark., 2019). Bu nedenle, doğru akım (direct current) uygulandığı süre boyunca hücreler polarize olmaktadır (Bikson ve ark., 2019). Nitsche ve Paulus (2000) düşük akım şiddeti (1 mA) kullanarak motor korteksin (M1) anodal ve katodal elektrotlarla uyarılabilirliğini ve bunun da birkaç dakika boyunca sürdüğünü göstermiştir. tDCS sonucu gösterilen bu uyarılabilirliğin membran potansiyeli ile ilişkili olup olmadığının belirlenmesi için gerçekleştirilen araştırmalarda sodyum kanal blokeri (karbamazepin) ve kalsiyum kanal blokeri (flunarizin) verilmiş, anodal tDCS'nin ardından sonuçlar sham grubu ile test edilmiş ve anodal uyarımın uyarılabilirliği arttırdığı gösterilmiştir (Jamil ve Nitsche, 2017; Nitsche ve ark., 2003).

2.12.2. Transkraniyal Doğru Akım Uyarımının Artçıl Etkisi

Doğru akımın (direct current) membran polarizasyonu üzerindeki akut etkisinin haricinde, görece uzun süreli uyarım, bir saatten birkaç güne kadar, belirli koşullar dahilinde, artçıl etkiler ile sonuçlanabilmektedir (Bikson ve ark., 2019; Jamil ve Nitsche, 2017; Monte-Silva ve ark., 2013; Nitsche ve ark., 2003; Nitsche ve Paulus, 2001). İnsan ve hayvanları içeren birçok deney, tDCS'nin uzun vadeli sonuçlarının dendritlerle ilişkin süreçler ile (sinaptik plastisite) gerçekleştiğini göstermektedir (Bikson ve ark., 2019; Jamil ve Nitsche, 2017). Buna ek olarak, artçıl etkilerin ortaya çıkmasının membran potansiyeline ve NMDA reseptörlerine bağlı olduğu ifade edilmektedir (Nitsche ve ark., 2005).

tDCS'nin artçıl etkilerinin fizyolojik temellerinin belirlenmesi için yapılan kombine araştırmalar NMDA (N-metil-D-aspartik asit) reseptörü blokerinin

(dekstrometorfan) hem anodal hem de katodal tDCS'nin artçıl etkilerini ortadan kaldırdığını, buna karşın NMDA reseptörü agonistinin (d-sikloserin) anodal tDCS uyarımının artçıl etkisini uzattığını göstermiştir (Jamil ve Nitsche, 2017). Ayrıca, kalsiyum kanalı blokeri (flunarizin) tDCS uyarımının artçıl etkilerini ortadan kaldırmıştır (Jamil ve Nitsche, 2017). Benzer şekilde, $GABA_A$erjik aracı nöronların tDCS'nin neden olduğu plastisiteyi düzenlemesine ilişkin rolü belirlenmeye çalışılmıştır. Örneğin, $GABA_A$ reseptörü agonisti lorazepam, anodal tDCS'nin yol açtığı uyarılabilirlik artışına neden olmuş, buna karşın katodal tDCS uyarımına yönelik etki göstermemiştir (Jamil ve Nitsche, 2017; Nitsche ve ark., 2004).

2.12.3. Posterior Parietal Korteks'in Transkraniyal Doğru Akım ile Uyarımı

tDCS'nin bilişsel yetiler üzerinde uzun ve kısa süreli etkileri olduğu bilinmektedir (Kuo ve Nitsche, 2012; Roe ve ark., 2016). Çelişkili sonuçlar olsa da birçok çalışmada PPC bölgesine tDCS'nin görsel dikkat üzerinde etkisi gösterilmiştir (Chechlacz ve ark., 2018; Hirakawa ve ark., 2019; Roy ve ark., 2015; Sparing ve ark., 2009).

Sağ PPC'ye uygulanan 2 mA katodal tDCS'nin yukarıdan-aşağıya süreçler tarafından düzenlenen dikkat üzerinde etkisi olduğu gösterilmiştir (Chechlacz ve ark., 2018; Moos ve ark., 2012). Ayrıca, sağ PPC'ye uygulanan anodal tDCS'nin sol hemisferdeki görsel dikkat kontrolünü iyileştirdiği, başka bir çalışmada aynı bölgeye uygulanan akımın görsel dikkat içeren görevlerdeki reaksiyon sürelerini kısalttığı gösterilmiştir (Bolognini ve ark., 2010; Chechlacz ve ark., 2018; Hirakawa ve ark., 2019; Roy ve ark., 2015).

PPC'nin anodal tDCS ile uyarımının sağ beyin hasarı olan hastalardaki mekansal ihmal sendromunu görece iyileştirebildiği bildirilmiştir (Ko ve ark., 2008). Ayrıca hem sağlıklı hastaların hem de ihmal sendromu olan hastaların sağ veya sol hemisferindeki PPC bölgelerine, anodal, katodal veya sham uyarımı yapılmıştır. Bunun sonucunda, sağlıklı katılımcıların sağ veya sol PPC bölgelerine uygulanan anodal tDCS'nin görsel-uzamsal dikkati kontralateral yarı görme alanına yönlendirdiği, buna karşın katodal tDCS'nin söz konusu etkinin tersi etki gösterdiği bulunmuştur. İhmal sendromu olan hastaların lezyon bölgesi ve kontralateral hemisferdeki PPC'ye uygulanan anodal tDCS'nin görsel-uzamsal ihmali iyileştirebileceği gösterilmiştir (Giglia ve ark., 2011; Sparing ve ark., 2009).

PPC'nin görsel-uzamsal dikkat üzerindeki işlevsel rolünün belirlenmesi için sağlıklı gönüllülere TMS uygulanmıştır (Middag-van Spanje ve ark., 2022). Örneğin, tekrarlayan TMS ile sağlıklı katılımcıların sağ PPC bölgesinin uyarılmasıyla, kontralateral bölgede geçici bir görsel-uzamsal ihmal sendromu tetiklenebileceği, buna karşın sol PPC'nin uyarımının görsel-uzamsal işleyişte herhangi bir etkisinin olmadığı gösterilmiştir (Fierro ve ark., 2000; Sack, 2010). Frontal alanları da içerek şekilde tekrarlanan çalışmada, benzer şekilde sağ parietal korteks üzerine uygulanan TMS kontrol grubuna kıyasla dikkatin sağ tarafa kaymasına yol açmış fakat sol parietal kortekste aynı etki görülmemiştir (Duecker ve Sack, 2015).

2.12.4. Temporo-Parietal Bileşkenin Transkraniyal Doğru Akım ile Uyarımı

Tekrarlayan (repetitive) TMS'nin hem TPJ hem de intraparietal sulkusun dikkatin yönlendirilmesindeki nedensel etkilerini gösterdiği belirtilmektedir (Chica ve ark., 2011). Bunun yanı sıra, olay-ilişkili TMS uygulaması görsel algılama süreçlerinin yanı sıra ayırt etme süreçlerinin nedenlerini ortaya çıkarmak için uygulanmıştır (Chica ve ark., 2011). Bu çalışmada, uzamsal ipucunun sunulmasının ardından dikkatin yönlendirilmesini etkilemek amacıyla sağ intraparietal sulkus ve TPJ'ye TMS uygulanmıştır. Bulgular, sağ intraparietal sulkusa uygulanan TMS'nin hem iç kaynaklı dikkat hem de dış kaynaklı dikkat süreçlerini etkilediğini, buna karşın TPJ'ye uygulanan TMS'nin yalnızca dış kaynaklı dikkat süreçlerini etkilediğini göstermektedir (Chica ve ark., 2011)

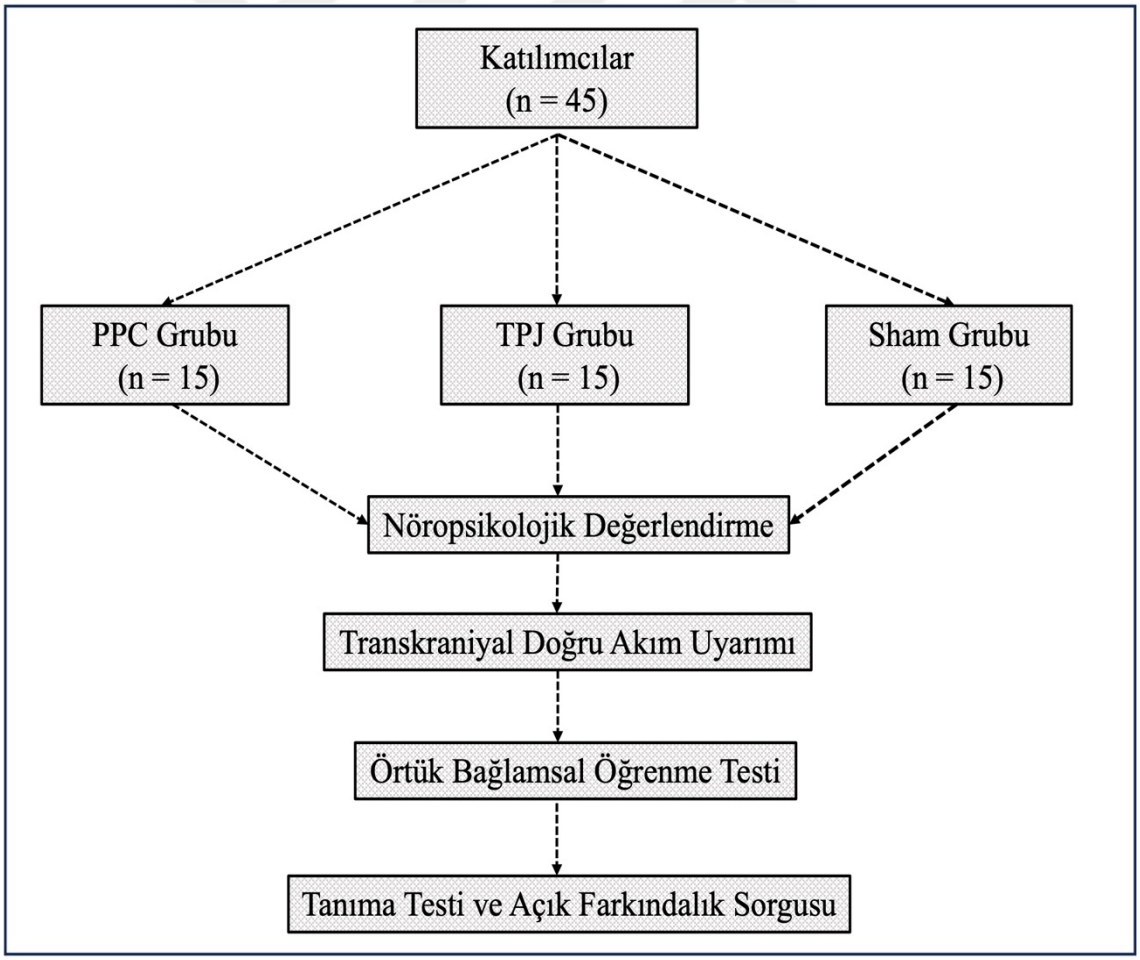
Meister ve arkadaşları (2006) tarafından yürütülen diğer bir çalışmada ise, sağ superior temporal girusun ve TPJ'nin görsel-uzamsal dikkatteki rollerini belirlemek amacıyla iki bölgeye de TMS uygulanmıştır. Sağ superior temporal girusa uygulanan TMS görsel-uzamsal dikkatte kayda değer bir etki göstermezken, sağ TPJ'ye uygulanan TMS kontralateral hemisferde "sönme benzeri" örüntüye yol açmıştır. Bu bulgular, TPJ'nin her iki hemisferde görsel-uzamsal dikkatin işlenmesinde işlevsel bir rol oynadığını göstermiştir. Küresel Gestalt algısı ile görsel-uzamsal dikkatin ilişkilendirildiği bir diğer çalışmada ise, TPJ'ye hem tek taraflı (unilateral) hem de iki taraflı (bilateral) TMS uygulandığında tek taraflı uyarımın reaksiyon süresi ve doğru yanıt oranlarında bir etkisi gözlenmemişken, iki taraflı uyarımın performansta önemli bir etkiye yol açtığı saptanmıştır (Donaldson ve ark., 2015; Ritzinger ve ark., 2012).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Katılımcılar

Örneklem büyüklüğü, G*Power programı (3.1.9.6 sürümü) kullanılarak (Faul ve ark., 2007) güç (1-β) = 0.95 ve etki büyüklüğü (η^2) = 0.25 değerleri ile hesaplanmış, kişi sayısı üç grup (PPC, TPJ ve sham grubu) ve dört ölçüm için en az 45 olarak belirlenmiştir.

Araştırmaya katılmaya uygun olan 45 gönüllü katılımcı uyarım (PPC veya TPJ) veya sham gruplarından birine rastgele atanmıştır. İlk olarak nöropsikolojik değerlendirme yapılmış, ardından atanan gruba uygun olarak PPC veya TPJ tDCS ile uyarılmış, sham grubunda ise aynı prosedür uygulanmakla birlikte gerçekten uyarım yapılmamıştır. Uyarımın hemen ardından örtük bağlamsal öğrenme testi gerçekleştirilmiştir (Bkz. Şekil 3.1).



Şekil 3.1: Araştırma tasarımı

3.1.1. Araştırmanın Dahil Etme Kriterleri

Araştırmanın dahil etme kriterleri ve dışlama kriterleri (Thair ve ark., 2017) aşağıda belirtilmiştir.

Araştırmaya dahil olma kriterleri:

- 18 yaşından büyük olmak,
- Edinburgh el tercihi anketinden 70-100 arası puan almak,
- Araştırma yapılan zamana kadar nörolojik, psikiyatrik ve / veya genetik hastalık tanısı olmamak,
- Beck Depresyon Envanterinden 17 altı puan almak.

3.1.2. Araştırmanın Dışlama Kriterleri

- Hamilelik ihtimali olması,
- Kafa derisi veya cilt hastalığının olması,
- Kafa içi elektrotlar, şarapnel, kalp pili veya cerrahi klipsler dahil olmak üzere herhangi bir metal implantı olmak,
- Daha fazla araştırma gerektiren (örn. beyin taraması) bilinç kaybıyla sonuçlanan bir kafa travması geçirmiş olmak,
- Reçeteli bir ilaç kullanıyor olmak (örneğin psikotrop ilaçlar),
- Epilepsi tanısı veya epilepsi öyküsü olmak,
- Psikiyatrik ve / veya nörolojik bozukluğu olmak.

3.2. Verilerin Toplanması

Bu çalışma, İstinye Üniversitesi Etik Kurulu tarafından 15.02.2023 tarihinde (2017-KAEK-120) /4/2023.G-31 sayılı toplantıda onaylanmıştır. Veriler, 24.04.2023-20.09.2023 tarihleri arasında İstinye Üniversitesi Nörolojik Bilimler Araştırma ve Uygulama Merkez (ISUCAN)'inde ve Acıbadem Üniversitesi Bilişsel ve Davranışsal Psikoloji Araştırmaları Laboratuvarı'nda (ABİDAL) toplanmıştır.

3.3. Araçlar-Gereçler

Tüm katılımcılara öncelikle bilgilendirilmiş gönüllü onam formu sunulmuştur. Çalışmaya gönüllü olarak katılmayı onaylayan katılımcıların tDCS deney formu, tDCS tarama formu, Beck Depresyon Envanteri ve Edinburgh El Tercihi Anketi'nin doldurulması sağlanmıştır. Bunu takiben "Corsi Blok Testi", "Stroop Test", "Rey Karmaşık Figür Testi", "Benton Yüz Tanıma Testi" ve "Çizgi Yönünü Belirleme

Testini" içeren nöropsikolojik test bataryaları uygulanmıştır. Ardından tDCS ile uyarım yapılmış ve hemen ardından "Örtük Bağlamsal Öğrenme Testi" araştırmacı tarafından uygulanmıştır. tDCS ve nöropsikolojik bataryaların uygulaması yaklaşık iki saat sürmüştür.

3.3.1. Corsi Blok Testi

Corsi Blok Testi (Corsi, 1972), görsel-uzamsal kısa süreli belleği değerlendirmektedir (Kessels ve ark., 2000). Özgün görev 26 x 32 cm boyutunda bir tahta üzerine rastgele yerleştirilmiş dokuz bloktan oluşmaktadır (Berch ve ark., 1998; Milner, 1971; Orsini ve ark., 1987). Uygulayıcı her denemede belirli bloklara belirli bir örüntü ve sıra ile dokunur ve hemen ardından katılımcıdan bloklara aynı örüntü ve sıra ile dokunması istenir (Orsini ve ark., 1987). Her bir görev beş diziden oluşmaktadır. İlk dizide katılımcıdan ikili örüntüyü hatırlaması istenir. Katılımcının her beş diziden üç taneden az doğru hatırlaması durumunda bir sonraki dizi sunulur (Berch ve ark., 1998; Milner, 1971; Orsini, 1994; Orsini ve ark., 1987). Görev, katılımcının aynı uzunluktaki örüntülerin beş tanesini de yanlış hatırlaması durumda sona ermektedir (Orsini, 1994; Orsini ve ark., 1987). Katılımcının "uzamsal hatırlama (spatial span)" puanı beş diziden üç tanesini doğru hatırlayabildiği en uzun örüntü sayısıdır (Kessels ve ark., 2000; Orsini ve ark., 1987).

Corsi Blok Testinin bilgisayar ortamında uygulanabilen farklı versiyonları bulunmaktadır (De Luca ve ark., 2003; Fray ve ark., 1996; Mueller ve Piper, 2014). Bu çalışmada PEBL Corsi Blok Testi kullanılmıştır (Mueller ve Piper, 2014). Kullanılan bu versiyonda görev başlamadan önce katılımcının görevi nasıl yapacağına dair bir yönerge ekranı gözükmektedir. Katılımcının yönergeyi tam olarak anladığından emin olunduktan sonra üç dizilik "alıştırma görevini" başlatmak için ekrana fare ile tıklanması istenir (Hazarika ve Dasgupta, 2020). Alıştırma görevinin ardından asıl görevin başlayacağına dair başka bir yönerge ekranı gözükmektedir. Hem alıştırma görevinde hem de asıl görevde özgün göreve (Corsi, 1972) benzer şekilde ekranda dokuz kare belirmektedir. Her dizide ekranda bulunan kareler 1000 ms süresince rastgele aydınlanmakta ve ardından katılımcının aynı sıra ile karelere tıklaması istenmektedir. Deney her biri beş diziden oluşan dokuz bloktan oluşmaktadır. İlk blokta hatırlanması istenen diziler iki kareden ibaret olup beş diziden oluşan her bir blokta en az dört dizinin doğru olarak hatırlanması durumunda bir sonraki blok başlamaktadır. Bir

blokta birden fazla dizinin yanlış hatırlanması sonucunda da test sonlanmaktadır. Bitirilen her bir dizinin ardından verilen cevaba paralel olarak ekranda "DOĞRU" ya da "YANLIŞ" geri bildirimi gözükmektedir (Dingwall ve ark., 2017; Hazarika ve Dasgupta, 2020; Martincevic ve Vranic, 2020).

3.3.2. Edinburgh El Tercihi Anketi

Edinburgh El Tercihi Anketi (Oldfield, 1971) günlük yaşamda el tercihini belirleyen diş fırçalama, yazı yazma, makas kullanma vd. gibi on motor görevi içeren on maddelik bir ölçektir (Atasavun Uysal ve ark., 2019). Bireylerin maddelere verdikleri yanıtlara göre sağ veya sol tarafta yer alan sütunda "+" ile işaretleme yapılması istenir. Eğer bireyin el tercihi güçlü ise. yani bireyin bir başkası tarafından zorlanmadıkça diğer elini asla kullanılmayacağı durumda ilgili sütuna "++" ile işaretleme yapılması istenir. Eylem gerçekleştirilirken hangi elin kullanıldığı önemsiz ise iki sütuna da ayrı ayrı "+" işareti konulması istenir (Oldfield, 1971; Veale, 2014). Maddelere verilen her yanıt beş puan olacak şekilde ve her el için ayrı ayrı "Geschwind Skorlaması" (Geschwind ve Behan, 1982)" yapılır. Buna göre, ölçekten alınan puan -100 ile +100 arasındadır (Atasavun Uysal ve ark., 2019). Bireylerin puanının +80 ile +100 arasında olması güçlü sağ el kullanımına, +20 ile +75 arasında olması zayıf sağ el kullanımına, -15 ile 15 arasında olması her iki elini de aynı beceriyle (ambidextrous) kullanabildiğine, -20 ile -75 arasında olması zayıf sol el kullanımına, -80 ile -100 güçlü sol el kullanımına işaret etmektedir (Atasavun Uysal ve ark., 2019; Tan, 1988). Anketin Türkçe geçerlik ve güvenirlik çalışması Atasavun Uysal ve arkadaşları (2019) tarafından yapılmıştır.

3.3.3. Beck Depresyon Envanteri

Beck depresyon envanteri (Beck ve ark., 1996; Beck ve ark., 1961), dörtlü Likert cevaplama seçeneği içeren yirmi bir maddeden oluşan hem depresyon tanısı almış psikiyatrik hastaların depresyon şiddetini değerlendirmekte hem de normal popülasyonda depresyon semptomlarını taramak için kullanılan öz bildirim türü bir ölçektir (Beck ve ark., 1988). Ölçekten alınabilecek en düşük puan 0, en yüksek puan 64'tür. Bununla birlikte ölçekten alınan 0-13 puan minimal depresyona, 14-19 puan hafif depresyona, 20-28 puan orta derece depresyona, 29 puan ve üstü ağır depresyona işaret etmektedir (Beck ve ark., 1996; Beck ve ark., 1988). Envanterin Türkçe geçerlik

ve güvenirlik çalışması Hisli (1989) tarafından yapılmıştır ve söz konusu çalışmada kesme noktası 17 olarak belirlenmiştir.

3.3.4. Benton Yüz Tanıma Testi

Benton Yüz Tanıma Testi (Benton ve ark., 1994; Benton ve Van Allen, 1968), tanıdık olmayan insan yüzlerini tanıma ve ayırt etme kapasitesini değerlendirmek için kullanılan nesnel bir ölçüm aracıdır (Benton ve ark., 1994). Test farklı ışık koşulları altında ve farklı açılardan çekilmiş (önden, profilden ve yüzün dörtte üçü gözükecek biçimde), siyah-beyaz, 54 kadın ve erkek fotoğrafından (5.08 x 5.08 cm) oluşmaktadır (Benton ve ark., 1994; Benton ve Van Allen, 1968). Test materyali sırttan sarmal bir kitapçıktan oluşmaktadır. Böylece her uyaran (bir fotoğraf) ve bu uyarana ait seçenekler (altı fotoğraf) yüz yüze bakan iki sayfaya konumlandırılmıştır. Testin ilk altı sayfası, uyaran fotoğrafın hedef fotoğraflardan sadece bir tanesiyle, geriye kalan sayfalarda ise üç tane fotoğrafla eşleşecek şekilde düzenlenmiştir. Testin ilk on üç sayfası kısa formu, geriye kalan sayfaları ise uzun formu oluşturmaktadır (Benton ve ark., 1994). Her doğru cevabın karşılığı 1 puan olup kısa form uygulamasında alınan toplam puan uzun form toplam puanına dönüştürülür. Testten 41-54 aralığında alınan puan görsel ventral yolun normal işleyişine, 39-40 aralığında alınan puan ventral yolun sınırda işleyişine, 37-38 aralığında alınan puan ventral yolun orta derece bozulduğuna, 37 puandan düşük puanlar ise ventral yolun şiddetli bozukluğuna işaret etmektedir (Benton ve ark., 1994). Testin Türk toplumu standardizasyon çalışması Keskinkılıç (2008) tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu tez çalışması kapsamında testin uzun formu kullanılmıştır.

3.3.5. Çizgi Yönünü Belirleme Testi

Çizgi Yönünü Belirleme Testi (Benton ve ark., 1975, 1978), görsel-uzamsal algıyı ve yönelimi değerlendirmek için kullanılan bir nöropsikolojik testtir (Qualls ve ark., 2000; Treccani ve Cubelli, 2011). Test kitapçığı sırttan sarmal bir biçimdedir. Kitapçığın üst kısmı, yani uyaran çizgilerinin olduğu kısım, yüzey ile 45^{o} açı yapacak biçimde yerleştirilmektedir (Lindgren ve Benton, 1980). Böylelikle iki uyaran çizgi kitapçığın üst kısmında konumlanırken, 11 adet yanıt çizgisi alt kısmında konumlanmaktadır. Yanıt çizgilerinin her birinin uzunluğu 3.8 cm'dir ve bu on bir çizgi 18^{o}'lik açıyla birbirinden ayrılmıştır. Görev, yanıt çizgilerinin hangi ikisinin uyaran çizgileri ile aynı konumda ve aynı doğrultuda olduğunu belirlemektir. İlk beş madde alıştırma maddesidir ve uyaran ve yanıt çizgilerinin uzunluğu aynıdır. Alıştırma

maddelerinin en az ikisi doğru cevaplandığı taktirde 30 maddeden oluşan test kısmı uygulanır. Alıştırma maddelerinin aksine, test aşamasında uyaran ve yanıt çizgilerinin uzunluğu birbirinden farklıdır. Test maddelerindeki uyaran çizgilerinin uzunluğu 1.9 cm olup yanıt çizgilerinin yalnızca proksimal, orta veya distal kısmından birini içermektedir. Görevde herhangi bir süre sınırlaması bulunmamakla birlikte artan süreler performansta bozulmaya işaret etmektedir. Her bir maddede ancak her iki uyaran çizginin karşılık geldiği yanıt çizgileri doğru bilindiği durumda cevap doğru olarak kabul edilir (Benton ve Van Allen, 1968; Lindgren ve Benton, 1980). Her doğru cevabın karşılığı 1 puan olup testten alınabilecek puan 0-30 arasında değişmektedir (Lindgren ve Benton, 1980). Türk örneklemi için standardizasyon çalışması (Karakaş, 2006) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada, testin H formu kullanılmıştır.

3.3.6. Rey Karmaşık Figür Testi

Rey Karmaşık Figür Testi (RKFT), Rey tarafından geliştirilmiş (Rey, 1941/1993), Osterrieth tarafından (Osterrieth, 1944/1993) standardize edilmiştir. Görsel algı, görsel dikkat, görsel bellek, görsel-mekânsal yapılandırma ve ayrıca planlama ve organizasyon yeteneğini değerlendirmektedir (Boone ve ark., 1993; Shin ve ark., 2006; Zhang ve ark., 2021). Karta basılmış karmaşık bir figürden ve 24 şekilden oluşan tanıma formu (12 adet çeldirici, 12 adet hedef şekil) test materyalini oluşturmaktadır (Varan Özdeniz ve ark., 2007). Test kopyalama görevi ile başlar, kopyalama görevinin hemen ardından anlık hatırlama ve 30 dakika sonra gecikmeli hatırlama test edilir. Kopyalama uygulamasında, karmaşık figür katılımcının önüne yerleştirilir ve bu figürü boş bir kâğıda kopyalaması istenir. Katılımcının karmaşık figürü kopyalamasının ardından uyaran figür ve kopya katılımcının önünden kaldırılarak anlık hatırlama uygulamasına geçilir. Anlık ve gecikmeli hatırlama görevlerinde katılımcıdan daha önce kopyalamış olduğu karmaşık figürü, hatırladığı kadarıyla tekrar çizmesi istenir (Meyers ve Meyers, 1995). Katılımcı gecikmeli hatırlama aşamasında karmaşık figürü eksiksiz çizmiş olsa bile tanıma aşamasına geçilir.

Puanlama, Osterrieth (1944/1993) tarafından geliştirilen 36 puanlık sistem ile yapılmaktadır (Varan Özdeniz ve ark., 2007). Karmaşık figür, puanlanabilen 18 parçaya ayrılmıştır. Eğer bir parça doğru çizilmiş ve doğru yerleştirilmiş ise 2 puan, yanlış çizilmiş fakat doğru yerleştirilmiş veya doğru çizilmiş fakat yanlış yerleştirilmiş ise 1 puan, yanlış çizilmiş ve yanlış yerleştirilmiş fakat parça tanınıyor ise 0.5 puan, yanlış

yerleştirilmiş ve tanınmıyor veya hiç çizilmemiş ise 0 olarak puanlanır (Varan Özdeniz ve ark., 2007).

Tanıma uygulamasının puanlaması, 12 hedef ve 12 çeldirici şeklin doğru veya yanlış olarak tanımlanması ile yapılmaktadır. Katılımcının, doğru tanımladığı hedef uyaranın parçalarının toplamı "tanıma doğru pozitif puanını", hedef uyaranın parçası olarak tanımladığı çeldirici uyaranların toplamı "tanıma yanlış pozitif puanını" oluşturmaktadır. On iki sayısından "tanıma yanlış pozitif puanının" çıkarılmasıyla "tanıma doğru negatif puanı"; "tanıma doğru pozitif puanının" çıkarılmasıyla "tanıma yanlış negatif puanı" elde edilmektedir. "Tanıma doğru pozitif puanı" ile "tanıma yanlış negatif puanın" toplanması ile "tanıma toplam doğru" puanı elde edilmektedir (Varan Özdeniz ve ark., 2007). Testin normatif çalışması Varan Özdeniz ve arkadaşları (2007) tarafından yapılmıştır.

3.3.7. Stroop Testi

Stroop testi (Stroop, 1935), bilişsel esnekliği ve seçici dikkati değerlendirmektedir (Strauss ve ark., 2006). Stroop testinin farklı formları bulunmaktadır (Comalli Jr ve ark., 1962; Dodrill, 1978; Golden, 1976; Graf ve ark., 1995; Mitrushina ve ark., 2005) fakat söz konusu testlerin hepsi "Stroop etkisi" olarak adlandırılan bir fenomene neden olmaktadır (Emek Savaş ve ark., 2020). Testte katılımcıların farklı mürekkep renkleri ile yazılmış renk isimlerini, bir kural çerçevesinde bazen mürekkep rengini bazen ise kelimenin semantik içeriğini söylemeleri beklenmektedir. Kelimenin mürekkep rengi ile kelimenin semantik olarak işaret ettiği renk arasında çelişki varsa, renk ve kelimenin aynı olduğu duruma göre rengin söylenme süresinde gecikme yaşanmaktadır. Diğer bir ifade ile, görev kelimenin semantik içeriğini göz ardı ederek o kelimenin basıldığı mürekkep rengini adlandırmayı gerektirdiğinde ve kelimenin semantik içeriği ile mürekkep rengi arasında aykırılık varsa gecikme daha belirgin olmaktadır. Ortaya çıkan bu gecikme "Stroop etkisi" olarak adlandırılmaktadır (Duncan-Johnson ve Kopell, 1981; Durgin, 2000; Karakaş ve ark., 1999; MacLeod, 2014; Mitrushina ve ark., 2005).

Özgün Stroop testinde, her birinde on sıra ve beş satırdan oluşan kelimeleri içeren üç beyaz kart ve dört görev bulunmaktadır. İlk görevde siyah mürekkep ile yazılmış renk isimlerinin (mavi, yeşil, kırmızı, kahverengi, mor), ikinci görevde ise renkli mürekkeple (mavi, yeşil, kırmızı, sarı) yazılmış renk ifade eden kelimelerin

baskının mürekkep rengi göz ardı edilerek okunması istenir. Üçüncü göre karelerin mürekkep renginin söylenmesidir. Dördüncü görevde ise ikinci görevde kullanılan kart verilir fakat bu kez kelimelerin semantik içeriği değil kelimelerin basılı olduğu mürekkep renginin ifade edilmesi istenir (Strauss ve ark., 2006).

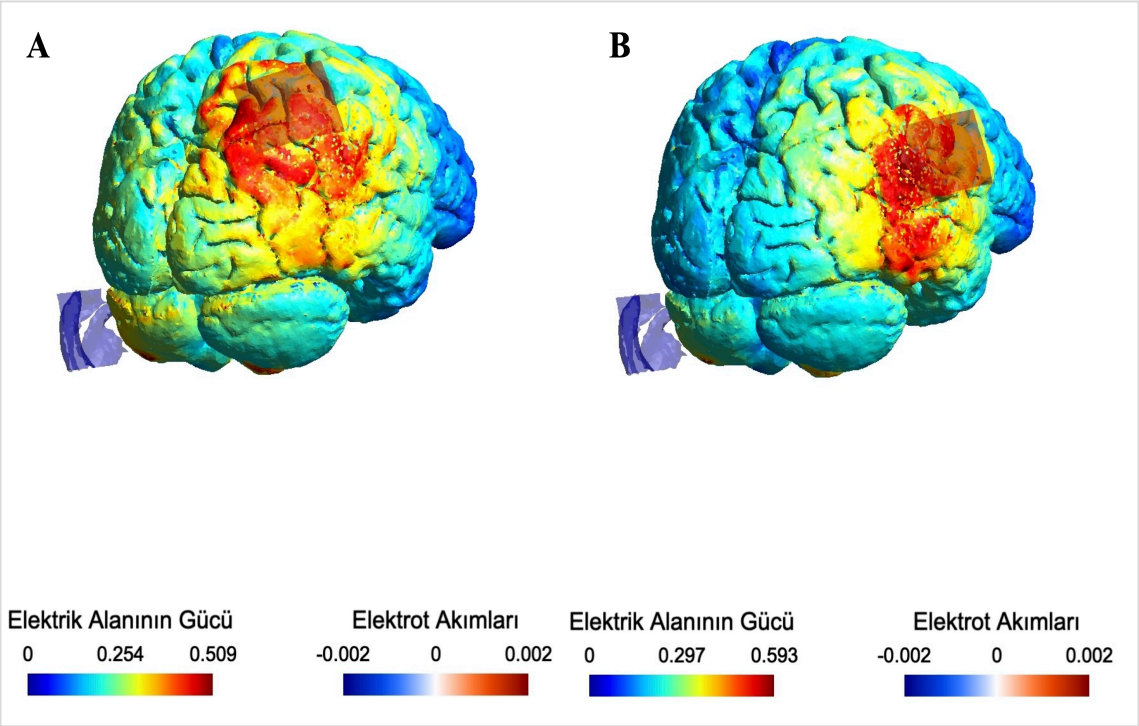
Ülkemizde Stroop Testinin TBAG formunun (Karakaş ve ark., 2013a, 2013b; Karakaş ve ark., 1999) haricinde Stroop Testi Çapa formu olarak adlandırılan test, temelde Weintraub (2000) tarafından geliştirilen Stroop testinin İstanbul Tıp Fakültesi Nöropsikoloji Laboratuvarı'nda uyarlanmış formudur (Emek Savaş ve ark., 2020). Çapa Formu, TBAG Formundan bazı noktalarda farklılaşmaktadır: (1) spontan düzeltmeler ve hata sayıları değerlendirilmektedir, (2) uygulama süresi daha kısadır (3) katılımcılarda renk körlüğü veya renk adlandırmada bir bozukluk varsa testin ilk aşamasında belirlenebilmektedir, (4) yaşlı grubu daha iyi temsil etmektedir, son olarak (5) test materyalinin ücretsiz olması teste ulaşılmasına ve yaygın olarak kullanılmasına kolaylık sağlamaktadır (Emek Savaş ve ark., 2020).

Bu çalışmada Stroop Testi Çapa formu kullanılmıştır. Test üç aşamada uygulanmıştır. İlk aşamada katılımcıdan soldan sağa olabildiğince hızlı biçimde kutucukların rengini (yeşil, kırmızı, mavi) okuması istenmektedir. İkinci aşama, mürekkep rengi ile kelimelerin (yeşil, kırmızı, mavi) semantik içeriğinin olabildiğince hızlı okunmasını içermektedir. Üçüncü aşamada ise, kelimelerin semantik içeriği yerine, o kelimenin basılı olduğu mürekkebin renginin okunması istenmektedir. Bu aşamada, hata sayısı ve spontan düzeltmeler kaydedilmektedir. Bunun yanı sıra, üç aşamada da kronometre ile süre tutulmakta ve forma kaydedilmektedir. Üçüncü aşama süresinden ikinci aşama süresi çıkarılarak enterferans süresi hesaplanmaktadır. Spontan düzeltme ve hata sayılarında artış ve yüksek enterferans süresi performansta bozulmaya işaret etmektedir. Çapa formunun geçerlik-güvenirlik ve norm çalışması Emek Savaş ve arkadaşları (2020) tarafından gerçekleştirilmiştir.

3.3.8. Transkraniyal Doğru Akım Uyarımı

Bu çalışmada, Soterix Medical 1x1 tDCS Low-Intensity Stimulator (Soterix Medical Inc., New York. NY) cihazı kullanılmıştır. tDCS uyarımı, sodyum klorür uygulanmış sünger pedler ile iki adet dokuz cm^2'lik (3cm x 3cm) elektrot kullanılarak uygulanmıştır. Elektrotlar uyarım bölgelerine 128 kanallı elektroensefalografi kepi (Electro-Cap Inernational, Inc) kullanarak radyal sisteme göre yerleştirilmiştir. Anodal

elektrot, ilk gruptaki katılımcıların sağ PPC bölgesine (B4) (Şekil 3.2A) ikinci gruptaki katılımcıların sağ TPJ bölgesine (B16) (Şekil 3.2B), katodal elektrotlar ise katılımcıların sol mastoid kemiğine yerleştirilmiştir. Uyarımın etkilediği bölgelerin görselleştirilmesi SIMNIBS v4.0.1 sürümü kullanılarak oluşturulmuştur (Saturnino ve ark., 2019).



Şekil 3.2: Uyarım bölgeleri ve akımın etkilediği bölgeler

Her iki gruba da (aktif uyarım grupları) 2.0 mA'lık 20 dakika uyarım yapılmıştır. Akım, cihazın özelliği sayesinde uyarımın ilk otuz saniyesinde aşamalı olarak arttırılmış ve uyarımın son otuz saniyesinde ise aşamalı olarak azaltılmıştır. İki aktif uyarım grubuna yapılan işlemlerin aynısı sham grubuna da yapılmıştır. Anodal elektrotlar sham grubunda yer alan katılımcıların yarısının B4 bölgesine, yarısının B16 bölgesine yerleştirilmiş, cihazın sham uyarım özelliği kullanılarak uyarım yapılıyormuş gibi 20 dakika boyunca elektrotlar katılımcıların başlarında durmuş kısa bir süre uyarımın ardından akım kesilmiştir. tDCS uyarımı, nöropsikolojik testlerin ardından uygulanmıştır. Uyarımın hemen ardından örtük bağlamsal öğrenme testi bilgisayar ortamında gerçekleştirilmiştir. Tüm gruptaki katılımcılar için tDCS uyarımı ve örtük bağlamsal öğrenme testi arasında geçen süre eşit tutulmuştur.

3.3.9. Örtük Bağlamsal Öğrenme Testi

Temelde görsel bağlamsal bilginin nasıl öğrenildiğine ilişkin bilgi sağlayamaya yönelik bilgi sağlayan ve birden fazla çeldirici arasından hedef uyaranı bulmayı gerektiren algısal bir görevdir (Chun ve Jiang, 1998, 2003). Görev farklı örüntülerde sunulan farklı açılarda döndürülmüş çeldiriciler (L) arasından sağa ya da sola 90^{o} döndürülmüş hedef uyaranın (T) bulunmasını ve hedef uyaranın yönüne karşılık gelen tuşlardan uygun olana mümkün olan en kısa sürede basılmasını içermektedir (Chun ve Jiang, 1998, 1999, 2003; Chun ve Nakayama, 2000; Olson ve Chun, 2001). Test, örtük bağlamsal öğrenmenin yanı sıra, görsel-motor beceri öğrenme ve psikomotor hızı da değerlendirmektedir (Ulasoglu-Yildiz ve Gurvit, 2020).

Bu tez kapsamında kullanılan Chun ve Jiang (1998) tarafından geliştirilen ve Ulasoglu-Yildiz ve Gurvit (2020); Ulaşoğlu-Yıldız (2017) tarafından alanyazındaki bilgiler doğrultusunda hazırlanan örtük bağlamsal öğrenme testi kullanılmıştır.

3.3.9.1. Örtük Bağlamsal Öğrenme Testinin Yöntemi

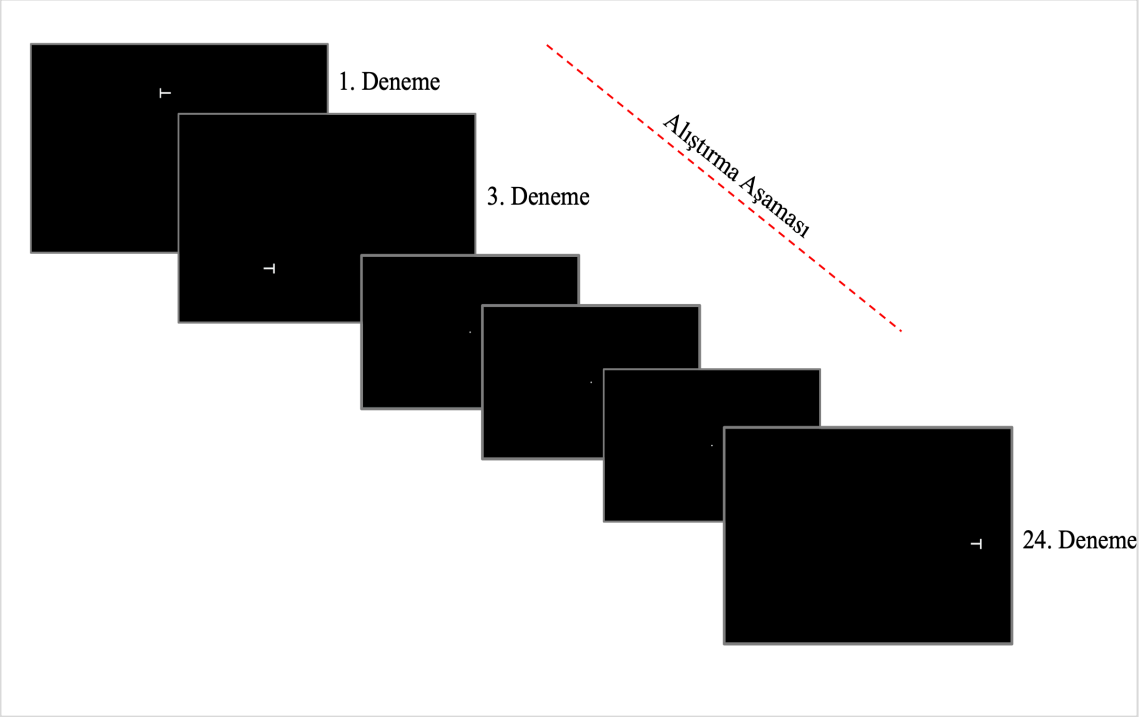
Uyaranlar, 13" MacBook Air bilgisayarda, Psychtoolbox-3 (Brainard, 1997; Kleiner ve ark., 2007; Pelli, 1997) ile MATLAB kullanılarak sunulmuştur. Katılımcılar, sessiz bir odada ekrandan 50 cm uzakta ve deney süresince ekranın tam karşısında oturtulmuştur. Katılımcılara, deneye alışmalarını sağlamak amacıyla örnekler sunulmuş ve hedef uyaranı mümkün olan en kısa sürede bulup ilgili tuşa basmaları gerektiğine yönelik bilgi verilmiştir. Deneyin alıştırma aşaması 24 denemeden oluşmaktadır (Şekil 3.3). Bu evrenin en fazla bir yanlış veya hatasız bir şekilde başarı ile tamamlanmasının ardından deney otomatik olarak başlatılmıştır. Deney aşamasındaki deneme ekranlarının her birinde, on biri çeldirici olan ve 0°, 90°, 180° veya 270° döndürülmüş “L” harfi, bir tanesi ise hedef uyaran olan ve 90° veya 270° döndürülmüş “T” harfi olmak üzere toplam on iki adet uyaran belirmiştir (Şekil 3.4). Katılımcılardan, “T” harfinin tabanı (veya sivri ucu) sağ tarafı işaret ediyorsa sağ elin işaret parmağı ile “SAĞ OK”a, sol tarafı işaret ediyorsa sağ elin orta parmağı ile “SOL OK”a basmaları istenmiştir. Deney, 16 blok içermektedir. Her bir blokta on ikisi “yeni”, on ikisi ise “deney boyunca tekrar eden” sırası rasgele atanmış 24 deneme bulunur. Her bir denemede 1’i hedef, 11’i çeldirici olmak üzere 12 uyaranın yerleşimi bir mekânsal konfigürasyon oluşturmuştur. Bu mekânsal konfigürasyon tekrar eden denemelerde korunurken, yeni denemelerdeki konfigürasyonlar eşsizdir. Böylece katılımcı, deney boyunca tekrar eden 12

konfigürasyonun her birine toplamda 16 kez maruz kalırken yeni konfigürasyonlara sadece bir kez maruz kalmaktadır.

On altı bloğa rastgele atanan yeni setlerin ardından, her bir bloğu oluşturan yirmi dört deneme için hem "yeni" hem de "tekrar eden" imgelerin koşullarının sıralaması rastgele oluşturulmuştur. Ayrıca, on iki tekrar eden imgenin ve 192 yeni imgenin bulunduğu koşullara ilişkin sıralara rastgele atanmıştır. Son olarak, tüm deney boyunca doğru cevaplara denk gelen sağ ve sol tuşa basma sayısı eşit tutulmuştur.

Deney süresince yeni imgelerin sunulduğu her bir sette, hedef uyaranların daha önceden belirlenmiş konumlarda sabit kalması, buna karşın çeldirici imgelerin konumunun sürekli değişmesi, katılımcının birbirinden farklı örüntülere maruz kalmasına neden olmuştur. Fakat imgelerin tekrar ettiği her bir sette çeldiricilerin durağan konumlarının oluşturduğu bu örüntü, hedef uyaranın konumuna ilişkin örtük bir ipucu oluşturmuştur. Katılımcının bu ipuçlarına, deney süresince ardınca maruz kalması, hedef uyaranın konumuna karşı katılımcıyı bilinçli farkındalık olmaksızın hazırlamıştır. Bu etki "hazırlama" olarak adlandırılmaktadır ve ileriki bloklarda yanıt süresinin kısalmasına neden olmaktadır (Ulaşoğlu-Yıldız, 2017).

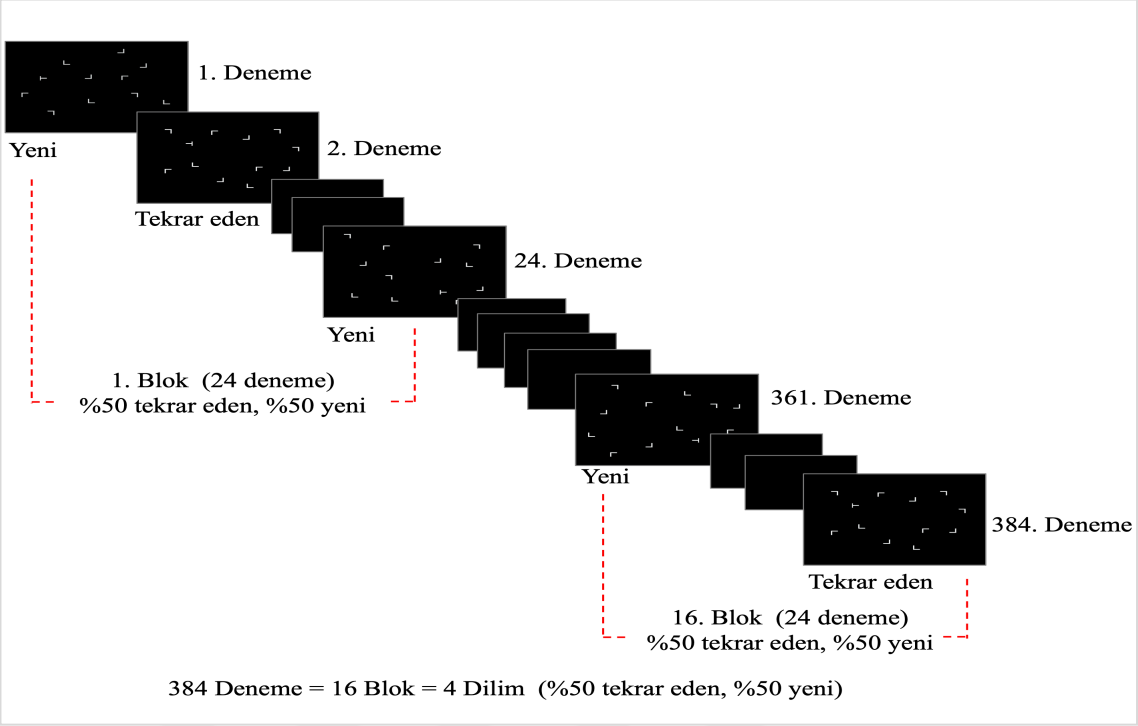
Katılımcının gözlerini dinlendirmesi için bloklar arasında zorunlu olarak 5-10 saniye dinlenme arası verilmiştir. Deneyin ardından, katılımcıların bilinçli farkındalık düzeylerini belirlemek için üç adet soru sorulmuştur: (1) "Deney sırasında herhangi bir şey fark ettiniz mi?", (2) "Bazı imgelerin tekrar ettiğini fark ettiniz mi?", (3) "Tekrar eden imgeleri hatırlamaya çalıştınız mı?", Bu soruların ardından 24 denemeden oluşan tanıma görevi başlatılmıştır.



Şekil 3.3: Alıştırma aşamasından örnek imgeler

Bu aşamada yalnızca hedef uyaran (T) ekranın herhangi bir yerinde rastgele belirmektedir. Katılımcının yönergeyi tam olarak anlaması veya pekiştirmesi bu aşamada sağlandı.

Her bir hedef uyaran deneyin ilk sekiz bloğunda ve son sekiz bloğunda eşit sayıda sağa veya sola işaret etmektedir. Dolayısıyla deney süresince hem yeni hem de tekrar eden setlerde hedef uyaranın sağa veya sola işaret etme durumu rasgele değişmesinin yanı sıra oransal olarak eşittir (Şekil 3.4). Bu nedenle burada gerçekleşen öğrenme, uyaranların ekrandaki dağılımlarının oluşturduğu örüntü ile tuşa basmanın yol açtığı durum motor öğrenmeden farklıdır. Çünkü bu örüntü sadece hedef uyaranın sağa veya sola işaret etmesine ilişkin bir ipucu sağlamasının yanı sıra hedef uyaranın sağa veya sola işaret etmesi cevap vermek için kullanılan parmağın da değişmesine neden olmaktadır. Bu da katılımcının yanıt için motor davranış geliştirmesine engel olmaktadır. Böylelikle yeni uyaranlar ile tekrar eden uyaranlara verilen yanıtlar arasındaki süre farkı örtük bağlamsal öğrenmenin gerçekleştiğini ifade etmektedir.



Şekil 3.4: Örtük bağlamsal öğrenme testinin tasarımı

Tekrar eden setten (2. deneme) bir örnek imge bulunmaktadır. Söz konusu denemede hedef uyaranın (T) tabanı / sivri ucu sol tarafı işaret ederken, aynı imgenin bulunduğu 384. denemede hedef uyaranın (T) tabanı / sivri ucu sağ tarafı işaret etmektedir (Ulasoglu-Yildiz ve Gurvit, 2020; Ulaşoğlu-Yıldız, 2017).

3.3.9.2. Örtük Bağlamsal Öğrenme Testinin Alıştırma Aşaması

Bu aşama, sadece hedef uyaranın ekranın herhangi bir konumunda rastlantısal olarak belirdiği yirmi dört denemeden oluşturulmuştur. Alıştırma evresi, aşağıdaki yönergenin ekranda görünmesinin ardından katılımcının hazır olduğunda rastgele bir tuşa basması ile başlamıştır.

"Deneye hoş geldiniz. Biraz sonra ekranda sivri ucu sağ ya da sol tarafa bakan bir T harfi göreceksiniz. T'nin sivri ucu sola işaret ediyorsa "SOL OK" tuşuna basarak yanıt verin, T'nin sivri ucu sağa işaret ediyorsa "SAĞ OK" tuşuna basın. Ardından birtakım ekranlar daha göreceksiniz. Her seferinde olabildiğince hızlı bir şekilde yanıt vermeye çalışın. Yanlış yanıt verdiğiniz taktirde bip sesi duyacaksınız."

Her bir imgeden önce, ekranın merkezinde, siyah zemin üzerinde çapı 2.5 milimetre olan beyaz bir nokta 1250 milisaniye süresince gösterildi. Katılımcıların imgeler belirene kadar bu beyaz noktaya bakarak beklemeleri istendi. Belirtilen bu sürenin ardından imgeler belirir ve her bir uyarana azami cevap verme süresi 5000

milisaniyedir. Uyarana yanlış cevap verilmesi halinde sesli dönüt verildi. Eğer uyarana 5000 milisaniye içinde yanıt verilmediyse yanlış sesli dönütten farklı olarak daha ince bir ses ile uyarım yapıldı. Yanıtın doğru ya da yanlış olmasından veya uyarana yanıt verilmemesinden bağımsız olarak ekranda bir sonraki uyaran göründü.

Alıştırma aşaması, yirmi dört uyaran içinden yirmi üç uyarana doğru yanıt verilene kadar ve en fazla üç kez tekrar edecek şekilde tasarlanmıştır. Katılımcının yirmi dört deneme içeren uyaran dizisinden başarısız olması durumunda veya uyaranlara reaksiyon vermediğinde alıştırma aşaması yeniden başlamıştır. Katılımcının yönergeyi tam olarak anlaması sağlandıktan ve alıştırma aşamasını başarı ile tamamladıktan sonra deney aşamasına geçilmiştir (Şekil 3.4).

3.3.9.3. Örtük Bağlamsal Öğrenme Testinin Deney Aşaması

Alıştırma aşaması başarı ile tamamlandıktan ve katılımcının deneyi tam olarak anlaması sağlandıktan sonra deney aşağıda belirtilen yönerge ile başlamıştır.

"Bu seferki deney boyunca, size gösterilen ekranlarda yer alan harfler arasından birini arıyor olacaksınız. Gösterilen her ekranda L harflerinin arasında bir adet T harfi olacak. Sizin göreviniz, olabildiğince hızlı bir şekilde, bu T harfini bulmak. Bulduğunuz zaman, eğer T'nin sivri ucu sol tarafa işaret ediyorsa lütfen "SOL OK"a, eğer T harfinin sivri ucu sağ tarafa işaret ediyorsa lütfen "SAĞ OK"a basın. Yanlış yanıt verdiğiniz taktirde bip sesi duyacaksınız. Devam etmek için herhangi bir tuşa basın."

Yönerge rastgele bir tuşa basılması ile son bulmuş, ekranda uyaranlar belirmeye başlamıştır. Katılımcılara yönergenin haricinde herhangi bir bilgilendirme yapılmamıştır. Yani bazı uyaran örüntülerinin tekrar edeceği, belirtilen bu örüntülere dikkat etmesi gerektiği veya bu örüntüleri ezberlemeye çalışmalarına ilişkin bir uyarı yapılmamıştır.

Alıştırma aşamasına benzer şekilde, her bir uyarandan önce 1250 milisaniye süresince siyah zemin üzerinde 2.5 milimetre çapındaki beyaz nokta gösterildi. Katılımcılara, her bir uyaranı bu beyaz noktaya bakarak beklemeleri söylenmiştir. Azami bekleme süresi ve sesli dönütler alıştırma evresiyle aynı olacak şekilde düzenlendi (Ulaşoğlu-Yıldız, 2017).

3.3.9.4. Bilinçli Farkındalık ve Tanıma Aşaması

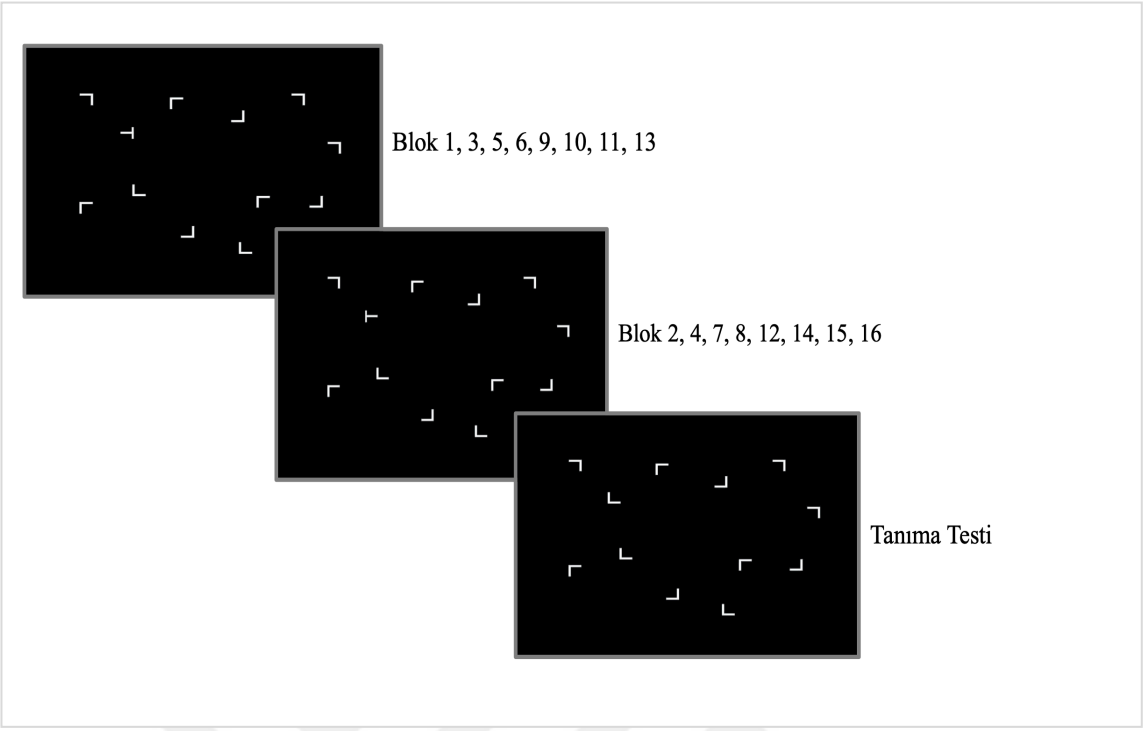
Alıştırma ve deney aşamasının tamamlanmasının ardından, katılımcılara (1) "Deney sırasında herhangi bir şey fark ettiniz mi?", (2) "Bazı imgelerin tekrar ettiğini

fark ettiniz mi?", (3) "Tekrar eden imgeleri hatırlamaya çalıştınız mı?" soruları sorulmuştur.

Son olarak, örtük bağlamsal öğrenme testinde tüm tekrar eden imgeler ve 192 yeni imgeden rastgele seçilen on iki imgeyi içeren yirmi dört denemelik "tanıma belleği kontrol testi" uygulanmıştır. Bu test, sunulan bağlamsal bilgiyi bilinçli farkındalık olmadan, yani örtük bir biçimde, öğrenilip öğrenilmediğini ölçmektedir. Hem yeni imgeler hem de tekrar eden imgeler rastgele sırayla sunulmuştur. Fakat bu aşamada, deney aşamasından farklı olarak yeni ve tekrar eden dizilerdeki hedef uyaranlar (T) kaldırılmış, yerine 0^{o} döndürülmüş çeldirici (L) ile yer değiştirmiştir. Katılımcıya, yönergede daha önce gördüğü dizilerden rastgele seçilmiş bir setin gösterileceği söylenmiştir. Ayrıca katılımcıya ekranın yapay olarak dört çeyreğe bölündüğü ve daha önce sunulmuş uyaranların hangi çeyrekte yer alabileceğini tahmin etmeleri istenmiştir. Diğer bütün aşamalarda olduğu gibi, siyah zemin üzerindeki 2.5 milimetre çapındaki beyaz nokta 1250 milisaniye boyunca gösterilmiştir. Katılımcıların yine bu noktaya bakarak uyaranları beklemeleri söylenmiştir. Bu aşamada, azami cevap verme süresi on saniye olarak belirlenmiş, cevabın yanlış olduğu durumda veya uyaranlara cevap verilmediğinde sesli dönüt verilmemiştir (Şekil 3.4).

Tanıma testinin yönergesi aşağıda belirtiği gibidir:

"Şimdi, az önce görmüş olduğunuz ekranlardan bazılarını tekrar göreceksiniz. Fakat bu sefer T'ler L harfleri ile değiştirilmiş olacak. Lütfen, T harfinin daha önce hangi çeyrekte olduğunu düşünüyorsanız, o çeyreği belirtin. Bunun için klavyedeki A, S, Z ve X tuşlarını kullanın. Sol üst çeyrek için A'ya, sağ üst çeyrek için S'ye, sol alt çeyrek için Z'ye, sağ alt çeyrek için X'e basın. Emin değilseniz en iyi şekilde tahmin etmeye çalışın. Hazır olduğunuzda bir tuşa basın"



Şekil 3.5: Örtük bağlamsal öğrenme testinin deney aşamasından ve tanıma testinden örnek imgeler

Örnek imgelerde 1., 3., 5., 6., 9., 10., 11. ve 13. blokta hedef uyaran (T) sola işaret ederken 2., 4., 7., 8., 12., 14., 15. ve 16. blokta sağa işaret etmektedir. Buna karşın tanıma testindeki hedef uyaran (T), 0 derece döndürülmüş çeldirici (L) ile değiştirilmiştir.

Katılımcı her bir uyarana, klavyede tanımlanmış tuşlara basarak yanıt vermiştir. Tanıma testi bittiğinde bu teste verdikleri yanıtlar kontrol edilmiştir. Yirmi dört denemedeki doğru sayıları %25'in altında olan katılımcıların doğru yanıtları şans faktörü olarak değerlendirilmiştir. Son olarak katılımcılara, tanıma testini nasıl yanıtladıklarına (bilinçli farkındalık, tahmini veya rastgele) ilişkin bilgi edinilmiştir.

3.4. Verilerin Analizi

3.4.1. Nöropsikolojik Testler ve Sosyo-Demografik Değişkenlerin Analizi

Bu çalışmada öncelikle verilerin normal dağılıma sahip olup olmadığı Shapiro-Wilk testi ile incelenmiştir. Normal dağılım gösteren veriler parametrik testler ile normal dağılım göstermeyen veriler ise parametrik olmayan testler ile değerlendirilmiştir. Katılımcılara ilişkin sosyo-demografik verilerin, kullanılan anketler ve envanterlerden alınan puanların ve nöropsikolojik bataryalardan elde edilen verilerin betimleyici istatistikleri hesaplanmıştır.

Grupların yaş ve eğitim düzeyi ortalamaları tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile cinsiyet dağılımları ki-kare testi ile değerlendirilmiştir. Ayrıca grupların ölçek, envanter ve nöropsikolojik test puanları tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ile karşılaştırılmıştır. Yinelenen ölçümlerin analizi için tekrar ölçümlü varyans analizi kullanılmıştır. Mauncly küreselliğinin sağlanamadığı ($\varepsilon < 0.75$ ise Greenhose-Geisser; $\varepsilon > 0.75$ ise Huynh-Feldt) durumlarda uygun düzeltmeler yapılmıştır. Çoklu karşılaştırmalardaki istatistiksel anlamlılık Bonfferoni düzeltmesi yapılarak raporlanmıştır.

3.4.2. Korelasyon analizleri

Nöropsikolojik değişkenlerle örtük bağlamsal öğrenme testinden elde edilen ölçümler arasında korelasyon analizi gerçekleştirilmiştir. Nöropsikolojik testler uyarım öncesinde uygulandığı için korelasyon analizleri yalnızca sham grubunda gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada ventral yol ile ilişkili olan Benton Çizgi Yönü Belirleme Testi puanları ile psikomotor hız (deney genelinde ortalama reaksiyon süresi), beceri öğrenme (yeni konfigürasyonlarda reaksiyon süresinin eğim derecesi ve doğru yanıt yüzdesi) ve örtük bağlamsal öğrenme (öğrenme büyüklüğü) arasındaki ilişkiler incelenmiştir ve alfa değerine karşılaştırma sayısına göre Bonferroni düzeltmesi uygulanmıştır ($p < 0.0125$). İkinci aşamada ventral yol ile ilişkili olan Benton Yüz Tanıma Testi puanları ile örtük bağlamsal öğrenme testinden elde edilen dört ölçüm arasındaki ilişkiler incelenmiştir (Bonferroni düzeltilmiş alfa değeri $p < 0.0125$). Ayrıca, örtük bağlamsal öğrenme becerisinin ve tekrar eden konfigürasyonlara ilişkin tanıma belleğinin görsel bellek (Rey Karmaşık Figür Testinden elde edilen gecikmeli hatırlama puanı) ile ilişkisi değerlendirilmiştir (Bonferroni düzeltilmiş alfa değeri $p < 0.025$). Son olarak bütün grupta Benton Çizgi Yönü Belirleme Testi puanları ve Benton Yüz Tanıma Testi puanları ile psikomotor hız, beceri öğrenme, öğrenme büyüklüğü arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Veriler Kolmogorov-Smirnov testine göre normal dağılım gösteren ve uç değer içermeyen veriler için Pearson korelasyon analizi, normal dağılım göstermeyen ve / veya uç değer içeren veriler için Spearman korelasyon analizi kullanılmıştır.

3.4.3. Örtük Bağlamsal Öğrenme Testinin Analizi

Örtük bağlamsal öğrenme testindeki çıktılar, reaksiyon zamanı ve hata sayısındaki azalma ile değerlendirilmektedir (Chun ve Jiang, 1998, 1999). Bu çalışmada

da literatüre uygun olarak öncelikle kendi ortalamasından 2.5 standart sapma üzeri reaksiyon süresi ve yanlışları olan katılımcılar analize dahil edilmemiştir. Ardından, on altı bloktan oluşan test, dört blokluk dört dilime ayrılmıştır. Geçerli yanıtlardan elde edilen dilimlere ait ortalama reaksiyon sürelerinin analizi, Grup (PPC, TPJ, Sham) denekler-arası faktör, Konfigürasyon (yeni ve tekrar eden) ve Blok (deneyin ilk 4 bloğu) denek-içi faktörler olmak üzere 3 × 2 × 4 desenli son iki faktörde tekrar ölçümlü ANOVA gerçekleştirilmiştir. Analize örtük bağlamsal öğrenme testinde yalnızca doğru yanıtlardan elde edilen reaksiyon süreleri dahil edilmiştir.

3.4.3.1. Örtük Bağlamsal Öğrenme Testinde Değerlendirilen Ölçüler

Örtük bağlamsal öğrenme testi: Deney süresince yeni ve tekrar eden çeldiricilerin (L) arasından hedef uyaranların (T) bulunmasını içeren reaksiyon süresi ile ilişkili bir testtir. Bu testin örtük bağlamsal öğrenmeye karşılık gelen bağlam-bağımlı ve görsel-motor, beceri öğrenmeye karşılık gelen bağlam-bağımsız olan iki tür bileşeni bulunmaktadır.

Örtük bağlamsal öğrenme: Bilinçli farkındalık olmaksızın çevrede tekrar eden uzamsal konfigürasyonlar aracılığı ile bağlamsal bilginin öğrenilmesini içeren bağlam-bağımlı, motor olmayan, görsel-uzamsal öğrenme, örtük öğrenmeye işaret eden ve alıştırma ile yeni deneme setlerine kıyasla tekrar eden denemelerin arama süresindeki azalmanın sonucu olarak reaksiyon sürelerinin de azalmasını içermektedir.

Bağlamsal öğrenmenin büyüklüğü: Deney boyunca bağlamsal ipucunun büyüklüğünü belirten, yeni ve tekrar eden konfigürasyonlara verilen reaksiyon süreleri arasındaki fark ile hesaplanan bağlamsal ipucunun istatistiksel ölçütüdür.

Görsel-uzamsal beceri öğrenme: Deney süresince bağlam-bağımsız olarak reaksiyon süresinde kısalma. Yeni konfigürasyonlardaki reaksiyon süresinin dilim bazında ortalaması alınıp eğim derecesinin hesaplanması ile sayısallaştırılır. Eğrinin negatifliği performans gelişimi ile birlikte artar.

***Psikomotor hız*:** Tüm deney genelinde ortalama reaksiyon süresi.

Tanıma belleği: Öğrenmenin tamamıyla örtük mü yoksa hedefin açık uzamsal bilgisi aracılığı ile gerçekleştiğini belirlemeye yarayan uzamsal bağlamlar için açık bellek testidir.

4. BULGULAR

4.1. Sosyo-Demografik Değişkenlerin Betimleyici İstatistikleri

Sham grubuna atanan iki katılımcı görsel-mekânsal becerilerin değerlendirildiği testlerde norm değerinin dışında performans göstermiş olmasından dolayı çalışmadan dışlanmıştır. Ayrıca renk körü olmasından dolayı PPC grubundaki bir katılımcıda Stroop testi yapılamamıştır. Buna göre, analizler 43 katılımcının verileri ile gerçekleştirilmiştir. Buna göre, araştırmaya dahil edilen katılımcıların yaşları 18 – 39 arasında (23.42 ± 4.25) değişmektedir. Katılımcıların 33'ünü (%74.40) kadınlar oluşturmaktadır. Katılımcıların 4'ü lise (%9.3), 37'si üniversite (%86), 2'si lisans üstü (%4.7) düzeyde eğitim görmektedir. Uyarım ve sham gruplarına atanan katılımcıların yaş, eğitim ve cinsiyet dağılımı açısından anlamlı farklılık gözlenmemiştir(Tablo 4-1).

Tablo 4-1: Uyarım ve Sham Gruplarına Atanan Katılımcıların Sosyo-Demografik Özellikleri

	PPC (n=15)	*TPJ (n=15)*	*Sham (n=13)*	*Test*	*p*
Yaş (ort ± s.s) *(min – maks)*	22.73 ± 3.30 (18 – 31)	24.67 ± 5.82 (18 – 39)	22.77 ± 2.80 (18 – 28)	$\chi^2 = 0.400$	0.819
Eğitim (ort ± ss) *(min – maks.)*	15.13 ± 1.06 (13 – 16)	14.86 ± 1.40 (13 – 17)	14.76 ± 1.73 (12 – 17)	$\chi^2 = 0.233$	0.890
Cinsiyet (K/E)	9/6	13/2	10/3	χ^2=2.863	0.239

PPC: Posterior Parietal Korteks; TPJ: Temporo-Parietal Bileşke

4.2. Grupların Beck Depresyon Envanteri Karşılaştırması

Tek Yönlü Varyans Analizi, uyarım grupları arasında Beck Depresyon Envanteri puanları açısından anlamlı fark göstermemiştir *(F*(2,40) = 2.010, $p > 0.05$ (Tablo 4.2).

Tablo 4-2: Beck Depresyon Envanteri Gruplar-Arası Karşılaştırmalar

	PPC	*TPJ*	*Sham*	ANOVA	
	ort ± ss (min-maks)	*ort ± ss (min-maks)*	*ort ± ss (min-maks)*	*F*	*p*
BDE	7.20 ± 4.24 (3-16)	10.13 ± 3.52 (5-15)	9.85 ± 5.34 (0-19)	2.010	0.147

BDE: Beck Depresyon Envanteri; PPC: Posterior Parietal Korteks; TPJ: Temporo-Parietal Bileşke

4.3. Araştırmada Kullanılan Nöropsikolojik Bataryaların Betimleyici İstatistikleri

Katılımcıların nöropsikolojik test bataryalarından ve ölçek puanlarından aldıkları puanlara ilişkin betimleyici istatistikleri hesaplanmıştır. Belirtilen ölçme araçlarından elde edilen puanların en küçük değeri, en büyük değeri, ortalaması ve standart sapması sunulmuştur (Bkz. Tablo 4.3).

Tablo 4-3: Nöropsikolojik Testlerin Betimleyici İstatistikleri

	n	***Min.***	***Maks.***	***Ort* ± s.s**
Görsel Mekânsal İşlevler				
RKFT Kopyalama	43	32	36	35.52 ± 0.99
RKFT Anlık Hatırlama	43	7	32	18.91 ± 5.38
RKFT Gecikmeli Hatırlama	43	10	30	19.09 ± 4.80
RKFT Kopyalama (saniye)	43	95	471	192.58 ± 83.10
RKFT Anlık Hatırlama (saniye)	43	62	335	168.16 ± 70.21
RKFT Tanıma Toplam Doğru	43	12	23	20.65 ± 1.95
Benton Çizgi Yönünü Belirleme Testi	43	17	30	26.60 ± 3.36
Benton Yüz Tanıma Testi	43	41	52	48.88 ± 2.23
Davranışsal Ölçekler				
Beck Depresyon Envanteri	43	0	19	9.02 ± 4.48
Edinburgh El Tercihi Anketi	43	70	100	91.86 ± 9.32
Yürütücü İşlevler				
Stroop Testi (saniye)	42	7	119	34.29 ± 16.57
Görsel Dikkat Menzili				
Corsi Blok Testi Toplam Puan	43	12	126	61.81 ± 27.74

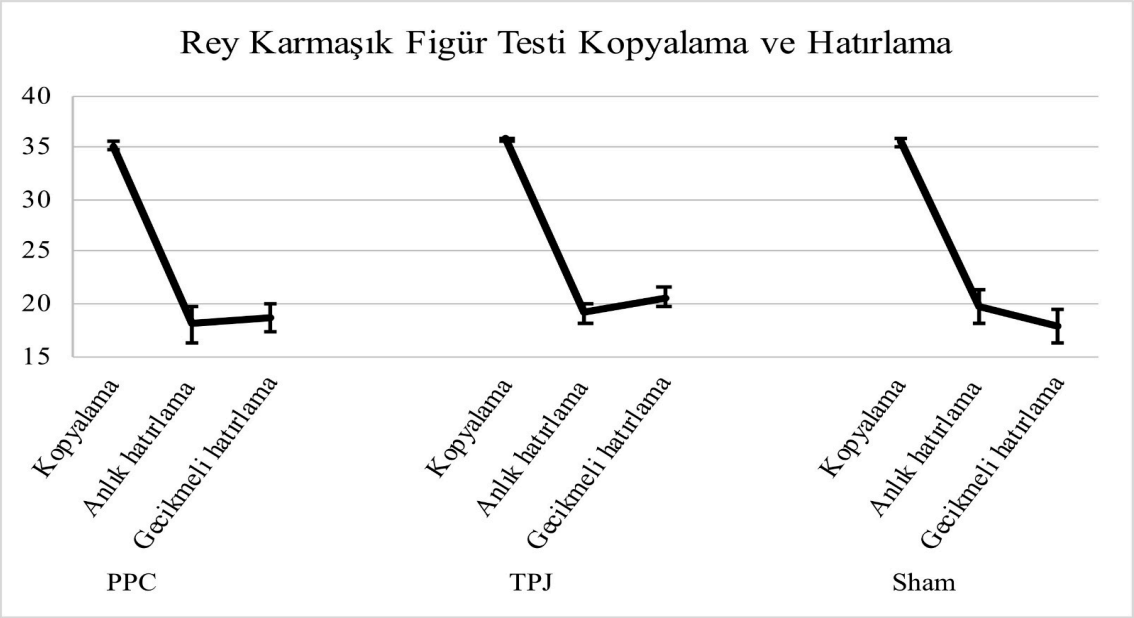
Min: En Küçük Değer; Maks: En Büyük Değer; Ort: Ortalama; s.s: Standart Sapma

4.3.1. Nöropsikolojik Test Verilerinde Gruplar-Arası Karşılaştırmalar

4.3.1.1. Rey Karmaşık Figür Testi

Gruplar arasında görsel-mekânsal becerilerin değerlendirildiği Rey Karmaşık Figür Testi kopyalama performansı açısından anlamlı bir fark yoktur ($F(2, 40) = 0.625$, $p = 0.541$, $\eta_p^2 = 0.030$). Grup (PPC, TPJ, Sham) denekler-arası faktör, Zaman (kopyalama, anlık hatırlama, gecikmeli hatırlama) denek-içi faktör olmak üzere 3 × 3 desenli son faktörde tekrar ölçümlü ANOVA gerçekleştirilmiştir. Zaman ana etkisi anlamlıdır (Huynh-Feldt düzeltilmiş $F(1.911, 76.456) = 326.256$, $p < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.891$), Bonferroni düzeltmesi uygulanmış ikili karşılaştırmalar anlık (18.95 ± 0.84) ve gecikmeli hatırlama (19.04 ± 0.73) puanlarının kopyalama puanına (35.52 ± 0.15) göre

düşük olduğunu gösterirken, anlık ve gecikmeli hatırlama puanları arasında anlamlı bir fark yoktur. Grup × Zaman etkileşimi anlamlı değildir (Huynh-Feldt düzeltilmiş $F(3.823, 76.456) = 0.961$, $p = 0.434$, $\eta_p^2 = 0.046$), kısa veya uzun gecikme, öğrenilen öğelerden hatırlanan unsur açısından gruplar arasında anlamlı bir fark oluşturmamaktadır (Şekil 4-1). Uyarım grupları (PPC, TPJ, Sham) RKFT anlık hatırlama uygulama süreleri açısından tek yönlü varyans analizi ile karşılaştırılmıştır. Buna göre, üç grup kopyalama, anlık ve gecikmeli hatırlama ortalama süreler açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermemektedir ($F(2,40) = 0.017$; $p = 0.983$, Tablo 4.4).



Şekil 4-1. Rey Karmaşık Figür testi kısa ve uzun gecikmeli hatırlama grafikleri

Tablo 4-4: Rey Karmaşık Figür Testi Gruplar-Arası Karşılaştırmalar

	PPC	*TPJ*	*Sham*	ANOVA	
	ort ± ss (min-maks)	*ort ± ss (min-maks)*	*ort ± ss (min-maks)*	*F*	*p*
$RKFT_{KS}$	189.53 ± 71.35 (95 - 301)	195.13 ± 98.13 (97 - 471)	202.92 ± 88.19 (108 - 346)	0.087	0.917
$RKFT_{AHS}$	163.66 ± 7333 (95 - 335)	173.93 ± 7662 (62 - 304)	166.21 ± 6127 (87 - 277)	0.085	0.919

$RKFT_{KS}$: Rey Karmaşık Figür Testi Kopyalama Süresi; $RKFT_{AHS}$: Rey Karmaşık Figür Testi Anlık Hatırlama Süresi; PPC: Posterior Parietal Korteks; TPJ: Temporo-Parietal Bileşke

4.3.1.2. Çizgi Yönünü Belirleme Testi

Uyarım grupları (PPC, TPJ, Sham) Çizgi Yönünün Belirleme Testi puanları açısından tek yönlü varyans analizi ile karşılaştırılmıştır. Buna göre üç grubun Çizgi Yönünün Belirleme Testi puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur ($F(2, 40) = 0.908$; $p > 0.05$) (Tablo 4.5).

Tablo 4-5: Çizgi Yönü Belirleme Testi Gruplar-Arası Karşılaştırmalar

	PPC	*TPJ*	*Sham*	ANOVA	
	ort ± ss (min-maks)	*ort ± ss (min-maks)*	*ort ± ss (min-maks)*	*F*	*p*
ÇYBT	26.27 ± 4.09 (17-30)	27.53 ± 1.76 (23-30)	25.92 ± 3.84 (19-30)	0.908	0.411

ÇYBT: Çizgi Yönünü Belirleme Testi; PPC: Posterior Parietal Korteks; TPJ: Temporo-Parietal Bileşke

4.3.1.3. Benton Yüz Tanıma Testi

Uyarım grupları (PPC, TPJ, Sham) Benton Yüz Tanıma Testi puanları açısından tek yönlü varyans analizi ile karşılaştırılmıştır. Buna göre üç grubun Benton Yüz Tanıma Testi puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur ($F(2,40) = 0.036$, $p > 0.05$) (Tablo 4.6).

Tablo 4-6: Benton Yüz Tanıma Testi Gruplar-Arası Karşılaştırmalar

	PPC	*TPJ*	*Sham*	ANOVA	
	ort ± ss (min-maks)	*ort ± ss (min-maks)*	*ort ± ss (min-maks)*	*F*	*p*
BYTT	49.00 ± 1.85 (45-52)	48.87 ± 2.92 (41-52)	48.77 ± 1.88 (45-52)	0.036	0.965

BYTT: Benton Yüz Tanıma Testi; PPC: Posterior Parietal Korteks; TPJ: Temporo-Parietal Bileşke

4.3.1.4. Stroop Testi

Uyarım grupları (PPC, TPJ, Sham) Stroop Testi enterferans süresi ve spontan düzeltme puanları açısından tek yönlü varyans analizi ile karşılaştırılmıştır. Buna göre üç grup arasında enterferans süresi ($F(2,39) = 0.048$, $p > 0.05$) ve spontan düzeltme sayısı ($F(2,39) = 0.003$, $p > 0.05$) açısından istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermemektedir (Tablo 4.7).

Tablo 4-7: Stroop Test Gruplar-Arası Karşılaştırmalar

	PPC	*TPJ*	*Sham*	ANOVA	
	ort ± ss (min-maks)	*ort ± ss (min-maks)*	*ort ± ss (min-maks)*	*F*	*p*
Enterferans süresi	35.43 ± 26.31 (7 - 119)	33.60 ± 7.50 (24 - 46)	34.29 ± 10.69 (11 - 50)	0.048	0.953
Spontan düzeltme sayısı	1.43 ± 1.34 (0-3)	1.4 ± 1.59 (0-5)	1.38 ± 1.19 (0-4)	0.003	0.997

PPC: Posterior Parietal Korteks; TPJ: Temporo-Parietal Bileşke

4.3.1.5. Corsi Blok Testi

Uyarım grupları (PPC, TPJ, Sham) Corsi Blok Testi toplam puanları açısından tek yönlü varyans analizi ile karşılaştırılmıştır. Buna göre üç grubun Corsi Blok Testi toplam puan ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur ($F(2,40) = 0.264$, $p > 0.05$). (Tablo 4.8).**Tablo 4-8: Corsi Blok Testi Uzamsal Hatırlama Gruplar-Arası Karşılaştırmalar**

	PPC	*TPJ*	*Sham*	ANOVA	
	ort ± ss (min-maks)	*ort ± ss (min-maks)*	*ort ± ss (min-maks)*	*F*	*p*
CBT	57.80 ± 34.51 (12 - 126)	65.20 ± 23.00 (20 - 96)	62.54 ± 25.55 (35 - 117)	0.263	0.770

CBT: Corsi Blok Testi Toplam Puan; PPC: Posterior Parietal Korteks; TPJ: Temporo-Parietal Bileşke

4.3.2. Örtük Bağlamsal Öğrenme Testinin Bulguları

4.3.2.1. Deneyin İlk Dört Bloğuna İlişkin Bulgular

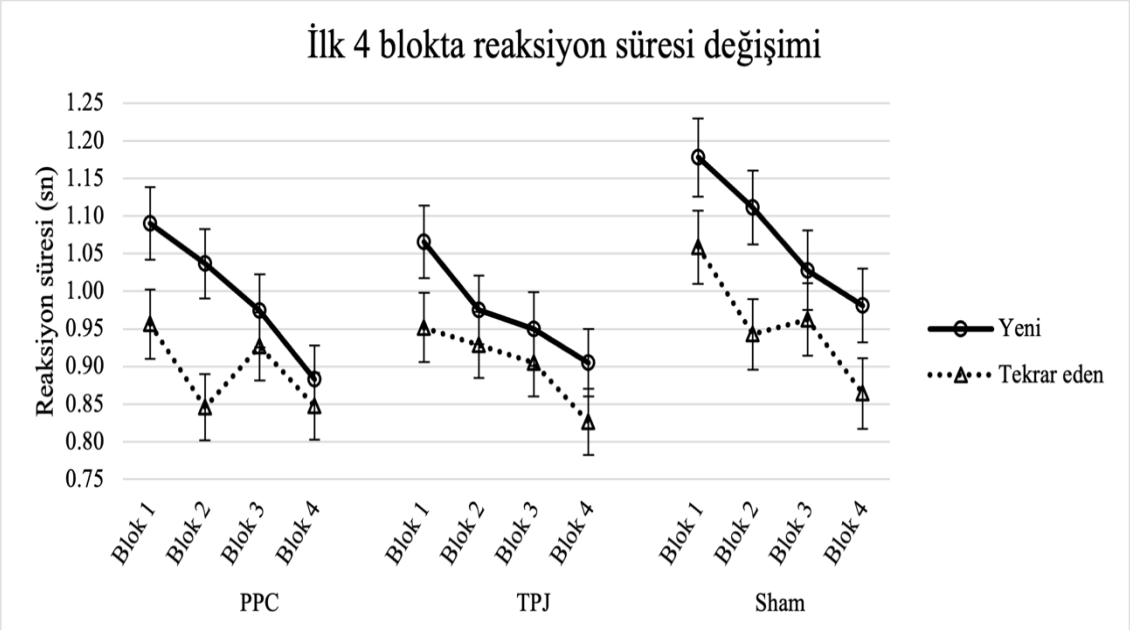
Veriler incelendiğinde katılımcıların henüz deneyin ilk diliminde tekrar eden konfigürasyonlarda, yeni olanlara kıyasla, daha hızlı yanıt verdiği görülmüştür. Bu sebeple örtük bağlamsal öğrenmenin 4 tekrarda gelişmiş olma ihtimalini (ultra-fast learning) ekarte etmek için deneyin ilk dört bloğunda Grup (PPC, TPJ, Sham) denekler-arası faktör, Konfigürasyon (yeni ve tekrar eden) ve Blok (deneyin ilk 4 bloğu) denek-içi faktörler olmak üzere 3 × 2 × 4 desenli son iki faktörde tekrar ölçümlü ANOVA gerçekleştirilmiştir.

Grup etkisi anlamlı değildir ($F(2, 40) = 1.058$, $p = 0.357$, $\eta_p^2 = 0.050$), deneyin 4 blokluk ilk dilimi genelinde grupların ortalama reaksiyon süreleri birbirine benzerdir (PPC = 0.945 ± 0.39 sn, TPJ = 0.93 ± 0.39 sn, Sham = 1.016 ± 0.43 sn). Konfigürasyon ana etkisi anlamlıdır ($F(1, 40) = 126.915$, $p < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.760$) ve katılımcılar tekrar eden konfigürasyonlarda (0.918 ± 0.23 sn), yeni olanlara kıyasla (1.015 ± 0.25 sn), daha

hızlı yanıt vermişlerdir. Blok ana etkisi anlamlı olup (Huynh-Feldt düzeltilmiş $F(2.751, 110.035) = 38.171$, $p < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.488$) ikili karşılaştırmalar her blokta bir önceki bloğa kıyasla yanıtların hızlandığını göstermektedir (tüm p değerleri < 0.0001, Bonferroni düzeltilmiş). Konfigürasyon × Blok etkileşimi anlamlıdır ($F(3, 120) = 3.539$, $p = 0.017$, $\eta_p^2 = 0.081$), reaksiyon süresinin yeni uyaranlarda daha fazla kısaldığı saptanmıştır (Şekil 4.2).

Grup × Blok etkileşimi anlamlı değildir ($F(6, 120) = 0.586$, $p = 0.741$, $\eta_p^2 = 0.028$). Dört blokluk uygulamanın grupların performansı (reaksiyon süresi) üzerindeki etkisi benzerdir. Grup × Konfigürasyon etkileşimi ($F(2, 40) = 2.531$, $p = 0.092$, $\eta_p^2 = 0.112$) anlamlı değildir, grupların yeni ve tekrar edenlerdeki performansı birbirine benzerdir. Grup × Konfigürasyon × Blok etkileşimi ($F(6, 123) = 1.64$, $p = 0.14$, $\eta_p^2 = 0.074$) anlamlı değildir. Dört blokluk uygulama yeni ve tekrar eden konfigürasyonlardaki performansa etkisi gruplar arasında anlamlı bir fark göstermemektedir.

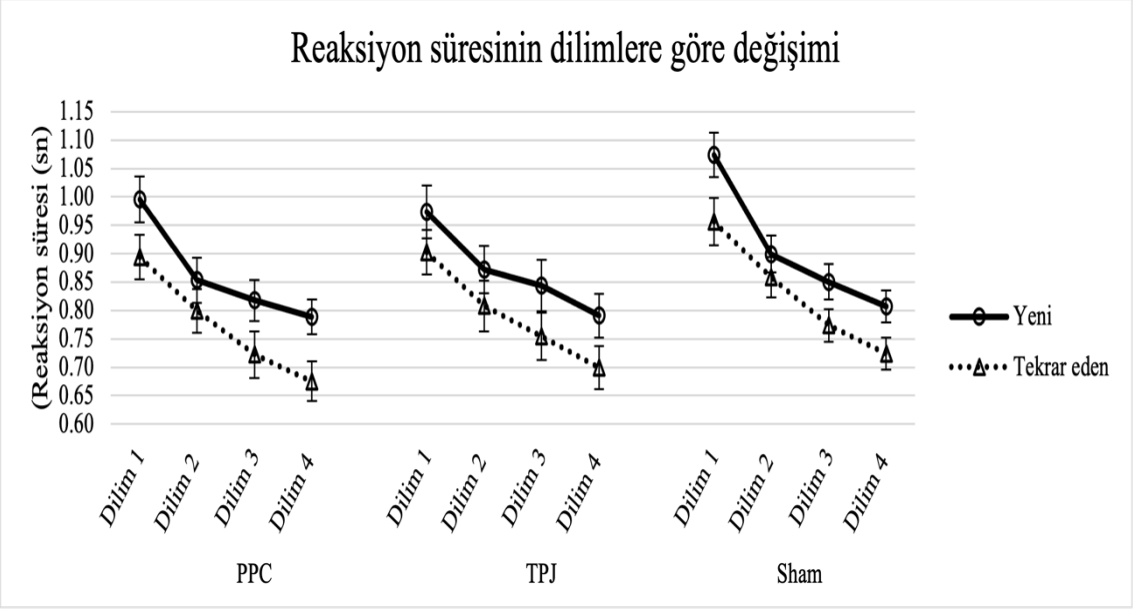
Bu bulgular, deneyin ilk diliminde örtük bağlamsal öğrenmenin gerçekleşmediğini göstermekte ve erken aşamada gözlenen konfigürasyonlar arasındaki reaksiyon süresi farkının deneyin kendi doğasından kaynaklandığına işaret etmektedir.



Şekil 4-2: Deneyin ilk diliminde reaksiyon süresindeki değişimin grup bazında gösterimi

4.3.2.2. Deneyin Dört Dilimine İlişkin Bulgular

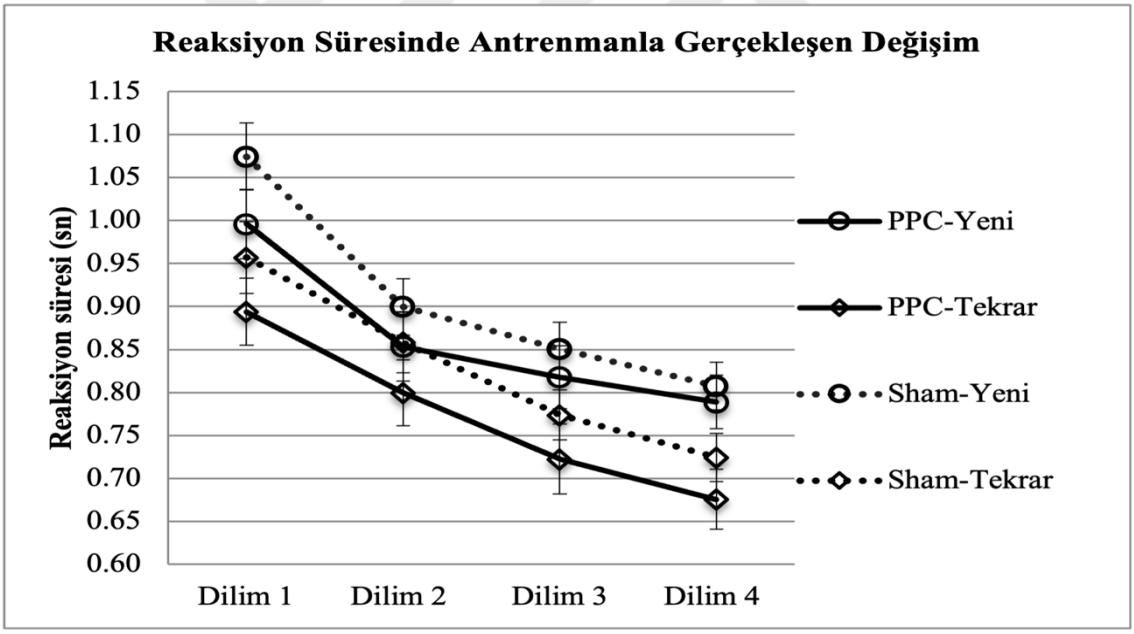
Katılımcıların dilimlere ait ortalama reaksiyon süreleri üzerinde Grup (PPC, TPJ, Sham) denekler-arası faktör, Konfigürasyon (yeni ve tekrar eden) ve Dilim (deneyin ilk 4 bloğu) denek-içi faktörler olmak üzere 3 × 2 × 4 desenli son iki faktörde tekrar ölçümlü ANOVA ile gerçekleştirilmiştir. Grup etkisi anlamlı değildir ($F(2, 40) = 0.491$, $p = 0.616$, $\eta_p^2 = 0.024$), deney genelinde grupların ortalama reaksiyon süreleri birbirine benzerdir (PPC = 0.818 ± 0.35 sn, TPJ = 0.831 ± 0.35 sn, Sham = 0.868 ± 0.38 sn). Konfigürasyon ana etkisi anlamlıdır ($F(1, 40) = 161.084$, $p < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.879$) ve katılımcılar tekrar eden konfigürasyonlarda (0.799 ± 0.21 sn), yeni olanlara kıyasla (0.879 ± 0.21 sn), daha hızlı yanıt vermişlerdir. Dilim ana etkisi anlamlı olup (Huynh Feldt düzeltilmiş $F(2.146, 85.843) = 161.995$, $p < 0.001$, $\eta_p^2 = 0.802$) ikili karşılaştırmalar her dilimde bir önceki dilime kıyasla yanıtların hızlandığını göstermektedir (tüm p değerleri < 0.0001, Bonferroni düzeltilmiş). Konfigürasyon × Dilim etkileşimi anlamlıdır (Huynh Feldt düzeltilmiş $F(2.766, 110.636) = 3.073$, $p = 0.034$, $\eta_p^2 = 0.071$), örtük bağlamsal öğrenmeye atfedilecek şekilde reaksiyon süresinin tekrar eden uyaranlarda (eğim derecesi = -0.072), yenilere kıyasla (eğim derecesi = -0.068) daha fazla kısaldığı saptanmıştır (Şekil 4.3). Grup × Dilim × Konfigürasyon etkileşimi istatistiksel olarak anlamlıdır (Huynh Feldt düzeltilmiş $F(5.532, 110.636) = 2.578$, $p = 0.026$, $\eta_p^2 = 0.114$) ve grupların örtük bağlamsal öğrenme açısından farklılaştığını göstermektedir.



Şekil 4-3: Deneyin 4 diliminde reaksiyon süresindeki değişimin grup bazında gösterimi

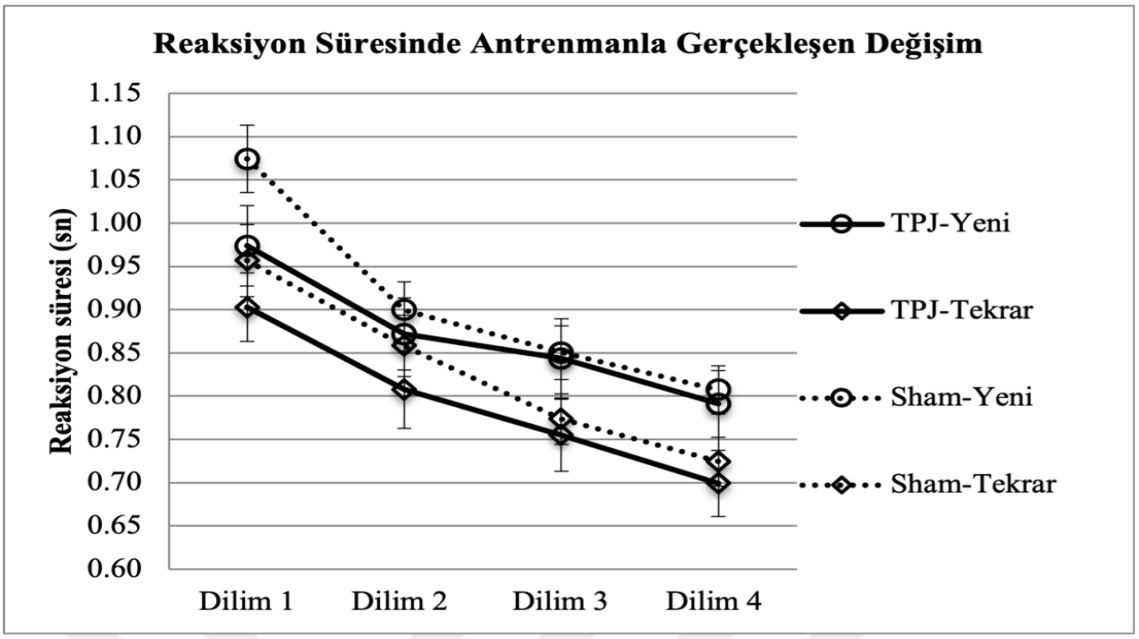
Üç yönlü ANOVA sonucunda Grup × Dilim × Konfigürasyon etkileşiminin hangi gruplar arasındaki farklılıklardan kaynaklandığının belirlenmesi amacıyla reaksiyon süreleri üzerinde Grup denekler-arası faktör, Konfigürasyon (yeni ve tekrar eden) ve Dilim (deneyin dörder blokluk 4 dilimi) denek-içi faktörler olmak üzere 2 × 2 × 4 desenli son iki faktörde tekrar ölçümlü ANOVA gerçekleştirilmiş ve Grup faktörünün Konfigürasyon ve Dilim ile üçlü etkileşimleri değerlendirilmiştir. Bu analiz (1) PPC ve Sham grubu, (2) TPJ grubu ve Sham grubu, (3) PPC ve TPJ grupları için tekrarlanmıştır.

PPC ve sham grubunda 3 yönlü ANOVA sonucuna göre, Grup × Konfigürasyon × Dilim etkileşimi anlamlı değildir ($F(3, 78) = 0.880$, $p = 0.455$, $\eta_p^2 = 0.033$), iki grup arasında örtük bağlamsal öğrenme performansı açısından anlamlı fark bulunmamıştır. Şekil 4.4'te PPC grubu ile sham grubunun örtük bağlamsal öğrenme testi reaksiyon süresi grafikleri gösterilmiştir.



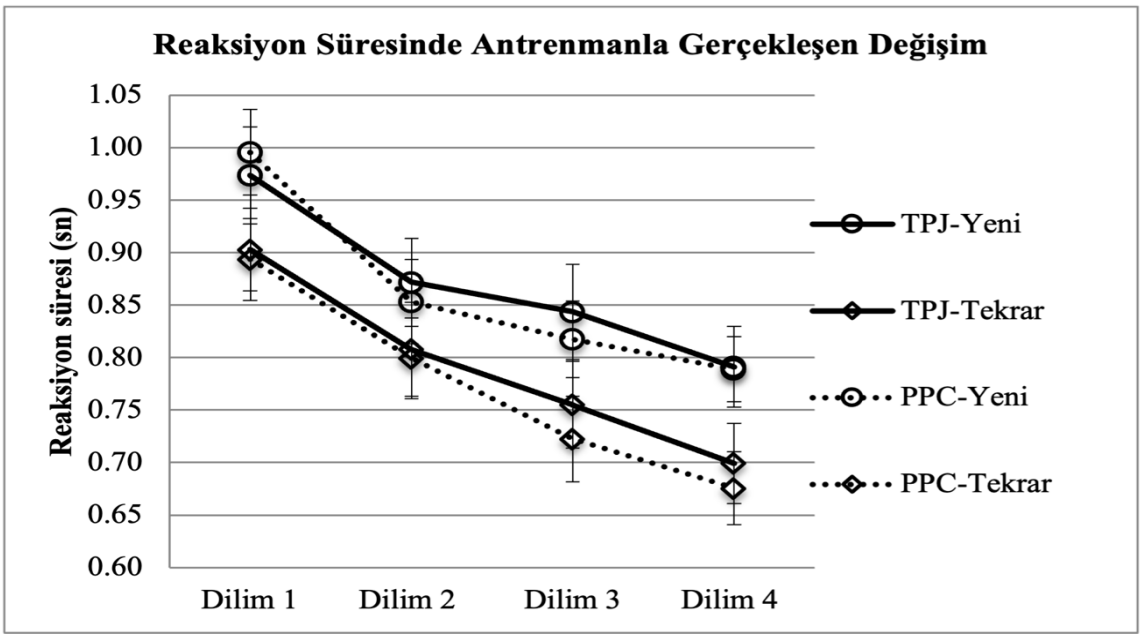
Şekil 4-4: Posterior parietal korteks uyarımı yapılan grup ile sham grubunun örtük bağlamsal öğrenme testi sonuçlarının karşılaştırılması.

TPJ grubu ve sham grubunda 3 yönlü ANOVA sonucuna göre Grup × Dilim × Konfigürasyon etkileşimi istatistiksel olarak anlamlıdır (Huynh Feldt düzeltilmiş $F(2.612, 67.918) = 4.085$, $p = 0.013$, $\eta_p^2 = 0.136$), iki grup arasında örtük bağlamsal öğrenme performansı açısından anlamlı fark saptanmıştır. Şekil 4.5'te iki grubun örtük bağlamsal öğrenme testi reaksiyon süresi grafikleri gösterilmiştir.



Şekil 4-5: Temporo-parietal korteks uyarımı yapılan grup ile sham grubunun örtük bağlamsal öğrenme testi sonuçlarının karşılaştırılması.

PPC ve TPJ gruplarında 3 yönlü ANOVA sonucuna göre Grup × Dilim × Konfigürasyon etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı değildir (Huynh Feldt düzeltilmiş $F(2.76, 77.268) = 2.560$, $p = 0.066$, $\eta_p^2 = 0.084$), iki grup arasında örtük bağlamsal öğrenme performansı açısından anlamlı fark bulunmamıştır. Şekil 4.6'da iki grubun örtük bağlamsal öğrenme testi reaksiyon süresi grafikleri gösterilmiştir.



Şekil 4-6: Uyarım gruplarının örtük bağlamsal öğrenme testi sonuçlarının karşılaştırılması.

TPJ grubu ve sham grubu arasında örtük bağlamsal öğrenme becerisindeki farkın kaynağını anlamak amacıyla her bir grup kendi içinde Dilim (1-4) ve Konfigürasyon (yeni ve tekrar eden) denek içi faktörler olmak üzere 2 × 4 desenli tekrar ölçümlü varyans analizi ile değerlendirilmiş ve ikili etkileşimler incelenmiştir.

TPJ grubunda Dilim × Konfigürasyon etkileşimi anlamlı değildir (Huynh Feldt düzeltilmiş $F(2.359, 33.031) = 0.929$, $p = 0.419$, $\eta_p^2 = 0.062$), buna göre antrenmanın tekrar eden ve yeni konfigürasyonlarda yanıt süresine etkisi aynıdır.

Sham grubunda Dilim × Konfigürasyon etkileşimi anlamlıdır ($F(3,36) = 4.237$, $p = 0.012$, $\eta_p^2 = 0.261$), antrenman ile yeni konfigürasyonlarda, tekrar edenlere kıyasla, yanıtlar daha fazla hızlanmış olup performanstaki gelişme vizuomotor beceri öğrenme ile ilişkilidir.

2 × 4 Tekrar Ölçümlü ANOVA PPC grubunda da gerçekleştirilmiş ve Dilim × Konfigürasyon etkileşimi anlamlı bulunmuştur ($F(3,42) = 3.382$, $p = 0.027$, $\eta_p^2 = 0.195$). Buna göre antrenman ile tekrar eden konfigürasyonlarda reaksiyon süresi, yenilere kıyasla, daha fazla kısalmış olup örtük bağlamsal öğrenme ortaya çıkmıştır.

4.3.3. Geçersiz Yanıt Yüzdeleri

Üç grup geçersiz yanıt yüzdeleri açısından tek yönlü varyans analizi ile karşılaştırılmıştır. Buna göre, üç grubun bütün deneydeki geçersiz yanıt yüzde ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ($F(2, 40) = 0.470$, $p > 0.05$) (Tablo 4.9).

Tablo 4-9: Üç Grubun Geçersiz Yanıt Yüzdeleri Açısından Tek Yönlü Varyans Analizi ile Karşılaştırması

	PPC	*TPJ*	*Sham*	ANOVA	
	ort ± ss (min-maks)	*ort ± ss (min-maks)*	*ort ± ss (min-maks)*	*F*	*p*
Geçersiz Yanıt Yüzdesi	2.44 ± 0.44 (1.82 - 3.12)	2.51 ± 0.44 (1.30 - 3.12)	2.62 ± 0.59 (1.82 - 3.38)	0.447	0.643

PPC: Posterior Parietal Korteks; TPJ: Temporo-Parietal Bileşke

Ayrıca üç grup yeni konfigürasyolardaki geçersiz yanıt yüzdeleri açısından tek yönlü varyans analizi ile karşılaştırılmıştır. Buna göre, üç grubun yeni uyaran

ekranlarıdaki geçersiz yanıt yüzde ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmemiştir ($F(2, 40) = 0.629$; $p > 0.05$) (Tablo 4.10).

Tablo 4-10: Üç Grubun Yeni Konfigürasyonlardaki Geçersiz Yanıt Yüzdeleri Açısından Tek Yönlü Varyans Analizi ile Karşılaştırması

	PPC	*TPJ*	*Sham*	ANOVA	
	ort ± ss (min-maks)	*ort ± ss (min-maks)*	*ort ± ss (min-maks)*	*F*	*p*
Geçersiz Yanıt Yüzdesi	2.84 ± 0.92 (1.04 - 4.69)	2.91 ± 1.49 (0 - 5.21)	3.36 ± 1.45 (1.04 - 5.73)	0.629	0.538

PPC: Posterior Parietal Korteks; TPJ: Temporo-Parietal Bileşke

Son olarak üç grup tekrar eden ekranlardaki geçersiz yanıt yüzdeleri açısından tek yönlü varyans analizi ile karşılaştırılmıştır. Buna göre, üç grubun tekrar eden ekranlardaki geçersiz yanıt yüzde ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir ($F(2, 40) = 0.091$; $p > 0.05$) (Tablo 4.11).

Tablo 4-11: Üç Grubun Tekrar Eden Konfigürasyonlardaki Geçersiz Yanıt Yüzdeleri Açısından Tek Yönlü Varyans Analizi ile Karşılaştırması

	PPC	*TPJ*	*Sham*	ANOVA	
	ort ± ss (min-maks)	*ort ± ss (min-maks)*	*ort ± ss (min-maks)*	*F*	*p*
Geçersiz Yanıt Yüzdesi	2.08 ± 1.19 (0.52 - 5.21)	1.97 ± 1.36 (0.52 - 5.21)	1.88 ± 1.13 (0.52 - 4.69)	0.091	0.913

PPC: Posterior Parietal Korteks; TPJ: Temporo-Parietal Bileşke

4.3.4. Açık Bellek-Tanıma Testi

Deneyin tanıma aşamasında, yirmi dört uyarandan (on ikisi yeni uyaranlardan, on ikisi tekrar eden uyaranlardan) oluşan tanıma testi uygulanmıştır. Tanıma testinde verilen doğru yanıtların toplam uyaranların %25'inden fazla olmaması gerekmekte, %25 ve altında kalan performans şans etkisi olarak değerlendirilmektedir (Chun ve Jiang, 2003). Her bir gruptaki katılımcıların yeni ve tekrar eden konfigürasyonlara ilişkin tanıma skorlarının %25'ten farklı olup olmadığı tek örneklem *t*-testi ile incelenmiş ve anlamlı fark saptanmamıştır (Tablo 4.12).

Tablo 4-12: Tanıma Aşamasındaki Doğru Sayılarının Tek Tek Örneklem t-Testi ile Grup Bazında Karşılaştırılması

	PPC	Tek Örneklem *t*-Testi	
	ort ± ss (min-maks)	*t*	*p*
Yeni Uyaranlar	2.93 ± 1.38 (0 - 5)	-0.186	0.85
Tekrar Eden Uyaranlar	3.66 ± 1.75 (1 - 6)	1.468	0.16
	TPJ	Tek Örneklem *t*-Testi	
	ort ± ss (min-maks)	*t*	*p*
Yeni Uyaranlar	3.26 ± 1.83 (0 - 7)	0.564	0.582
Tekrar Eden Uyaranlar	3.33 ± 1.29 (1 - 6)	1.000	0.334
	Sham *ort ± ss (min-maks)*	Tek Örneklem *t*-Testi	
		t	*p*
Yeni Uyaranlar	3.00 ± 1.70 (1 - 6)	0.158	0.877
Tekrar Eden Uyaranlar	2.78 ± 1.36 (0 - 5)	-0.395	0.70

PPC: Posterior Parietal Korteks; TPJ: Temporo-Parietal Bileşke

Uyarım gruplarının (PPC, TPJ, Sham) tanıma aşamasındaki toplam doğru sayıları, tekrar eden imgelerdeki doğru sayıları ve yeni imgelerdeki doğru sayıları tek yönlü varyans analizi ile karşılaştırılmıştır. Buna göre, gruplar yeni ve tekrar eden konfigürasyonlarda tanıma doğru sayıları ve tanıma toplam doğru sayıları açısından anlamlı fark göstermemektedir (tüm *p* değerleri > 0.05) (Tablo 4.13).

Tablo 4-13: Üç Grubun Tanıma Doğru Puanları Açısından Tek Yönlü Varyans Analizi ile Karşılaştırılması

	PPC	*TPJ*	*Sham*	ANOVA	
	ort ± ss (min-maks)	*ort ± ss (min-maks)*	*ort ± ss (min-maks)*	*F*	*p*
Toplam Doğru	6.73 ± 2.15 (3 - 10)	6.40 ± 2.22 (4 - 12)	5.92± 2.06 (3 - 9)	0.495	0.613
Tekrar Eden Uyaranlar	3.66 ± 1.75 (1 - 6)	3.20 ± 1.32 (1 - 5)	2.85 ± 1.4 (0 - 5)	1.041	0.362
Yeni Uyaranlar	2.93 ± 1.38 (0 - 5)	3.20 ± 1.85 (0 - 7)	3.07 ± 1.75 (1 - 6)	0.095	0.909

PPC: Posterior Parietal Korteks; TPJ: Temporo-Parietal Bileşke

4.3.5. Bağlamsal Öğrenmenin Büyüklüğü

Uyarım grupları (PPC, TPJ, Sham) bütün dilimlerde yeni ve tekrar eden konfigürasyonlara verilen reaksiyon süreleri arasındaki farklar tek yönlü varyans analizi ile karşılaştırılmıştır. Buna göre üç grup bağlamsal öğrenmenin büyüklüğü açısından farklılık göstermemektedir ($F(2,41) = 1.029$, $p > 0.05$ (Tablo 4.14).

Tablo 4-14: Üç Grubun Bağlamsal Öğrenme Büyüklüğü Açısından Tek Yönlü Varyans Analizi ile Karşılaştırılması

	PPC	*TPJ*	*Sham*	ANOVA	
	ort ± ss (min-maks)	*ort ± ss (min-maks)*	*ort ± ss (min-maks)*	*F*	*p*
Bağlamsal Öğrenmenin Büyüklüğü	0.108 ± 0.05 (0.02 - 0.19)	0.091 ± 0.04 (0.00 - 0.18)	0.088 ± 0.03 (0.03 - 0.15)	1.541	0.227

PPC: Posterior Parietal Korteks; TPJ: Temporo-Parietal Bileşke

4.3.6. Psikomotor Hız

Tek yönlü varyans analizine göre, psikomotor hız açısından gruplar-arası anlamlı bir fark gözlenmemiştir ($F(2,40) = 0.650$; $p > 0.05$) (Tablo 4.15).

Tablo 4-15: Üç Grubun Psikomotor Hız Açısından Tek Yönlü Varyans Analizi ile Karşılaştırılması

	PPC	*TPJ*	*Sham*	ANOVA	
	ort ± ss (min-maks)	*ort ± ss (min-maks)*	*ort ± ss (min-maks)*	*F*	*p*
Psikomotor Hız	0.85 ± 0.14 (0.62 - 1.05)	0.86 ± 0.16 (0.59 - 1.13)	0.91 ± 0.12 (0.66 - 1.12)	0.650	0.550

PPC: Posterior Parietal Korteks; TPJ: Temporo-Parietal Bileşke

4.3.7. Görsel-Uzamsal Beceri Öğrenme

Yeni uyaranlardaki reaksiyon süresi dilim bazında averajlanarak eğim derecesi hesaplanmıştır. Üç grup yeni konfigürasyonlardaki eğim derecesi açısından tek yönlü varyans analizi ile karşılaştırılmış ve gruplar arasında görsel-uzamsal beceri öğrenme açısından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır $F(2,40) = 3.615$, $p = 0.036$ (Tablo 4.16). Çoklu karşılaştırmalar için Bonferroni düzeltmesi ile post hoc ikili karşılaştırmalar bu farkın TPJ ile sham grupları arasındaki farktan kaynaklandığını göstermektedir ($p = 0.036$). TPJ ve PPC grupları ($p = 1.000$) ile PPC ve sham grubu ($p = 0.210$) arasında beceri öğrenme açısından anlamlı fark yoktur.

Tablo 4-16: Üç Grubun Beceri Öğrenme Açısından Tek Yönlü Varyans Analizi ile Karşılaştırılması

	PPC	*TPJ*	*Sham*	ANOVA	
	ort ± ss (min-maks)	*ort ± ss (min-maks)*	*ort ± ss (min-maks)*	*F*	*p*
Beceri Öğrenme	-0.065 ± 0.023 (-0.10 - 0.02)	-0.058 ± 0.029 (-0.10 - 0.00)	-0.085 ± 0.028 (-0.16 - 0.05)	3.615	0.036

PPC: Posterior Parietal Korteks; TPJ: Temporo-Parietal Bileşke

4.4. Korelasyon Analizi Bulguları

Korelasyon analizleri Yöntem Bölümü "3.4.2. Korelasyon Analizleri" başlığı altında detayları verildiği gibi üç aşamada gerçekleştirilmiştir.

4.4.1. Dorsal Yol ile Psikomotor Hız, Beceri Öğrenme ve Örtük Bağlamsal Öğrenmenin Büyüklüğü Arasındaki İlişkiler

Çizgi Yönü Belirleme Testi puanları ile doğru yanıt yüzdesi, psikomotor hız, beceri öğrenmeye ilişkin yeni konfigürasyonlarda reaksiyon süresinin eğim derecesi arasında anlamlı korelasyon saptanmamıştır ($p > 0.0125$) (Tablo 4.17).

Tablo 4-17: Çizgi Yönü Belirleme Testi ile korelasyonlar

	Psikomotor Hız	*Yeni–Eğim derecesi*	*Yeni – Doğru yanıt (%)*	*Öğrenme Büyüklüğü*
ÇYBT (n = 43)	r_s= 0.096	r_s = 0.068	r_s = 0.160	r_s = 0.168
	p = 0.539	p = 0.539	p = 0.306	p = 0.280

ÇYBT: Çizgi Yönünü Belirleme Testi, r_s: Spearman Korelasyon Katsayısı

4.4.2. Ventral Yol ile Psikomotor Hız, Beceri Öğrenme ve Örtük Bağlamsal Öğrenmenin Büyüklüğü Arasındaki İlişkiler

Benton Yüz Tanıma Testi puanları ile psikomotor hız, beceri öğrenmeye ilişkin yeni konfigürasyonlarda reaksiyon süresinin eğim derecesi ve doğru yanıt yüzdesi ve örtük bağlamsal öğrenmeye ilişkin öğrenmenin büyüklüğü arasında anlamlı korelasyon saptanmamıştır (tüm p değerleri > 0.0125) (Tablo 4.18).

Tablo 4-18: Yüz Tanıma Testi ile Korelasyonlar

	Psikomotor Hız	*Yeni-Eğim derecesi*	*Yeni-Doğru yanıt (%)*	*Öğrenme Büyüklüğü*
BYTT (n = 43)	r_s= -0.011	r_s = 0.036	r_s = 0.103	r_s = -0.058
	p = 0.945	p = 0.903	p = 0.511	p = 0.710

BYTT: Benton Yüz Tanıma Testi; r_s: Spearman Korelasyon Katsayısı

4.4.3. Örtük Bağlamsal Öğrenmenin Büyüklüğü ve Tekrar Eden Konfigürasyonlara İlişkin Tanıma Belleğinin Görsel Bellek ile İlişkisi

Örtük bağlamsal öğrenmenin büyüklüğü ve tekrar eden konfigürasyonlara ilişkin açık (tanıma) belleği puanları ile görsel belleğe ilişkin Rey Karmaşık Figür Testi gecikmeli hatırlama puanları arasında anlamlı korelasyon saptanmamıştır (tüm *p* değerleri > 0.0125) (Tablo 4.19).

Tablo 4-19: Örtük Öğrenme ve Açık Bellek korelasyonları

	Öğrenme Büyüklüğü	*Tekrar Eden-Tanıma Doğru (%)*
$RKFT_{GH}$ (n = 43)	r_p = -0.103	r_s = 0.065
	p = 0.512	p = 0.679

$RKFT_{GH}$: Rey Karmaşık Figür Testi Gecikmeli Hatırlama Puanı, r_p: Pearson Korelasyon Katsayısı, r_s: Spearman Korelasyon Katsayısı

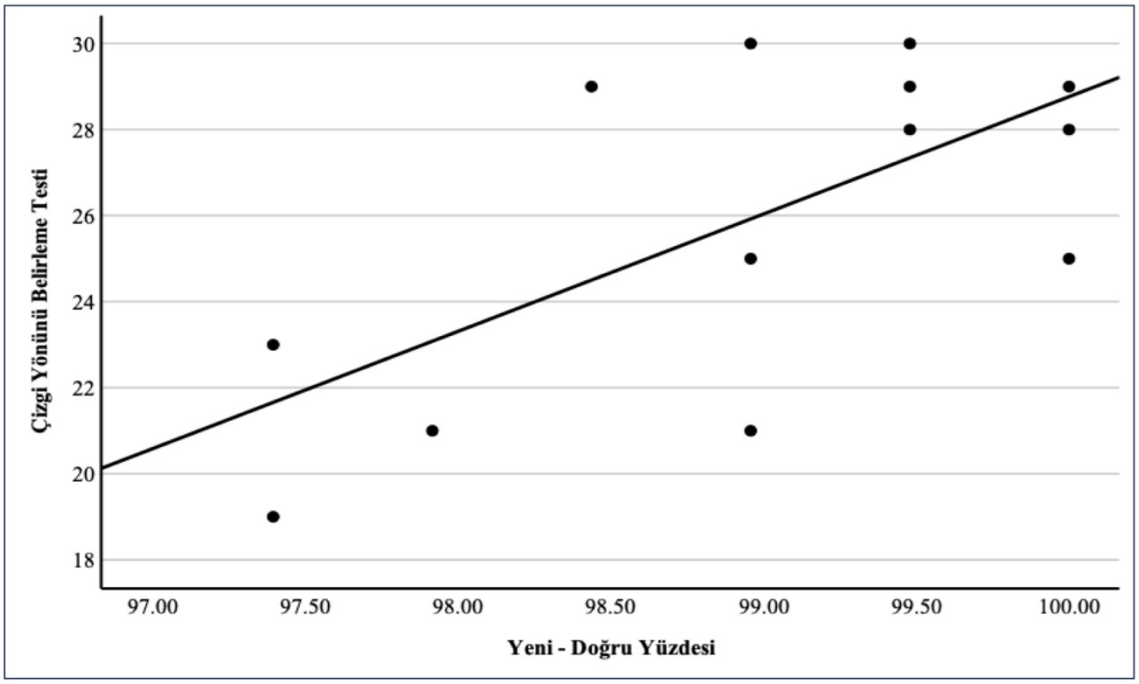
4.4.4. Sham Grubunda Dorsal Yol ile Psikomotor Hız, Beceri Öğrenme ve Örtük Bağlamsal Öğrenmenin Büyüklüğü Arasındaki İlişkiler

Çizgi Yönü Belirleme Testi puanları ile psikomotor hız, beceri öğrenmeye ilişkin yeni konfigürasyonlarda reaksiyon süresinin eğim derecesi arasında anlamlı korelasyon saptanmamıştır (p > 0.0125), buna karşın doğru yanıt yüzdesi arasında trend düzeyde korelasyon gözlenmiştir (p = 0.014) (Tablo 4.20).

Tablo 4-20. Sham Grubunda Çizgi Yönü Belirleme Testi ile Korelasyonlar

	Psikomotor Hız	*Yeni – Eğim derecesi*	*Yeni – Doğru yanıt (%)*	*Öğrenme Büyüklüğü*
ÇYBT (n = 13)	r_p = -0.031	r_p = -0.051	**r_p = 0.659**	r_p = 0.493
	p = 0.921	p = 0.870	**p = 0.014**	p = 0.081

ÇYBT: Çizgi Yönünü Belirleme Testi, r_p: Pearson Korelasyon Katsayısı



Şekil 4.1: Çizgi Yönü Belirleme Testi puanı ile yeni konfigürasyonlardaki doğru yanıt yüzdesi arasındaki pozitif korelasyon.

Çizgi Yönünü Belirleme Testi performansı arttıkça görsel-uzamsal beceriler artmaktadır (r_p = 0.659, p = 0.014).

4.4.5. Sham Grubunda Ventral Yol ile Psikomotor Hız, Beceri Öğrenme ve Örtük Bağlamsal Öğrenmenin Büyüklüğü Arasındaki İlişkiler

Benton Yüz Tanıma Testi puanları ile psikomotor hız, beceri öğrenmeye ilişkin yeni konfigürasyonlarda reaksiyon süresinin eğim derecesi ve doğru yanıt yüzdesi ve örtük bağlamsal öğrenmeye ilişkin öğrenmenin büyüklüğü arasında anlamlı korelasyon saptanmamıştır (tüm p değerleri > 0.0125) (Tablo 4.21)

Tablo 4-21. Sham Grubunda Yüz Tanıma Testi ile Korelasyonlar

	Psikomotor Hız	*Yeni-Eğim derecesi*	*Yeni-Doğru yanıt (%)*	*Öğrenme Büyüklüğü*
BYTT	r_p= -0.065	r_p = - 0.323	r_p = 0.374	r_p = 0.210
(n = 13)	p = 0.832	p = 0.282	p = 0.208	p = 0.492

Benton Yüz Tanıma Testi: r_p: Pearson Korelasyon Katsayısı

4.4.6. Sham Grubunda Örtük Bağlamsal Öğrenmenin Büyüklüğü ve Tekrar Eden Konfigürasyonlara İlişkin Tanıma Belleğinin Görsel Bellek ile İlişkisi

Sham grubunda örtük bağlamsal öğrenmenin büyüklüğü ve tekrar eden konfigürasyonlara ilişkin açık (tanıma) belleği puanları ile görsel belleğe ilişkin Rey Karmaşık Figür Testi gecikmeli hatırlama puanları arasında anlamlı korelasyon saptanmamıştır (tüm *p* değerleri > 0.0125) (Tablo 4.22).

Tablo 4-22: Sham Grubunda Örtük Öğrenme ve Açık Bellek korelasyonları

	Öğrenme Büyüklüğü	*Tekrar Eden-Tanıma Doğru (%)*
$RKFT_{GH}$ (n = 13)	$r_p = 0.456$	$r_p = 0.058$
	$p = 0.512$	$p = 0.852$

$RKFT_{GH}$: Rey Karmaşık Figür Testi Gecikmeli Hatırlama Puanı, r_p: Pearson Korelasyon Katsayısı

5. TARTIŞMA

PPC ve TPJ'nin dikkat süreçlerinde önemli rol oynadığı öne sürülmektedir (Blankenburg, 2010; Brunyé, 2018; Chechlacz ve ark., 2018; Corbetta ve ark., 2008; Corbetta ve Shulman, 2002; Corbetta, 1998; Coull ve Frith, 1998; Dambeck ve ark., 2006; de Schotten ve ark., 2011; DiQuattro ve ark., 2013; Hirakawa ve ark., 2019; Rafal ve Posner, 1987; Shulman ve ark., 2003; Silver ve ark., 2005; Thut, 2004). Bu çalışmada iki kortikal bölgenin anodal uyarımının örtük bağlamsal öğrenme performansına etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Örtük uzamsal-bağlamsal öğrenme, çevredeki düzenliliklerin uzamsal ipuçlarının bilinçli farkındalık olmaksızın dikkate rehberlik ederek davranışı kolaylaştırması ile ilişkilidir. Dolayısıyla uyarım gruplarına ve kontrol grubuna atanan katılımcıların örtük öğrenme performanslarını etkilemesi muhtemel görsel-uzamsal dikkat, görsel bellek ve görsel-uzamsal algısal beceriler gibi değişkenler açısından benzer olması kritiktir. Bu sebeple çalışmada kontrol grubu ve iki farklı uyarım gruplarına atanan katılımcılara öncelikle görsel-uzamsal dikkat, görsel bellek ve görsel-uzamsal algısal becerileri değerlendirmek üzere nöropsikolojik test bataryası uygulanmıştır. Böylece üç farklı grupta yer alan katılımcıların bilişsel performans açısından homojen olmaları hedeflenerek gruplar-arası örtük bağlamsal öğrenme farklılıklarının tDCS'nin etkisi ve dolayısıyla uyarım gerçekleştirilen kortikal bölgenin işlevleri ile ilişkilendirilebilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada sağ PPC ve sağ TPJ'nin anodal uyarımının sham uyarım grubuna göre örtük uzamsal-bağlamsal öğrenme performansını olumlu yönde etkilemesi beklenmektedir.

Nöropsikolojik test bataryası kapsamında elde edilen görsel-uzamsal algısal beceriler, yüz tanıma becerisi, uzamsal dikkatin yanı sıra yürütücü işlevler, motor ve görsel yapılandırma, planlama, organizasyon ve problem çözme stratejileri performansı açısından gruplar arasında fark saptanmamıştır. Böylece deney gruplarının bilişsel performans açısından anlamlı fark göstermemesi sebebi ile elde edilen gruplar-arası örtük bağlamsal öğrenme farklılıkları tDCS'nin etkisi ve dolayısıyla uyarım gerçekleştirilen kortikal bölgenin işlevleri ile ilişkilendirilebilmektedir.

Örtük bağlamsal öğrenme testinden elde edilen ölçümlerde deney genelinde ortalama reaksiyon süresine karşılık gelen psikomotor hız ve yeni konfigürasyonlarda

reaksiyon süresinin dilimlere göre eğim derecesi ile hesaplanan beceri öğrenme açısından deney grupları arasında anlamlı fark saptanmamıştır.

Örtük bağlamsal öğrenme testinden elde edilen bulgular, gruptan ve konfigürasyondan bağımsız olarak antrenman ile yanıtların hızlandığını yani görsel-motor beceri öğrenmenin geliştiğini ve yanıt süresinde kısalma ile gözlenen performans gelişiminin tekrar eden uyaranlarda daha belirgin olduğunu, yani katılımcıların uzamsal ipuçlarından faydalanarak örtük uzamsal öğrenme becerisi geliştirdiklerini göstermektedir. Öte yandan Grup faktörünün Konfigürasyon ve Dilim faktörleri ile etkileşiminin anlamlı olması örtük bağlamsal öğrenmenin gruplar-arası farklılıklar gösterdiğine işaret etmektedir. Grup etkisinin ikili olarak ele alındığı analizlerde PPC ile TPJ grupları arasında ve PPC ile sham grupları arasında örtük bağlamsal öğrenme açısından anlamlı bir fark saptanmamıştır. Ancak, TPJ grubunun sham grubuna kıyasla daha iyi örtük öğrenme performansı gösterdiği tespit edilmiştir. Her bir grup kendi içinde değerlendirildiğinde ise yalnızca PPC grubunda örtük uzamsal-bağlamsal öğrenmenin belirgin olduğu bulunmuştur.

Sham grubunda yapılan korelasyon analizlerinde, örtük öğrenme performansı görsel-uzamsal algısal beceriler, yüz tanıma becerisi ve görsel açık bellek performansı ile ilişkili bulunmamıştır. Öte yandan görsel-motor beceri öğrenme ile dorsal yola duyarlı olduğu bilinen çizgi yönü belirleme testi performansı arasında pozitif yönde anlamlı ilişki tespit edilmiştir. Görsel-uzamsal algısal beceriler, görsel-motor beceri öğrenmenin duysal bileşenini oluşturmakta ve bu anlamlı ilişkiyi açıklamaktadır.

5.1. Posterior parietal korteksin anodal uyarımı ile iyileşen örtük-uzamsal bağlamsal öğrenme

Araştırmada kullanılan test örtük uzamsal belleği değerlendirmektedir (Chun, 2000; Ulaşoğlu-Yıldız, 2017; Van Asselen ve ark., 2009). Testin görsel tabanlı olması nedeniyle bireylerin sonuçları değerlendirilirken görsel-mekansal becerilerin ön planda olduğu bildirilmiştir (Ulaşoğlu-Yıldız, 2017). Bu nedenle görsel-mekansal dikkatin önemli olduğu düşünülen bölgelere (PPC ve TPJ) uyarım yapılmıştır. PPC'nin aktivasyonu uyaranların tespit edilme hızıyla ve ipucu olarak sunulan uyaranlar için bu hızdaki artış ile ilintilidir (Kravitz ve ark., 2011). Ayrıca, PPC hem yukarıdan-aşağı ve aşağıdan-yukarıya süreçler arasındaki etkileşimi kontrol etmektedir.

PPC'nin dikkat süreçlerinde önemli rol oynadığı (Behrmann ve ark., 2004; Chechlacz ve ark., 2018; Corbetta ve ark., 1995; Corbetta ve ark., 2000; Corbetta ve ark., 2000; Corbetta ve ark., 2002; Coull ve Nobre, 1998; Eimer, 1998; Friedman-Hill ve ark., 2003; Grasso ve ark., 2020; Hopfinger ve ark., 2000; Le ve ark., 1998; Rosner ve Mittleman, 1996; Thakral ve Slotnick, 2009) ve söz konusu bölgenin tDCS ile uyarımının uzamsal dikkati modüle ettiği ve reaksiyon süresini kısalttığı gösterilmiştir (Bolognini ve ark., 2010; Chechlacz ve ark., 2018; Hirakawa ve ark., 2019; Roy ve ark., 2015). Bu çalışmada deney genelinde bağlamdan bağımsız olarak hesaplanan ortalama reaksiyon süresi, yani psikomotor hız açısından PPC grubunun sham grubuna kıyasla yanıtlarının daha hızlı olduğu görülmekle birlikte bu fark muhtemelen örneklemin küçük olmasından dolayı istatistiskel anlamlılığa erişmemiştir. fMRI ve elektrofizyoloji çalışmaları (Capotosto ve ark., 2012) ve sağlıklı erişkinlerde sağ PPC'ye uygulanan tDCS'nin dikkatin uzamsal yönlendirilmesinde aktif rol oynadığını göstermektedir (Lo ve ark., 2019). Öte yandan, PPC'ye katodal tDCS kontralateral yarı görme alanında görsel-uzamsal işlemlemeyi bozmaktadır (Schweid ve ark., 2008). PPC'ye uygulanan tDCS'nin görsel-uzamsal lokalizasyonları modüle ettiği saptanmış ve her bir hemisferin kontralateral yarı mekan bilgisini işlemlemeye meyilli olduğu ve hemisferler arasındaki aktivasyon dengesinin pozisyon algısına katkıda bulunduğu belirtilmiştir (Wright ve Krekelberg, 2014). Bu araştırma bulgularının tersine, anodal tDCS'nin görsel-uzamsal düzenlilikleri öğrenme performansında bozulmaya yol açtığını bildiren az sayıda çalışmalara rastlamak mümkündür (Grasso ve ark., 2020; 2021).

Bu çalışmada sağ PPC'ye anodal uyarım yapılan grubun reaksiyon süresinin tekrar eden konfigürasyonlar lehine azaldığı saptanmıştır. Bulgular, sağ PPC'ye yapılan uyarımın katılımcılarda çevredeki düzenliliklerin öğrenilmesini, yani örtük bağlamsal öğrenmeyi kolaylaştırdığına işaret etmektedir. Bu etki uyarımın görsel aramayı veya motor yanıt üretimini kolaylaştırmasından kaynaklanmış olabilir (Muggleton 2011; Schankin ve Schubö, 2009). Gözlenen etkinin altında yatan mekanizmanın net bir şekilde değerlendirilmesi ancak deney sırasında göz hareketlerinin izlenmesi ve fonksiyonel nörogörüntüleme ile mümkün olabilir. Benzer bir çalışma Manelis ve Reder (2023) tarafından gerçekleştirilmiştir. Yazarlar, göz izleme ve fMRI ile tekrarlanan uzamsal konfigürasyonlarda yeni uyaranlara göre görsel aramanın kolaylaşmasının altında yatan mekanizmaları araştırmış ve tekrar eden konfigürasyonlarda, sağ

hippokampusun daha fazla aktive olduğunu ve hedefi bulmak için gerçekleştirilen göz hareketi (sakkad) sayısında daha fazla azalma ortaya çıktığını bildirmiştir. Tekrarlanan konfigürasyonlar için yapılan psikofizyolojik etkileşim analizi, öğrenmenin başlarında sağ hippokampus ile sol superior parietal lobül arasında güçlü işlevsel bağlantısallık olduğunu fakat bu bağlantısallığın görevin sonuna doğru önemli ölçüde azaldığını göstermiştir. Dahası yeni konfigürasyonlarda antrenman ile superior parietal aktivasyon azalırken, temporo-oksipital alanlarda aktivasyon artışı olmuştur. Araştırmacılar, tekrar eden uzamsal bağlamların, görsel arama sırasında işlenmesi gereken çeldiricilerin kümelenerek işlendiğini iddia etmiş ve böylece görsel aramayı kolaylaştırdığını aktarmıştır.

5.2. Dorsal ve ventral dikkat ağlarının örtük bağlamsal öğrenmeye katkısı

TPJ, ventral dikkat ağının önemli merkezlerinden birini oluşturmaktadır. Ventral dikkat ağı, aşağıdan-yukarıya ve uyaran odaklı dikkat süreçlerine ve uyaranın dikkat çekerliğinin değerlendirilmesine aracılık etmektedir. Görsel arama sırasında veya yukarıdan-aşağıya bir ipucuna yanıt olarak yukarıdan-aşağıya dikkat kontrolü dönemlerinde hedefe yönelik davranışın sürdürülmesi için çeldiricileri filtrelemek üzere etkinliğini azaltır (deaktivasyon) (Shulman ve ark., 2003; 2007).

İntraparietal sulksular ile frontal göz alanları, dikkatin yukarıdan-aşağı kontrolü ile duyusal içeriklerin dikkatle seçilmesinde rol oynayan dorsal dikkat ağını oluşturur. Dorsal dikkat ağından, ventral dikkat ağına yukarıdan-aşağı sinyallerin çeldiricileri filtrelediği, ventral dikkat ağından dorsal dikkat ağına aşağıdan-yukarı sinyallerin ise dikkati dışsal bir uyarana yönlendirmek için sürdürülen dikkat setini yani dorsal dikkat ağının aktivitesini bozduğu ve uyaran odaklı dikkatin yeniden yönlendirilmesine aracılık ettiği düşünülmektedir (Corbetta ve ark., 2008). Ancak çeldiriciler hedefin konumuna yönelik uzamsal ipucu taşıdığında, yani tekrar eden konfigürasyonlarda bu baskılanmanın gerçekleşmediği, tersine TPJ'nin aktive olduğu bilinmektedir (DiQuattro ve Geng, 2011).

Öte yandan, TPJ'nin hem yukarıdan-aşağıya hem de aşağıdan-yukarıya dikkat süreçlerine dahil olarak dikkatin yeniden yönlendirilmesinde işlevsel rol oynadığı ifade edilmektedir (Chechlacz ve ark., 2018; Corbetta ve Shulman, 2002; DiQuattro ve ark., 2013; Donaldson ve ark., 2015; Geng ve Vossel, 2013; Shulman ve ark, 2003; Vossel ve ark., 2014). Bunun yanı sıra, TPJ'nin uyarılması iç kaynaklı ve dış kaynaklı dikkat

süreçlerinde değişikliğe yol açmaktadır (Chica ve ark., 2011; Donaldson ve ark., 2015; Vossel ve ark., 2014).

Geng ve Mangun (2011), hedef uyaranın bağlamsal bir ipucu ile sunulduğunda sağ TPJ'nin tek başına bağlamsal ipucu veya tek başına hedef uyaran verdiği yanıttan daha fazla yanıt verdiğini, ayrıca bağlamsal ipucu hedefe eşlik ettiğinde dikkatin kontrolüne ve karar vermeye aracılık eden alanlarla fonksiyonel bağlantısallığını artırdığını bildirmiştir. Yazarlar buradan yola çıkarak sağ TPJ'nin davranışta uyaran odaklı değişiklikleri yürütmek için önemli olduğuna vurgu yapmış ve sağ TPJ'nin duysal bilgileri tespit eden ve görevle ilgili kararlara dönüştüren bir ağın parçası olduğuna işaret etmiştir.

Ventral ve dorsal ağların superior longitudinal fasikülün 2. segmenti aracılığı ile direkt bağlantı halinde olduğu ve bu bağlantı sayesinde hedefe yönelik dikkati dikkat çeker (salient) olarak tanımlanan olaylara yönlendirerek dorsal ağ için bir modülatör görevi görüyor olabileceği belirtilmiştir (de Schotten ve ark., 2011). DiQuattro ve arkadaşları (2013) ise TPJ'nin dorsal dikkat ağının aktivitesini sonlandıracak bir "devre kesici" olmak yerine mevcut görevdeki duyu-eylem ilişkilerinin iç bağlamsal modellerini bilgilendirmekle ilintili olduğunu öne sürmüştür. Bu görüş, elektrofizyoloji çalışmalarından (Schankin ve Schubö, 2009, 2010) gelen bulgular ile de örtüşmektedir. Sonuç olarak, dikkatin yukarıdan-aşağıya hedefler ve aşağıdan-yukarıya duysal uyarımla ilişkili olarak dinamik biçimde kontrolünün bu iki sistem arasındaki esnek etkileşim ile sağlandığı öne sürülmektedir (Vossel ve ark., 2014).

5.3. Örtük-uzamsal bağlamsal öğrenmede bireysel farklılıklar

Bulgular PPC'nin örtük bağlamsal öğrenme üzerindeki önemini vurgulamanın yanı sıra örtük bağlamsal öğrenme performansı açısından önemli bir bireysel farklılık olduğuna işaret etmektedir. Sham ve TPJ gruplarındaki katılımcılar hem tekrar eden, hem de yeni uyaran koşullarında gelişme göstermişlerdir; ancak bu etki beklenildiği gibi tekrar eden uyaranlarda daha belirgin olarak gözlenmemiştir. Bu bulgular, sham ve TPJ gruplarında yer alan katılımcıların tekrarlanan uzamsal ipuçlarından yeterince faydalanmadıkları ve performans gelişiminin prosedürel beceri öğrenme ile ilişkili olduğu sonucunu ortaya çıkarmaktadır. Sham ve TPJ gruplarında örtük bağlamsal öğrenme becerisinin gelişmemesi, grup içerisinde yer alan katılımcıların bireysel farklılıklarından kaynaklanabileceği gibi, bu alandaki bireysel değişkenliğin

aydınlatılması için daha geniş örneklemler üzerinde yapılacak çalışmalara ihtiyaç vardır.

5.4. Sınırlılıklar

Katılımcı sayısının az olması çalışmanın başlıca sınırlılığını oluşturmaktadır. Tip 1 hatanın önüne geçmek üzere çoklu karşılaştırmalar için düzeltme yapılmıştır ancak örneklemin yeterince geniş olmaması sebebiyle tip 2 hata(lar) söz konusu olabilir. Çalışmanın bir diğer sınırlılığı, unilateral uyarım yapılmış olmasına karşın kontralateral yarı görme alanına spesifik bir analiz gerçekleştirilmemiş olmasıdır. Gelecekte daha geniş örneklem gruplarında göz hareketlerinin de incelendiği çalışmalar PPC ve TPJ'nin örtük uzamsal-bağlamsal öğrenmeye etkisine ışık tutacak ve görsel aramada kolaylaşma ve / veya motor yanıtın üretilmesindeki hızlanmaların sürece katkısına ışık tutabilir. Kullanılan elektrotların görece küçük olması çalışmanın bir diğer sınırlılığını oluşturabilir. Çalışmada seçilen uyarım bölgelerinin görece birbirine yakın olması nedeniyle büyük elektrotların komşu bölgeleri de etkileyebileceği düşünüldüğünden küçük boyutlu elektrot (3x3) kullanılmasına karar verilmiştir. İletilen elektrik akımı elektrotların boyutu ile bağıntılı olduğundan küçük boyutlu elektrotlar geleneksel elektrotlardan (5x5 veya 7x5) daha az akım iletmekte ve dolayısıyla kortikal uyarılabilirlikte diğerinden daha az etki gösterebilmektedir. İstenmeyen uyarım etkilerinin ve küçük elektrot kullanımının dezavantajlarının önüne geçebilmek ve TPJ ile PPC uyarımının örtük bağlamsal öğrenme becerisi üzerindeki etkisini daha iyi bir şekilde inceleyebilmek için gelecek çalışmalarda daha fokal etki oluşturan ileri uyarım teknikleri (örn. HD-tDCS veya TMS) kullanılabilir. Ayrıca, örtük bağlamsal öğrenme testinin kısa süre içerisinde aynı katılımcıya tekrar uygulanmasının aktarım etkisine sebep olması beklendiğinden, her katılımcıya yalnız bir defa test uygulanabilmiş, bu sebeple uyarım öncesi ve sonrasındaki performans karşılaştırılamamıştır. Bu durum grupların arasında potansiyel olarak gözlenebilecek örtük öğrenmeye ilişkin farklılıkların kontrol edilememesine neden olmuştur. Diğer taraftan, üç deney grubuna atanan katılımcıların yaş grubu, cinsiyet, eğitim seviyesi ve nöropsikolojik testler ile ölçülen performanslar açısından eşit dağılması sağlanarak örtük öğrenme becerisine etki edebilecek olası bireysel farklılıklar kontrol edilmeye bu sorun giderilmeye çalışılmıştır.

6. SONUÇ, ÖNERİLER VE TOPLUMA KATKI

Son olarak bu çalışmada, görevin yürütülmesinden önce uygulanan anodal tDCS'nin PPC grubunda örtük bağlamsal öğrenmeyi kolaylaştırdığı / geliştirdiği saptanmıştır. Benzer bir etkinin TPJ ve sham gruplarında gözlenmediği bulunmuştur. Bunun yanı sıra, TPJ bölgesine uyarım yapmanın sham uyarıma göre daha iyi örtük öğrenme performansına neden olduğu gözlenmiştir. TPJ grubunda örtük bağlamsal öğrenmenin belirgin olmaması örneklemin küçük olmasından kaynaklanıyor olabilir. Çalışmanın mevcut sonuçları, tDCS'nin örtük bağlamsal öğrenme becerilerini geliştirme potansiyeline sahip olduğuna ışık tutmaktadır. Bununla birlikte tDCS'nin motor korteks dışındaki bilişsel süreçlerle ilişkili beyin bölgelerine uygulanmasıyla ürettiği etkilerin karmaşıklığı göz önünde bulundurulduğunda, farklı elektrot boyutlarının, uyarım bölgeleri ve protokollerinin etkilerinin daha geniş örneklem üzerinde anlaşılması için daha fazla çalışmaya ihtiyaç olduğunu göstermektedir.

KAYNAKÇA

Aben, B., Stapert, S., & Blokland, A. (2012). About the distinction between working memory and short-term memory. *Frontiers in Psychology*, *3*, Article 301 https://doi.org/10.3389/fpsyg.2012.00301

Abrahamse, E., Braem, S., Notebaert, W., & Verguts, T. (2016). Grounding cognitive control in associative learning. *Psychological Bulletin*, *142*, 693-728. https://doi.org/10.1037/bul0000047

Abu-Akel, A., & Shamay-Tsoory, S. (2011). Neuroanatomical and neurochemical bases of theory of mind. *Neuropsychologia*, *49*(11), 2971-2984. https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2011.07.012

Allan, P. G., Briggs, R. G., Conner, A. K., O'Neal, C. M., Bonney, P. A., Maxwell, B. D., Baker, C. M., Burks, J. D., Sali, G., Glenn, C. A., & Sughrue, M. E. (2020). Parcellation-based tractographic modeling of the ventral attention network. *Journal of the Neurological Sciences*, *408*, 116548. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jns.2019.116548

Alves, P. N., Forkel, S. J., Corbetta, M., & Thiebaut de Schotten, M. (2022). The subcortical and neurochemical organization of the ventral and dorsal attention networks. *Communications Biology*, *5*(1), 1343. https://doi.org/10.1038/s42003-022-04281-0

Ambrus, G. G., Chaieb, L., Stilling, R., Rothkegel, H., Antal, A., & Paulus, W. (2016). Monitoring transcranial direct current stimulation induced changes in cortical excitability during the serial reaction time task. *Neuroscience Letters*, *616*, 98-104. https://doi.org/10.1016/j.neulet.2016.01.039

Arciniega, H., Gözenman, F., Jones, K. T., Stephens, J. A., & Berryhill, M. E. (2018). Frontoparietal tDCS benefits visual working memory in older adults with low working memory capacity. Frontiers in Aging Neuroscience, *10*, 57. https://doi.org/10.3389/fnagi.2018.00057

Astafiev, S. V., Shulman, G. L., Stanley, C. M., Snyder, A. Z., Essen, D. C. V., & Corbetta, M. (2003). Functional organization of human ıntraparietal and frontal

cortex for attending, looking, and pointing. *The Journal of Neuroscience*, *23*(11), 4689-4699. https://doi.org/10.1523/jneurosci.23-11-04689.2003

Astafiev, S. V., Stanley, C. M., Shulman, G. L., & Corbetta, M. (2004). Extrastriate body area in human occipital cortex responds to the performance of motor actions. *Nature neuroscience*, *7*(5), 542-548. https://doi.org/10.1038/nn1241

Atasavun Uysal, S., Ekinci, Y., Çoban, F., & Yakut, Y. (2019). Edinburgh El Tercihi Anketi Türkçe güvenirliğinin araştırılması. *Journal of Exercise Therapy and Rehabilitation*, *6*(2), 112-118.

Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. (1968). Human Memory: A Proposed System and its Control. In K. W. Spence & J. T. Spence (Eds.), *Psychology of Learning and Motivation* (Vol. 2nd ed., pp. 89-195). Academic Press. https://doi.org/10.1016/S0079-7421(08)60422-3

Awh, E., Belopolsky, A. V., & Theeuwes, J. (2012). Top-down versus bottom-up attentional control: a failed theoretical dichotomy. *Trends in Cognitive Sciences*, *16*(8), 437-443. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tics.2012.06.010

Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, *4*(11), 417-423. https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01538-2

Baddeley, A. (2012). Working memory: Theories, models, and controversies. *Annual Review of Psychology*, *63*(1), 1-29. https://doi.org/10.1146/annurev-psych-120710-100422

Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working Memory. In G. H. Bower (Ed.), *Psychology of Learning and Motivation*: Vol. 8 (pp. 47-89). Academic Press. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0079-7421(08)60452-1

Baddeley, A., Conway, M., Aggleton, J., & Baddeley, A. (2001). The concept of episodic memory. P*hilosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, *356*(1413), 1345-1350. https://doi.org/doi:10.1098/rstb.2001.0957

Baddeley, A., Lewis, V., Eldridge, M., & Thomson, N. (1984). Attention and retrieval from long-term memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 113(4), 518-540. https://doi.org/10.1037/0096-3445.113.4.518

Batsikadze, G., Moliadze, V., Paulus, W., Kuo, M.-F., & Nitsche, M. A. (2013). Partially non-linear stimulation intensity-dependent effects of direct current stimulation on motor cortex excitability in humans. *The Journal of Physiology*, *591*(7), 1987-2000. https://doi.org/https://doi.org/10.1113/jphysiol.2012.249730

Bear, M. F., Connors, B. W., & Paradios, M. A. (2016). Neuroscience: Exploring the brain (4th ed.). Wolters Kluwer.

Beck, A. T., Steer, R. A., & Brown, G. K. (1996). *Beck Depression Inventory-I: Manual* (2nd ed.). Psychological Corporation.

Beck, A. T., Steer, R. A., & Carbin, M. G. (1988). Psychometric properties of the Beck Depression Inventory: Twenty-five years of evaluation. *Clinical Psychology Review*, *8*(1), 77-100. https://doi.org/10.1016/0272-7358(88)90050-5

Beck, A. T., Ward, C. H., Mendelson, M., Mock, J., & Erbaugh, J. (1961). An inventory for measuring depression. *Archives of General Psychiatry*, *4*(6), 561-571. https://doi.org/10.1001/archpsyc.1961.01710120031004

Behrmann, M., Geng, J. J., & Shomstein, S. (2004). Parietal cortex and attention. *Current Opinion in Neurobiology*, *14*(2), 212-217. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.conb.2004.03.012

Bennabi, D., Pedron, S., Haffen, E., Monnin, J., Peterschmitt, Y., & Van Waes, V. (2014). Transcranial direct current stimulation for memory enhancement: from clinical research to animal models. *Frontiers in Systems Neuroscience*, *8*. https://doi.org/10.3389/fnsys.2014.00159

Benton, A. L., & Van Allen, M. W. (1968). Impairment in facial recognition in patients with cerebral disease. *Cortex*, 4(4), 344-IN341. https://doi.org/10.1016/S0010-9452(68)80018-8

Benton, A. L., Sivan, A. B., Hamsher, K. d., & Varney, N. R. (1994). *Contributions to neuropsychological assessment : A clinical manual* (2nd ed.). Oxford University Press.

Benton, A. L., Varney, N. R., & Hamsher, K. d. (1978). Visuospatial Judgment: A Clinical Test. *Archives of Neurology*, *35(*6), 364-367. https://doi.org/10.1001/archneur.1978.00500300038006

Benton, A. L., Varney, N. R., & Hamsher, K. S. (1975). *Judgment of Line Orientation, Form H*. University Hospitals, Department of Neurology, Iowa City, Iowa.

Berch, D. B., Krikorian, R., & Huha, E. M. (1998). The corsi block-tapping task: Methodological and theoretical considerations. *Brain and Cognition*, *38*(3), 317-338. https://doi.org/https://doi.org/10.1006/brcg.1998.1039

Berger, A., Henik, A., & Rafal, R. (2005). Competition between endogenous and exogenous orienting of visual attention. *Journal of Experimental Psychology: General*, *134*, 207-221. https://doi.org/10.1037/0096-3445.134.2.207

Bergmann, N., & Schubö, A. (2021). Local and global context repetitions in contextual cueing. *Journal of Vision*, *21*(10), 1-17. https://doi.org/10.1167/jov.21.10.9

Berry, D. C., & Broadbent, D. E. (1988). Interactive tasks and the implicit-explicit distinction. *British Journal of Psychology*, *79*(2), 251-272. https://doi.org/10.1111/j.2044-8295.1988.tb02286.x

Berryhill, M. E., & Martin, D. (2018). Cognitive effects of transcranial direct current stimulation in healthy and clinical populations: An overview. *The Journal of ECT*, 34(3), e25-e35. https://doi.org/10.1097/yct.0000000000000534

Bikson, M., Paulus, W., Esmaeilpour, Z., Kronberg, G., & Nitsche, M. A. (2019). Mechanisms of acute and after effects of transcranial direct current stimulation. In H. Knotkova, M. A. Nitsche, M. Bikson, & A. J. Woods (Eds.), *Practical guide to transcranial direct current stimulation: principles, procedures and applications* (pp. 81-113). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-95948-1_3

Binder, J. R., & Desai, R. H. (2011). The neurobiology of semantic memory. *Trends in Cognitive Sciences*, *15*(11), 527-536. https://doi.org/10.1016/j.tics.2011.10.001

Blankenburg, F., Ruff, C. C., Bestmann, S., Bjoertomt, O., Josephs, O., Deichmann, R., & Driver, J. (2010). Studying the role of human parietal cortex in visuospatial attention with concurrent TMS–fMRI. *Cerebral Cortex*, *20*(11), 2702-2711. https://doi.org/10.1093/cercor/bhq015

Bolognini, N., Fregni, F., Casati, C., Olgiati, E., & Vallar, G. (2010). Brain polarization of parietal cortex augments training-induced improvement of visual

exploratory and attentional skills. *Brain Research*, *1349*, 76-89. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.brainres.2010.06.053

Boone, K. B., Lesser, I. M., Hill-gutierrez, E., Berman, N. G., & D'Elia, L. F. (1993). Rey-Osterrieth Complex Figure performance in healthy, older adults: Relationship to age, education, sex, and IQ. *Clinical Neuropsychologist*, *7*(1), 22-28. https://doi.org/10.1080/13854049308401884

Boutla, M., Supalla, T., Newport, E. L., & Bavelier, D. (2004). Short-term memory span: Insights from sign language. *Nature Neuroscience*, *7*(9), 997-1002. https://doi.org/10.1038/nn1298

Brainard, D. H. (1997). The Psychophysics Toolbox. *Spatial Vision*, *10,* 433-436. https://doi.org/10.1163/156856897X00357

Bressler, S. L., Tang, W., Sylvester, C. M., Shulman, G. L., & Corbetta, M. (2008). Top-down control of human visual cortex by frontal and parietal cortex in anticipatory visual spatial attention. *The Journal of Neuroscience*, 28(40), 10056-10061. https://doi.org/10.1523/jneurosci.1776-08.2008

Brown, G. D. A., Neath, I., & Chater, N. (2007). A temporal ratio model of memory. *Psychological Review*, *114*(3), 539-576. https://doi.org/10.1037/0033-295X.114.3.539

Brunoni, A. R., Amadera, J., Berbel, B., Volz, M. S., Rizzerio, B. G., & Fregni, F. (2011). A systematic review on reporting and assessment of adverse effects associated with transcranial direct current stimulation. *International Journal of Neuropsychopharmacology*, 14(8), 1133-1145. https://doi.org/10.1017/s1461145710001690

Brunoni, A. R., Fregni, F., & Pagano, R. L. (2011). Translational research in transcranial direct current stimulation (tDCS): A systematic review of studies in animals. *Review in the Neurosciences*, *22*(4), 471-481. https://doi.org/doi:10.1515/rns.2011.042

Brunoni, A. R., Zanao, T. A., Ferrucci, R., Priori, A., Valiengo, L., de Oliveira, J. F., Boggio, P. S., Lotufo, P. A., Benseor, I. E., & Fregni, F. (2013). Bifrontal tDCS prevents implicit learning acquisition in antidepressant-free patients with major

depressive disorder. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry*, *43*, 146-150. https://doi.org/10.1016/j.pnpbp.2012.12.019

Brunyé, T. T. (2018). Modulating spatial processes and navigation via Transcranial Electrical Stimulation: A mini review. *Frontiers in Human Neuroscience*, *11*, 649. https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00649

Buchner, A., & Wippich, W. (1998). Differences and commonalities between implicit learning and implicit memory. In M. A. Stadler & P. A. Frensch (Eds.), *Handbook of implicit learning*. (pp. 3-46). Sage Publications.

Bushnell, M. C., Goldberg, M. E., & Robinson, D. L. (1981). Behavioral enhancement of visual responses in monkey cerebral cortex. I. Modulation in posterior parietal cortex related to selective visual attention. *Journal of Neurophysiology*, *46*(4), 755-772. https://doi.org/10.1152/jn.1981.46.4.755

Capotosto, P., Corbetta, M., Romani, G. L., & Babiloni, C. (2012). Electrophysiological correlates of stimulus-driven reorienting deficits after interference with right parietal cortex during a spatial attention task: a TMS-EEG study. *Journal of cognitive Neuroscience*, *24*(12), 2363–2371. https://doi.org/10.1162/jocn_a_00287

Carrasco, M. (2011). Visual attention: The past 25 years. *Vision Research*, *51*(13), 1484-1525. https://doi.org/10.1016/j.visres.2011.04.012

Carrasco, M., & Barbot, A. (2014). How attention affects spatial resolution. *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology*, *79*, 149-160. https://doi.org/10.1101/sqb.2014.79.024687

Carretié, L. (2014). Exogenous (automatic) attention to emotional stimuli: A review. *Cognitive, Affective, and Behavioral Neuroscience*, *14*(4), 1228-1258. https://doi.org/10.3758/s13415-014-0270-2

Carvalho, S., Boggio, P. S., Gonçalves, Ó. F., Vigário, A. R., Faria, M., Silva, S., Gaudencio do Rego, G., Fregni, F., & Leite, J. (2015). Transcranial Direct Current Stimulation based metaplasticity protocols in working memory. *Brain Stimulation*, *8*(2), 289-294. https://doi.org/10.1016/j.brs.2014.11.011

Chechlacz, M., Hansen, P. C., Geng, J. J., & Cazzoli, D. (2018). Polarity-dependent effects of biparietal Transcranial Direct Current Stimulation on the interplay

between target location and distractor saliency in visual attention. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *30*(6), 851-866. https://doi.org/10.1162/jocn_a_01242

Chica, A. B., Bartolomeo, P., & Lupiáñez, J. (2013). Two cognitive and neural systems for endogenous and exogenous spatial attention. *Behavioural Brain Research*, *237*, 107-123. https://doi.org/10.1016/j.bbr.2012.09.027

Chica, A. B., Bartolomeo, P., & Valero-Cabré, A. (2011). Dorsal and ventral parietal contributions to spatial orienting in the human brain. *The Journal of Neuroscience*, *31*(22), 8143-8149. https://doi.org/10.1523/jneurosci.5463-10.2010

Chun, M. M. (2000). Contextual cueing of visual attention. *Trends in Cognitive Sciences*, 4(5), 170-178. https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01476-5

Chun, M. M. (2003). Scene perception and memory. In David E. Irwin and Brian H. Ross (Eds.), *Psychology of Learning and Motivation: Vol. 42* (pp. 79-108). Academic Press. https://doi.org/10.1016/S0079-7421(03)01003-X

Chun, M. M., & Jiang, Y. (1998). Contextual cueing: Implicit learning and memory of visual context guides spatial attention. *Cognitive Psychology*, *36*(1), 28-71. https://doi.org/https://doi.org/10.1006/cogp.1998.0681

Chun, M. M., & Jiang, Y. (1999). Top-down attentional guidance based on implicit learning of visual covariation. *Psychological Science*, *10*(4), 360-365. https://doi.org/10.1111/1467-9280.00168

Chun, M. M., & Jiang, Y. (2003). Implicit, long-term spatial contextual memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *29*, 224-234. https://doi.org/10.1037/0278-7393.29.2.224

Chun, M. M., & Johnson, M. K. (2011). Memory: Enduring traces of perceptual and reflective attention. *Neuron*, *72*(4), 520-535. https://doi.org/10.1016/j.neuron.2011.10.026

Chun, M. M., & Marois, R. (2002). The dark side of visual attention. *Current Opinion in Neurobiology*, *12*(2), 184-189. https://doi.org/10.1016/S0959-4388(02)00309-4

Chun, M. M., & Nakayama, K. (2000). On the functional role of implicit visual memory for the adaptive deployment of attention across scenes. *Visual Cognition*, *7*(1-3), 65-81. https://doi.org/10.1080/135062800394685

Chun, M. M., & Turk-Browne, N. B. (2007). Interactions between attention and memory. *Current Opinion in Neurobiology*, *17*(2), 177-184. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.conb.2007.03.005

Ciaramelli, E., Grady, C. L., & Moscovitch, M. (2008). Top-down and bottom-up attention to memory: A hypothesis (AtoM) on the role of the posterior parietal cortex in memory retrieval. *Neuropsychologia*, *46*(7), 1828-1851. https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2008.03.022

Cleeremans, A. (2006). Implicit learning models. In L. Nadel (Ed.), *Encyclopedia of Cognitive Science*. Wiley. https://doi.org/10.1002/0470018860.s00097

Cleeremans, A., Destrebecqz, A., & Boyer, M. (1998). Implicit learning: news from the front. *Trends in Cognitive Sciences*, *2*(10), 406-416. https://doi.org/10.1016/S1364-6613(98)01232-7

Comalli Jr, P. E., Wapner, S., & Werner, H. (1962). Interference effects of Stroop color-word test in childhood, adulthood, and aging. *The Journal of Genetic Psychology: Research and Theory on Human Development*, *100*, 47-53. https://doi.org/10.1080/00221325.1962.10533572

Corbetta, M. (1998). Frontoparietal cortical networks for directing attention and the eye to visual locations: Identical, independent, or overlapping neural systems? *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *95(*3), 831-838. https://doi.org/doi:10.1073/pnas.95.3.831

Corbetta, M., & Shulman, G. L. (2002). Control of goal-directed and stimulus-driven attention in the brain. *Nature Reviews Neuroscience*, *3*(3), 201-215. https://doi.org/10.1038/nrn755

Corbetta, M., Kincade, J. M., & Shulman, G. L. (2002). Neural systems for visual orienting and their relationships to spatial working memory. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *14*(3), 508-523. https://doi.org/10.1162/089892902317362029

Corbetta, M., Kincade, J. M., Ollinger, J. M., McAvoy, M. P., & Shulman, G. L. (2000). Voluntary orienting is dissociated from target detection in human posterior parietal cortex. *Nature Neuroscience*, *3*(3), 292-297. https://doi.org/10.1038/73009

Corbetta, M., Patel, G., & Shulman, G. L. (2008). The reorienting system of the human brain: from environment to theory of mind. *Neuron*, 58(3), 306-324. https://doi.org/10.1016/j.neuron.2008.04.017

Corbetta, M., Shulman, G. L., Miezin, F. M., & Petersen, S. E. (1995). Superior parietal cortex activation during spatial attention shifts and visual feature conjunction. *Science, 270*(5237), 802-805. https://doi:10.1126/science.270.5237.802

Corsi, P. M. (1972). Human memory and the medial temporal region of the brain. *Dissertation Abstracts International*, *34*(2-B), 891.

Coull, J. T., & Frith, C. D. (1998). Differential activation of right superior parietal cortex and ıntraparietal sulcus by spatial and nonspatial attention. *NeuroImage*, *8*(2), 176-187. https://doi.org/10.1006/nimg.1998.0354

Coull, J. T., & Nobre, A. C. (1998). Where and when to pay attention: The neural systems for directing attention to spatial locations and to time ıntervals as revealed by both PET and fMRI. *The Journal of Neuroscience*, *18*(18), 7426-7435. https://doi.org/10.1523/jneurosci.18-18-07426.1998

Couperus, J. W. (2009). Implicit learning modulates selective attention at sensory levels of perceptual processing. *Attention, Perception, and Psychophysics*, *71*(2), 342-351. https://doi.org/10.3758/APP.71.2.342

Cowan, N. (1988). Evolving conceptions of memory storage, selective attention, and their mutual constraints within the human information-processing system. *Psychological Bulletin*, *104*(2), 163-191. https://doi.org/10.1037/0033-2909.104.2.163

Cowan, N. (1999). An embedded-processes model of working memory. In A. Miyake & P. Shah (Eds.), *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control* (pp. 62-101). Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9781139174909.006

Cowan, N. (2001). The magical number 4 in short-term memory: A reconsideration of mental storage capacity. *Behavioral and Brain Sciences*, *24*(1), 87-114. https://doi.org/10.1017/S0140525X01003922

Cowan, N. (2008). What are the differences between long-term, short-term, and working memory? In W. S. Sossin, J.-C. Lacaille, V. F. Castellucci, & S. Belleville (Eds.), *Progress in brain research: Vol. 169* (pp. 323-338). Elsevier. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0079-6123(07)00020-9

Craik, F. I. M., & Tulving, E. (1975). Depth of processing and the retention of words in episodic memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, *104*(3), 268-294. https://doi.org/10.1037/0096-3445.104.3.268

Craik, F. I. M., Eftekhari, E., & Binns, M. A. (2018). Effects of divided attention at encoding and retrieval: Further data. *Memory and Cognition*, *46*(8), 1263-1277. https://doi.org/10.3758/s13421-018-0835-3

Craik, F. I. M., Govoni, R., Naveh-Benjamin, M., & Anderson, N. D. (1996). The effects of divided attention on encoding and retrieval processes in human memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, *125*(2), 159-180. https://doi.org/10.1037/0096-3445.125.2.159

da Silva, M. C., Conti, C. L., Klauss, J., Alves, L. G., do Nascimento Cavalcante, H. M., Fregni, F., Nitsche, M. A., & Nakamura-Palacios, E. M. (2013). Behavioral effects of transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) induced dorsolateral prefrontal cortex plasticity in alcohol dependence. Journal of Physiology-Paris, 107(6), 493-502. https://doi.org/10.1016/j.jphysparis.2013.07.003

Dambeck, N., Sparing, R., Meister, I. G., Wienemann, M., Weidemann, J., Topper, R., & Boroojerdi, B. (2006). Interhemispheric imbalance during visuospatial attention investigated by unilateral and bilateral TMS over human parietal cortices. *Brain Research*, *1072*(1), 194-199. https://doi.org/10.1016/j.brainres.2005.05.075

Dayan, E., Censor, N., Buch, E. R., Sandrini, M., & Cohen, L. G. (2013). Noninvasive brain stimulation: from physiology to network dynamics and back. *Nature Neuroscience*, *16*(7), 838-844. https://doi.org/10.1038/nn.3422

de Graaf, T. A., Jacobs, C., Roebroeck, A., & Sack, A. T. (2009). FMRI effective connectivity and TMS chronometry: Complementary accounts of causality in the visuospatial judgment network. *Plos One*, *4*(12), e8307. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0008307

de Graaf, T. A., Roebroeck, A., Goebel, R., & Sack, A. T. (2010). Brain network dynamics underlying visuospatial judgment: An fMRI connectivity study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *22*(9), 2012-2026. https://doi.org/10.1162/jocn.2009.21345

De Luca, C. R., Wood, S. J., Anderson, V., Buchanan, J. A., Proffitt, T. M., Mahony, K., & Pantelis, C. (2003). Normative data from the Cantab. I: Development of executive function over the lifespan. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *25*(2), 242-254. https://doi.org/10.1076/jcen.25.2.242.13639

de Schotten, M. T., Dell'Acqua, F., Forkel, S. J., Simmons, A., Vergani, F., Murphy, D. G. M., & Catani, M. (2011). A lateralized brain network for visuospatial attention. *Nature Neuroscience*, *14*(10), 1245-1246. https://doi.org/10.1038/nn.2905

Decety, J., & Lamm, C. (2007). The role of the right temporoparietal junction in social ınteraction: how low-level computational processes contribute to meta-cognition. *The Neuroscientist*, *13*(6), 580-593. https://doi.org/10.1177/1073858407304654

Della Libera, C., & Chelazzi, L. (2009). Learning to attend and to ignore is a matter of gains and losses. *Psychological Science*, *20*(6), 778-784. https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2009.02360.x

Deslauriers, J., Ansado, J., Marrelec, G., Provost, J.-S., & Joanette, Y. (2017). Increase of posterior connectivity in aging within the Ventral Attention Network: A functional connectivity analysis using independent component analysis. *Brain Research*, *1657*, 288-296. https://doi.org/10.1016/j.brainres.2016.12.017

Dew, I. T. Z., & Cabeza, R. (2011). The porous boundaries between explicit and implicit memory: Behavioral and neural evidence. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1224*(1), 174-190. https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2010.05946.x

Diana, R. A., & Wang, F. (2018). Episodic memory. In E. A. Phelps & L. Davachi (Eds.), *Stevens' handbook of experimental psychology and cognitive neuroscience*: *Vol. 1* (pp.1-33). Wiley. https://doi.org/10.1002/9781119170174.epcn103

Dickerson, B. C., & Eichenbaum, H. (2010). The episodic memory system: Neurocircuitry and disorders. *Neuropsychopharmacology*, *35*(1), 86-104. https://doi.org/10.1038/npp.2009.126

Dingwall, K. M., Gray, A. O., McCarthy, A. R., Delima, J. F., & Bowden, S. C. (2017). Exploring the reliability and acceptability of cognitive tests for Indigenous Australians: A pilot study. *BMC Psychology*, *5*(1), 26. https://doi.org/10.1186/s40359-017-0195-y

DiQuattro, N. E., Sawaki, R., & Geng, J. J. (2013). Effective connectivity during feature-based attentional capture: Evidence against the attentional reorienting hypothesis of TPJ. *Cerebral Cortex*, *24*(12), 3131-3141. https://doi.org/10.1093/cercor/bht172

Dodrill, C. B. (1978). A neuropsychological battery for epilepsy. *Epilepsia*, *19*(6), 611-623. https://doi.org/10.1111/j.1528-1157.1978.tb05041.x

Donaldson, P. H., Rinehart, N. J., & Enticott, P. G. (2015). Noninvasive stimulation of the temporoparietal junction: A systematic review. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, *55*, 547-572. https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2015.05.017

Doruk, D., Gray, Z., Bravo, G. L., Pascual-Leone, A., & Fregni, F. (2014). Effects of tDCS on executive function in Parkinson's disease. *Neuroscience Letters*, *582*, 27-31. https://doi.org/10.1016/j.neulet.2014.08.043

Downar, J., Crawley, A. P., Mikulis, D. J., & Davis, K. D. (2000). A multimodal cortical network for the detection of changes in the sensory environment. *Nature Neuroscience*, *3*(3), 277-283. https://doi.org/10.1038/72991

Dudukovic, N. M., DuBrow, S., & Wagner, A. D. (2009). Attention during memory retrieval enhances future remembering. *Memory and Cognition*, *37*(7), 953-961. https://doi.org/10.3758/MC.37.7.953

Duecker, F., & Sack, A. T. (2015). The hybrid model of attentional control: New insights into hemispheric asymmetries inferred from TMS research. *Neuropsychologia*, *74*, 21-29. https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2014.11.023

Dugué, L., Merriam, E. P., Heeger, D. J., & Carrasco, M. (2020). Differential impact of endogenous and exogenous attention on activity in human visual cortex. *Scientific Reports*, *10*(1), 21274. https://doi.org/10.1038/s41598-020-78172-x

Dulany, D. E. (1997). Consciousness in the explicit (deliberative) and implicit (evocative). In In J. D. Cohen & J. W. Schooler (Eds.) *Scientific approaches to consciousness*. (pp. 179-212). Lawrence Erlbaum Associates.

Dumel, G., Bourassa, M. E., Desjardins, M., Voarino, N., Charlebois-Plante, C., Doyon, J., & De Beaumont, L. (2016). Multisession anodal tDCS protocol improves motor system function in an aging population. *Neural Plasticity*, *2016*, 1-8.

Duncan-Johnson, C. C., & Kopell, B. S. (1981). The Stroop Effect: Brain potentials localize the source of interference. *Science*, *214*(4523), 938-940. https://doi.org/doi:10.1126/science.7302571

Durgin, F. H. (2000). The reverse Stroop Effect. *Psychonomic Bulletin and Review*, *7*(1), 121-125. https://doi.org/10.3758/BF03210730

Dwyer, G. E., Craven, A. R., Hirnstein, M., Kompus, K., Assmus, J., Ersland, L., Hugdahl, K., & Grüner, R. (2019). No effects of anodal tDCS on local GABA and Glx levels in the left posterior superior temporal gyrus. *Frontiers in Neurology*, *9, 1145*. https://doi.org/10.3389/fneur.2018.01145

Eimer, M. (1998). Mechanisms of visuospatial attention: Evidence from event-related brain potentials. *Visual Cognition*, *5*(1-2), 257-286. https://doi.org/10.1080/713756778

Emek Savaş, D. D., Yerlikaya, D., Yener, G. G., & Öktem Tanör, Ö. (2020). Stroop Testi Çapa Formu'nun geçerlik-güvenirlik ve norm çalışması. *Türk Psikiyatri Dergisi*, *31*(1), 9-21. https://doi.org/10.5080/u23549

Endo, N., & Takeda, Y. (2004). Selective learning of spatial configuration and object identity in visual search. *Perception and Psychophysics*, *66*(2), 293-302. https://doi.org/10.3758/BF03194880

Ettlinger, M., Margulis, E., & Wong, P. (2011). Implicit memory in music and language. *Frontiers in Psychology*, *2, 211*. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2011.00211

Farrant, K., & Uddin, L. Q. (2015). Asymmetric development of dorsal and ventral attention networks in the human brain. *Developmental Cognitive Neuroscience*, *12*, 165-174. https://doi.org/10.1016/j.dcn.2015.02.001

Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A. G., & Buchner, A. (2007). G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*, *39*(2), 175-191. https://doi.org/10.3758/BF03193146

Fierro, B., Brighina, F., Oliveri, M., Piazza, A., Bua, V. L., Buffa, D., & Bisiach, E. (2000). Contralateral neglect induced by right posterior parietal rTMS in healthy subjects. *NeuroReport*, *11*(7), 1519-1521.

Filmer, H. L., Dux, P. E., & Mattingley, J. B. (2014). Applications of transcranial direct current stimulation for understanding brain function. *Trends in Neurosciences*, *37*(12), 742-753. https://doi.org/10.1016/j.tins.2014.08.003

Flöel, A. (2014). tDCS-enhanced motor and cognitive function in neurological diseases. *NeuroImage*, *85*, 934-947. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2013.05.098

Forkstam, C., & Petersson, K. M. (2005). Towards an explicit account of implicit learning. *Current Opinion in Neurology*, *18*(4), 435-441. https://doi.org/10.1097/01.wco.0000171951.82995.c4

Fox, M. D., Corbetta, M., Snyder, A. Z., Vincent, J. L., & Raichle, M. E. (2006). Spontaneous neuronal activity distinguishes human dorsal and ventral attention systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *103*(26), 10046-10051. https://doi.org/doi:10.1073/pnas.0604187103

Fox, M. D., Corbetta, M., Snyder, A. Z., Vincent, J. L., & Raichle, M. E. (2006). Spontaneous neuronal activity distinguishes human dorsal and ventral attention systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *103*(26), 10046-10051. https://doi.org/10.1073/pnas.060418710

Fray, P., J, W. Robbins, T., & J. Sahakian, B. (1996). Neuorpsychiatyric applications of CANTAB. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, *11*(4), 329-336. https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1166(199604)11:4<329::AID-GPS453>3.0.CO;2-6

Frensch, P. A. (1998). One concept, multiple meanings: On how to define the concept of implicit learning. In M. A. Stadler & P. A. Frensch (Eds.), *Handbook of implicit learning* (pp. 47-104). Sage.

Frensch, P. A., & Rünger, D. (2003). Implicit learning. *Current Directions in Psychological Science*, *12*(1), 13-18. https://doi.org/10.1111/1467-8721.01213

Friedman-Hill, S. R., Robertson, L. C., Desimone, R., & Ungerleider, L. G. (2003). Posterior parietal cortex and the filtering of distractors. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *100*(7), 4263-4268. https://doi.org/10.1073/pnas.0730772100

Galli, G., Vadillo, M. A., Sirota, M., Feurra, M., & Medvedeva, A. (2019). A systematic review and meta-analysis of the effects of Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) on episodic memory. *Brain Stimulation*, *12*(2), 231-241. https://doi.org/10.1016/j.brs.2018.11.008

Gavin, C. F., & Theibert, A. B. (2020). Learning and memory. In F. Amthor, W. A. B. Theibert, D. G. Standaert, & E. Roberson (Eds.), *Essentials of Modern Neuroscience* (pp. 329-340). McGraw Hill.

Geng, J. J., & Mangun, G. R. (2011). Right temporoparietal junction activation by a salient contextual cue facilitates target discrimination. *NeuroImage*, *54*(1), 594-601. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.08.025

Geng, J. J., & Vossel, S. (2013). Re-evaluating the role of TPJ in attentional control: Contextual updating? *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 37(10, Part 2), 2608-2620. https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2013.08.010

Geschwind, N., & Behan, P. (1982). Left-handedness: association with immune disease, migraine, and developmental learning disorder. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *79*(16), 5097-5100. https://doi.org/doi:10.1073/pnas.79.16.5097

Giglia, G., Mattaliano, P., Puma, A., Rizzo, S., Fierro, B., & Brighina, F. (2011). Neglect-like effects induced by tDCS modulation of posterior parietal cortices in healthy subjects. *Brain Stimulation*, *4*(4), 294-299. https://doi.org/10.1016/j.brs.2011.01.003

Golden, C. J. (1976). Identification of brain disorders by the Stroop Color and Word Test. *Journal of Clinical Psychology*, 32, 654-658. https://doi.org/10.1002/1097-4679(197607)32:3<654::AID-JCLP2270320336>3.0.CO;2-Z

Goldthorpe, R. A., Rapley, J. M., & Violante, I. R. (2020). A systematic review of non-invasive brain stimulation applications to memory in healthy aging. *Frontiers in Neurology*, *11*, 575075. htpps://doi.org/ 10.3389/fneur.2020.575075

Goujon, A., Didierjean, A., & Marmèche, E. (2009). Semantic contextual cuing and visual attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *35*(1), 50-71. https://doi.org/10.1037/0096-1523.35.1.50

Graf, P., Uttl, B., & Tuokko, H. (1995). Color and picture-word stroop tests: Performance changes in old age. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *17*(3), 390-415. https://doi.org/10.1080/01688639508405132

Grasso, P. A., Tonolli, E., & Miniussi, C. (2020). Effects of different transcranial direct current stimulation protocols on visuo-spatial contextual learning formation: evidence of homeostatic regulatory mechanisms. *Scientific Reports*, *10*(1), 1-14. https://doi.org/10.1038/s41598-020-61626-7

Grasso, P. A., Tonolli, E., Bortoletto, M., & Miniussi, C. (2021). tDCS over posterior parietal cortex increases cortical excitability but decreases learning: An ERPs and TMS-EEG study. *Brain Research*, *1753*, 147227. https://doi.org/10.1016/j.brainres.2020.147227

Greene, N. R., Martin, B. A., & Naveh-Benjamin, M. (2021). The effects of divided attention at encoding and at retrieval on multidimensional source memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *47*(11), 1870-1887. https://doi.org/10.1037/xlm0001051

Gregoriou, G. G., Gotts, S. J., Zhou, H., & Desimone, R. (2009). High-frequency, long-range coupling between prefrontal and visual cortex during attention. *Science*, *324*(5931), 1207-1210. https://doi.org/doi:10.1126/science.1171402

Han, Y., Tan, Z., Zhuang, H., & Qian, J. (2022). Contrasting effects of exogenous and endogenous attention on size perception. *British Journal of Psychology*, *113*(1), 153-175. https://doi.org/https://doi.org/10.1111/bjop.12529

Hanning, N. M., Deubel, H., & Szinte, M. (2019). Sensitivity measures of visuospatial attention. *Journal of Vision*, *19*(12), 17-17. https://doi.org/10.1167/19.12.17

Harris, A. M., & Remington, R. W. (2020). Late guidance resolves the search slope paradox in contextual cueing. *Psychonomic Bulletin and Review*, *27*(6), 1300-1308. https://doi.org/10.3758/s13423-020-01788-7

Haselgrove, M. (2016). Overcoming associative learning. *Journal of Comparative Psychology*, *130*, 226-240. https://doi.org/10.1037/a0040180

Hazarika, J., & Dasgupta, R. (2020). Neural correlates of action video game experience in a visuospatial working memory task. *Neural Computing and Applications*, *32*(8), 3431-3440. https://doi.org/10.1007/s00521-018-3713-9

He, B. J., Snyder, A. Z., Vincent, J. L., Epstein, A., Shulman, G. L., & Corbetta, M. (2007). Breakdown of functional connectivity in frontoparietal networks underlies behavioral deficits in spatial neglect. *Neuron*, *53*(6), 905-918. https://doi.org/10.1016/j.neuron.2007.02.013

Heilman, K. M., & Abell, T. V. D. (1980). Right hemisphere dominance for attention: The mechanism underlying hemispheric asymmetries of inattention (neglect), *Neurology, 30*(3), 327-327. https://doi.org/10.1212/wnl.30.3.327

Hill, A. T., Fitzgerald, P. B., & Hoy, K. E. (2016). Effects of anodal transcranial direct current stimulation on working memory: A systematic review and meta-analysis of findings from healthy and neuropsychiatric populations. *Brain Stimulation*, *9*(2), 197-208. https://doi.org/10.1016/j.brs.2015.10.006

Hirakawa, Y., Takeda, K., Tanabe, S., Koyama, S., Ueda, T., Morishima, K., Iwai, M., Kuno, S., Motoya, I., Sakurai, H., & Kanada, Y. (2019). Effects of transcranial direct current stimulation of the posterior parietal cortex on the control of visual attention. *Neurophysiology*, *51*(1), 51-56. https://doi.org/10.1007/s11062-019-09790-z

Hisli, N. (1989). Beck Depresyon Envanterinin üniversite öğrencileri için geçerliği, güvenirliği. *Psikoloji Dergisi*, *7*(23), 3-13.

Hopfinger, J. B., Buonocore, M. H., & Mangun, G. R. (2000). The neural mechanisms of top-down attentional control. *Nature Neuroscience*, *3*(3), 284-291. https://doi.org/10.1038/72999

Howes, M. (2007). *Human memory: structures and images.*Sage. https://doi.org/10.4135/9781483329222

Hurley, R., & Machado, L. (2018). Using transcranial direct current stimulation to improve verbal working memory: A detailed review of the methodology. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *40*(8), 790-804. https://doi.org/10.1080/13803395.2018.1434133

Izquierdo, I., Medina, J. H., Vianna, M. R. M., Izquierdo, L. A., & Barros, D. M. (1999). Separate mechanisms for short- and long-term memory. *Behavioural Brain Research*, *103*(1), 1-11. https://doi.org/10.1016/S0166-4328(99)00036-4

James, W. (1890). *The principles of psychology: Vol. 1*. Henry Holt and Company.

Jamil, A., & Nitsche, M. A. (2017). What effect does tDCS have on the brain? Basic Physiology of tDCS. *Current Behavioral Neuroscience Reports*, *4*(4), 331-340. https://doi.org/10.1007/s40473-017-0134-5

Jiang, Y. V., Sisk, C. A., & Toh, Y. N. (2019). Implicit guidance of attention in contextual cueing: Neuropsychological and developmental evidence. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 105, 115-125. https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2019.07.002

Jiang, Y. V., Swallow, K. M., & Rosenbaum, G. M. (2013). Guidance of spatial attention by incidental learning and endogenous cuing. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *39*(1), 285-297. https://doi.org/10.1037/a0028022

Jiang, Y., & Chun, M. M. (2001). Selective attention modulates implicit learning. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, *54*(4), 1105-1124. https://doi.org/10.1080/713756001

Jiang, Y., & Chun, M. M. (2003). Contextual cueing: Reciprocal influences between attention and implicit learning. In L. Jiménez (Ed.), *Attention and implicit*

learning. (pp. 277-296). John Benjamins Publishing Company. https://doi.org/10.1075/aicr.48.15jia

Jiang, Y., & Leung, A. W. (2005). Implicit learning of ignored visual context. *Psychonomic Bulletin and Review*, *12*(1), 100-106. https://doi.org/10.3758/BF03196353

Jiang, Y., Song, J.-H., & Rigas, A. (2005). High-capacity spatial contextual memory. *Psychonomic Bulletin and Review*, *12*(3), 524-529. https://doi.org/10.3758/BF03193799

Jongkees, B. J., Immink, M. A., Boer, O. D., Yavari, F., Nitsche, M. A., & Colzato, L. S. (2019). The effect of cerebellar tDCS on sequential motor response selection. *The Cerebellum*, *18*(4), 738-749. https://doi.org/10.1007/s12311-019-01029-1

Jonides, J., Lewis, R. L., Nee, D. E., Lustig, C. A., Berman, M. G., & Moore, K. S. (2008). The mind and brain of short-term memory. *Annual Review of Psychology*, *59*(1), 193-224. https://doi.org/10.1146/annurev.psych.59.103006.093615

Kalberlah, C., Chen, Y., Heinzle, J., & Haynes, J.-D. (2011). Beyond topographic representation: Decoding visuospatial attention from local activity patterns in the human frontal cortex. *International Journal of Imaging Systems and Technology*, *21*(2), 201-210. https://doi.org/10.1002/ima.20278

Kandel, E. R., Koester, J. D., Mack, S. H., & Siegelbaum, S. A. (2021). *Principles of neural science* (6th ed.). McGraw Hill.

Kang, E. K., & Paik, N. J. (2011). Effect of a tDCS electrode montage on implicit motor sequence learning in healthy subjects. *Experimental and Translational Stroke Medicine*, *3*(1), 1-6. https://doi.org/10.1186/2040-7378-3-4

Kantak, S. S., Mummidisetty, C. K., & Stinear, J. W. (2012). Primary motor and premotor cortex in implicit sequence learning-evidence for competition between implicit and explicit human motor memory systems. *European Journal of Neuroscience*, *36*(5), 2710-2715. https://doi.org/10.1111/j.1460-9568.2012.08175.x

Karakaş, S., Erdoğan Bakar, E., & Doğutepe Dinçer, E. (2013a). *Nöropsikolojik testlerin yetişkinler için araştırma ve geliştirme çalışmaları: BİLNOT-yetişkin: Cilt-I* (3 ed.). Eğitim Yayınevi.

Karakaş, S., Erdoğan Bakar, E., & Doğutepe Dinçer, E. (2013b). *Nöropsikolojik testlerin yetişkinler için araştırma ve geliştirme çalışmaları: Ekler* (3 ed.). Eğitim Yayınevi.

Karakaş, S., Erdoğan, E., Soysal, Ş., Ulusoy, T., Yüceyurt Ulusoy, İ., & Alkan, S. (1999). Stroop Testi TBAG Formu: Türk kültürüne standardizasyon çalışmaları, güvenirlik ve geçerlik. *Journal of Clinical Psychiatry*, *2*(2), 75-88.

Kastner, S., Pinsk, M. A., De Weerd, P., Desimone, R., & Ungerleider, L. G. (1999). Increased activity in human visual cortex during directed attention in the absence of visual stimulation. *Neuron*, *22*(4), 751-761. https://doi.org/10.1016/S0896-6273(00)80734-5

Kawahara, J. I. (2007). Auditory-visual contextual cuing effect. *Perception and Psychophysics*, *69*(8), 1399-1408. https://doi.org/10.3758/BF03192955

Ke, Y., Wang, N., Du, J., Kong, L., Liu, S., Xu, M., An, X., & Ming, D. (2019). The effects of transcranial direct current stimulation (tDCS) on working memory training in healthy young adults. *Frontiers in Human Neuroscience*, *13*, 19. https://doi.org/10.3389/fnhum.2019.00019

Kemmerer, S. K., de Graaf, T. A., ten Oever, S., Erkens, M., De Weerd, P., & Sack, A. T. (2022a). Parietal but not temporoparietal alpha-tACS modulates endogenous visuospatial attention. *Cortex*, *154*, 149-166. https://doi.org/10.1016/j.cortex.2022.01.021

Kemmerer, S. K., Sack, A. T., de Graaf, T. A., ten Oever, S., De Weerd, P., & Schuhmann, T. (2022b). Frequency-specific transcranial neuromodulation of alpha power alters visuospatial attention performance. *Brain Research*, *1782*, 147834. https://doi.org/10.1016/j.brainres.2022.147834

Kern, R. S., Hartzell, A. M., Izaguirre, B., & Hamilton, A. H. (2010). Declarative and nondeclarative memory in schizophrenia: What is impaired? What is spared? *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *32*(9), 1017-1027. https://doi.org/10.1080/13803391003671166

Kessels, R. P., van Zandvoort, M. J., Postma, A., Kappelle, L. J., & de Haan, E. H. (2000). The Corsi Block-Tapping Task: Standardization and normative data. *Applied Neuropsychology*, *7*(4), 252-258. https://doi.org/10.1207/s15324826an0704_8

Kincses, T. Z., Antal, A., Nitsche, M. A., Bártfai, O., & Paulus, W. (2004). Facilitation of probabilistic classification learning by transcranial direct current stimulation of the prefrontal cortex in the human. *Neuropsychologia*, 42(1), 113-117. https://doi.org/10.1016/S0028-3932(03)00124-6

Kleiner, M., Brainard, D. H., & Pelli, D. (2007). What's new in Psychtoolbox-3? *Perception*, *36*, 1-16. https://doi.org/10.1177/030100660703605101

Ko, M.-H., Han, S.-H., Park, S.-H., Seo, J.-H., & Kim, Y.-H. (2008). Improvement of visual scanning after DC brain polarization of parietal cortex in stroke patients with spatial neglect. *Neuroscience Letters*, *448*(2), 171-174. https://doi.org/10.1016/j.neulet.2008.10.050

Kolb, B., & Whishaw, I. Q. (2015). *Fundamentals of human neuropsychology* (7th ed.). Worth Publishers.

Kravitz, D. J., Saleem, K. S., Baker, C. I., & Mishkin, M. (2011). A new neural framework for visuospatial processing. *Nature Reviews Neuroscience*, *12*(4), 217-230. https://doi.org/10.1038/nrn3008

Krebs, C., Klöppel, S., Heimbach, B., & Peter, J. (2020). Education moderates the effect of tDCS on episodic memory performance in cognitively impaired patients. *Brain Stimulation: Basic, Translational, and Clinical Research in Neuromodulation*, *13*(5), 1396-1398. https://doi.org/10.1016/j.brs.2020.07.008

Kuhl, B. A., & Chun, M. M. (2014). Memory and attention. In S. Kastner (Ed.), *The oxford handbook of attention* (pp. 806-836). Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199675111.013.034

Kunar, M., Flusberg, S., & Wolfe, J. (2007). Time to guide: Evidence for delayed attentional guidance in contextual cueing. *Journal of Vision*, *7*(9), 711-711. https://doi.org/10.1167/7.9.711

Kuo, M. F., & Nitsche, M. A. (2012). Effects of transcranial electrical stimulation on cognition. *Clinical EEG and Neuroscience*, *43*(3), 192-199. https://doi.org/10.1177/1550059412444975

Lanssens, A., Pizzamiglio, G., Mantini, D., & Gillebert, C. R. (2020). Role of the Dorsal Attention Network in distracter suppression based on features. *Cognitive Neuroscience*, *11*(1-2), 37-46. https://doi.org/10.1080/17588928.2019.1683525

Le Pelley, M. E. (2004). The role of associative history in models of associative learning: A selective review and a hybrid model. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology B: Comparative and Physiological Psychology*, *57B*, 193-243. https://doi.org/10.1080/02724990344000141

Le, T. H., Pardo, J. V., & Hu, X. (1998). 4 T-fMRI study of nonspatial shifting of selective attention: Cerebellar and parietal contributions. *Journal of Neurophysiology*, *79*(3), 1535-1548. https://doi.org/10.1152/jn.1998.79.3.1535

Lefaucheur, J. P., & Wendling, F. (2019). Mechanisms of action of tDCS: A brief and practical overview. *Neurophysiologie Clinique*, *49*(4), 269-275. https://doi.org/10.1016/j.neucli.2019.07.013

Lewicki, P., Czyzewska, M., & Hoffman, H. (1987). Unconscious acquisition of complex procedural knowledge. J*ournal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *13*(4), 523-530. https://doi.org/10.1037/0278-7393.13.4.523

Libedinsky, C., & Livingstone, M. (2011). Role of prefrontal cortex in conscious visual perception. *The Journal of Neuroscience*, *31*(1), 64-69. https://doi.org/10.1523/jneurosci.3620-10.2011

Liebetanz, D., Nitsche, M. A., Tergau, F., & Paulus, W. (2002). Pharmacological approach to the mechanisms of transcranial DC-stimulation-induced after-effects of human motor cortex excitability. *Brain*, *125*(10), 2238-2247. https://doi.org/10.1093/brain/awf238

Liebrand, M., Karabanov, A., Antonenko, D., Flöel, A., Siebner, H. R., Classen, J., Kramer, U. M., & Tzvi, E. (2020). Beneficial effects of cerebellar tDCS on motor learning are associated with altered putamen-cerebellar connectivity: A simultaneous

tDCS-fMRI study. *Neuroimage*, *223*, 117363. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2020.117363

Lim, Y. I., & Pratt, J. (2023). The interaction of internal and external attention. *Attention, Perception and Psychophysics*, *85*(1), 52–63. https://doi.org/10.3758/s13414-022-02577-1

Lindgren, S. D., & Benton, A. L. (1980). Developmental patterns of visuospatial judgment. *Journal of Pediatric Psychology*, *5*(2), 217-225. https://doi.org/10.1093/jpepsy/5.2.217

Lo, O., van Donkelaar, P., Chou, L. S., & Manor, B. (2017). Effects of transcranial direct current stimulation (tDCS) over right posterior parietal cortex (PPC) on attention function in healthy young adults. *Brain Stimulation*, *10*(2), 497-498. https://doi.org/10.1016/j.brs.2017.01.454

Long, N. M., Kuhl, B. A., & Chun, M. M. (2019). Memory and attention. In J. T. Wixted (Ed.), *Stevens' handbook of experimental psychology and cognitive neuroscience* (pp. 1-37). https://doi.org/10.1002/9781119170174.epcn109

Macaluso, E., & Doricchi, F. (2013). Attention and predictions: Control of spatial attention beyond the endogenous-exogenous dichotomy. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, 685. https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00685

MacLean, K. A., Aichele, S. R., Bridwell, D. A., Mangun, G. R., Wojciulik, E., & Saron, C. D. (2009). Interactions between endogenous and exogenous attention during vigilance. *Attention, Perception, and Psychophysics*, 71(5), 1042-1058. https://doi.org/10.3758/APP.71.5.1042

MacLeod, C. M. (2014). The Stroop Effect. In R. Luo (Ed.), *Encyclopedia of color science and technology* (pp. 1-6). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-27851-8_67-1

Mahr, J. B., & Csibra, G. (2018). Why do we remember? The communicative function of episodic memory. *Behavioral and Brain Sciences*, *41*, e1. https://doi.org/10.1017/S0140525X17000012

Makovski, T. (2017). Learning “what” and “where” in visual eearch. *Japanese Psychological Research*, 59(2), 133-143. https://doi.org/10.1111/jpr.12146

Marois, R., Chun, M. M., & Gore, J. C. (2000). Neural correlates of the attentional blink. *Neuron*, *28*(1), 299-308. https://doi.org/10.1016/S0896-6273(00)00104-5

Mars, R. B., Sallet, J., Schüffelgen, U., Jbabdi, S., Toni, I., & Rushworth, M. F. S. (2011). Connectivity-based subdivisions of the human right "temporoparietal junction area": Evidence for different areas participating in different cortical networks. *Cerebral Cortex*, *22*(8), 1894-1903. https://doi.org/10.1093/cercor/bhr268

Martincevic, M., & Vranic, A. (2020). Casual game or cognitive gain: Multitask casual game as a training for young adults. *Journal of Cognitive Enhancement*, *4*(4), 434-445. https://doi.org/10.1007/s41465-020-00173-5

Mathews, R. C., Buss, R. R., Stanley, W. B., Blanchard-Fields, F., Cho, J. R., & Druhan, B. (1989). Role of implicit and explicit processes in learning from examples: A synergistic effect. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *15*(6), 1083-1100. https://doi.org/10.1037/0278-7393.15.6.1083

McDougall, W. (1923). *Outline of psychology*. Scribners.

McKinley, R. A., McIntire, L. K., Nelson, J. M., & Nelson, J. T. (2014). Acceleration of procedural learning with transcranial direct current stimulation (tDCS). *Brain Stimulation: Basic, Translational, and Clinical Research in Neuromodulation*, *7*(2), e4-e5. https://doi.org/10.1016/j.brs.2014.01.020

McKinley, R. A., McIntire, L., Nelson, J., Nelson, J., & Goodyear, C. (2017). The effects of transcranial direct current stimulation (tDCS) on training during a complex procedural task. In Ayaz. H., & Asgher, U. (Eds.), *Advances in neuroergonomics and cognitive engineering* (pp. 173-183). Springer.

Medeiros, L. F., de Souza, I. C., Vidor, L. P., de Souza, A., Deitos, A., Volz, M. S., Fregni, F., Caumo, W., & Torres, I. L. (2012). Neurobiological effects of transcranial direct current stimulation: A review. *Frontiers in Psychiatry*, *3*, 110. https://doi.org/10.3389/fpsyt.2012.00110

Meister, I. G., Wienemann, M., Buelte, D., Grünewald, C., Sparing, R., Dambeck, N., & Boroojerdi, B. (2006). Hemiextinction induced by transcranial

magnetic stimulation over the right temporo-parietal junction. *Neuroscience*, 142(1), 119-123. https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2006.06.023

Mesulam, M. M. (1999). Spatial attention and neglect: parietal, frontal and cingulate contributions to the mental representation and attentional targeting of salient extrapersonal events. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B: Biological Sciences*, *354(*1387), 1325-1346. https://doi.org/10.1098/rstb.1999.0482

Meyers, J. E., & Meyers, K. R. (1995). *Rey complex figure test and recognition trial: Professional manual*. Psychological Assessment Resources.

Middag-van Spanje, M., Duecker, F., Gallotto, S., de Graaf, T. A., van Heugten, C., Sack, A. T., & Schuhmann, T. (2022). Transcranial magnetic stimulation over posterior parietal cortex modulates alerting and executive control processes in attention. *European Journal of Neuroscience*, *56*(10), 5853-5868. https://doi.org/10.1111/ejn.15830

Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, *63*(2), 81-97. https://doi.org/10.1037/h0043158

Milner, B. (1971). Interhemispheric differences in the localization of psychological processes in man. *British Medical Bulletin*, 27(3), 272-277. https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.bmb.a070866

Mitchell, C. J., De Houwer, J., & Lovibond, P. F. (2009). The propositional nature of human associative learning. *Behavioral and Brain Sciences*, *32*(2), 183-198. https://doi.org/10.1017/S0140525X09000855

Mitrushina, M., Boone, K. B., Razani, J., & D'Elia, L. F. (2005). *Handbook of normative data for neuropsychological assessment* (2nd ed.) Oxford University Press.

Modolo, J., Denoyer, Y., Wendling, F., & Benquet, P. (2018). Physiological effects of low-magnitude electric fields on brain activity: Advances from in vitro, in vivo and in silico models. *Current Opinion in Biomedical Engineering*, *8*, 38-44. https://doi.org/10.1016/j.cobme.2018.09.006

Monte-Silva, K., Kuo, M.-F., Hessenthaler, S., Fresnoza, S., Liebetanz, D., Paulus, W., & Nitsche, M. A. (2013). Induction of late LTP-like plasticity in the human

motor cortex by repeated non-invasive brain stimulation. *Brain Stimulation*, *6*(3), 424-432. https://doi.org/10.1016/j.brs.2012.04.011

Moore, T., & Armstrong, K. M. (2003). Selective gating of visual signals by microstimulation of frontal cortex. *Nature*, *421*(6921), 370-373. https://doi.org/10.1038/nature01341

Moos, K., Vossel, S., Weidner, R., Sparing, R., & Fink, G. R. (2012). Modulation of top-down control of visual attention by cathodal tDCS over right IPS. *The Journal of Neuroscience*, *32*(46), 16360-16368. https://doi.org/10.1523/jneurosci.6233-11.2012

Mueller, S. T., & Piper, B. J. (2014). The Psychology Experiment Building Language (PEBL) and PEBL test battery. *Journal of Neuroscience Methods*, *222*, 250-259. https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2013.10.024

Muggleton, N. G., Kalla, R., Juan, C. H., & Walsh, V. (2011). Dissociating the contributions of human frontal eye fields and posterior parietal cortex to visual search. *Journal of Neurophysiology*, 105(6), 2891-2896. https://doi.org/10.1152/jn.01149.2009

Mulligan, N. W., Spataro, P., & West, J. T. (2023). Memory and attention: A double dissociation between memory encoding and memory retrieval. *Cognition*, *238*, 105509. https://doi.org/10.1016/j.cognition.2023.105509

Nakashima, S., Koeda, M., Ikeda, Y., Hama, T., Funayama, T., Akiyama, T., Arakawa, R., Tateno, A., Suzuki, A., & Okubo, Y. (2021). Effects of anodal transcranial direct current stimulation on implicit motor learning and language-related brain function: An fMRI study. *Psychiatry and Clinical Neurosciences*, *75*(6), 200-207. https://doi.org/10.1111/pcn.13208

Naveh-Benjamin, M., Craik, F. I. M., Guez, J., & Dori, H. (1998). Effects of divided attention on encoding and retrieval processes in human memory: Further support for an asymmetry. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *24*(5), 1091-1104. https://doi.org/10.1037/0278-7393.24.5.1091

Naveh-Benjamin, M., Craik, F. I. M., Perretta, J. G., & Tonev, S. T. (2000). The effects of divided attention on encoding and retrieval processes: The resiliency of

retrieval processes. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, *53*(3), 609-625. https://doi.org/10.1080/713755914

Nguyen, K. N., Watanabe, T., & Andersen, G. J. (2020). Role of endogenous and exogenous attention in task-relevant visual perceptual learning. *Plos One*, *15*(8), e0237912. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0237912

Nilsson, J., Lebedev, A. V., & Lövdén, M. (2015). No significant effect of prefrontal tDCS on working memory performance in older adults. *Frontiers in Aging Neuroscience*, *7*, Article 230. https://doi.org/10.3389/fnagi.2015.00230

Nitsche, M. A., & Paulus, W. (2000). Excitability changes induced in the human motor cortex by weak transcranial direct current stimulation. *The Journal of Physiology*, *527*(3), 633-639. https://doi.org/10.1111/j.1469-7793.2000.t01-1-00633.x

Nitsche, M. A., & Paulus, W. (2001). Sustained excitability elevations induced by transcranial DC motor cortex stimulation in humans. *Neurology*, *57*(10), 1899-1901. https://doi.org/10.1212/wnl.57.10.1899

Nitsche, M. A., Cohen, L. G., Wassermann, E. M., Priori, A., Lang, N., Antal, A., Paulus, W., Hummel, F., Boggio, P. S., Fregni, F., & Pascual-Leone, A. (2008). Transcranial Direct Current Stimulation: State of the art 2008. *Brain Stimulation*, *1*(3), 206-223. https://doi.org/10.1016/j.brs.2008.06.004

Nitsche, M. A., Doemkes, S., Karaköse, T., Antal, A., Liebetanz, D., Lang, N., Tergau, L. F., & Paulus, W. (2007). Shaping the effects of transcranial direct current stimulation of the human motor cortex. *Journal of Neurophysiology*, *97*(4), 3109-3117. https://doi.org/10.1152/jn.01312.2006

Nitsche, M. A., Fricke, K., Henschke, U., Schlitterlau, A., Liebetanz, D., Lang, N., Henning, S., Tergau, F., & Paulus, W. (2003). Pharmacological modulation of cortical excitability shifts induced by transcranial direct current stimulation in humans. *The Journal of Physiology*, *553*(1), 293-301. https://doi.org/10.1113/jphysiol.2003.049916

Nitsche, M. A., Liebetanz, D., Antal, A., Lang, N., Tergau, F., & Paulus, W. (2003). Modulation of cortical excitability by weak direct current stimulation - technical, safety and functional aspects. In W. Paulus, F. Tergau, M. A. Nitsche, J. G.

Rothwell, U. Ziemann, & M. Hallett (Eds.), *Supplements to clinical neurophysiology*: *Vol. 56* (pp. 255-276). Elsevier. https://doi.org/10.1016/S1567-424X(09)70230-2

Nitsche, M. A., Liebetanz, D., Schlitterlau, A., Henschke, U., Fricke, K., Frommann, K., Lang, N., Henning, S., Paulus, W., & Tergau, F. (2004). GABAergic modulation of DC stimulation-induced motor cortex excitability shifts in humans. *European Journal of Neuroscience*, *19*(10), 2720-2726. https://doi.org/10.1111/j.0953-816X.2004.03398.x

Nitsche, M. A., Nitsche, M. S., Klein, C. C., Tergau, F., Rothwell, J. C., & Paulus, W. (2003). Level of action of cathodal DC polarisation induced inhibition of the human motor cortex. *Clinical Neurophysiology*, *114*(4), 600-604. https://doi.org/10.1016/S1388-2457(02)00412-1

Nitsche, M. A., Schauenburg, A., Lang, N., Liebetanz, D., Exner, C., Paulus, W., & Tergau, F. (2003). Facilitation of implicit motor learning by weak transcranial direct current stimulation of the primary motor cortex in the human. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *15*(4), 619-626. https://doi.org/10.1162/089892903321662994

Nitsche, M. A., Seeber, A., Frommann, K., Klein, C. C., Rochford, C., Nitsche, M. S., Fricke, K., Liebetanz, D., Lang, N., Antal, A., Paulus, W., & Tergau, F. (2005). Modulating parameters of excitability during and after transcranial direct current stimulation of the human motor cortex. *The Journal of Physiology*, *568*(1), 291-303. https://doi.org/10.1113/jphysiol.2005.092429

Nitsche, M.A., Schauenburg, A., Lang, N., Liebetanz, D., Exner, C., Paulus, W., Tergau, F., 2003. Facilitation of implicit motor learning by weak Transcranial Direct Current Stimulation of the primary motor cortex in the human. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *15*, 619-626.

Norris, D. (2017). Short-term memory and long-term memory are still different. *Psychological Bulletin*, *143*(9), 992-1009. https://doi.org/10.1037/bul0000108

Oberauer, K. (2002). Access to information in working memory: Exploring the focus of attention. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *28*(3), 411-421. https://doi.org/10.1037/0278-7393.28.3.411

Oberauer, K. (2009). Design for a working memory. In B. H. Ross (Ed.), *Psychology of learning and motivation: Vol. 51*, (pp. 45-100). Academic Press. https://doi.org/10.1016/S0079-7421(09)51002-X

Oldfield, R. C. (1971). The assessment and analysis of handedness: The Edinburgh Inventory. *Neuropsychologia*, 9(1), 97-113. https://doi.org/10.1016/0028-3932(71)90067-4

Olson, I. R., & Chun, M. M. (2001). Temporal contextual cuing of visual attention. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *27*, 1299-1313. https://doi.org/10.1037/0278-7393.27.5.1299

Olson, I. R., & Chun, M. M. (2001). Temporal contextual cuing of visual attention. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *27*, 1299-1313. https://doi.org/10.1037/0278-7393.27.5.1299

Olson, I. R., Chun, M. M., & Allison, T. (2001). Contextual guidance of attention: Human intracranial event-related potential evidence for feedback modulation in anatomically early temporally late stages of visual processing. *Brain*, *124*(7), 1417-1425. https://doi.org/10.1093/brain/124.7.1417

Ono, F., Jiang, Y., & Kawahara, J. I. (2005). Intertrial temporal contextual cuing: Association across successive visual search trials guides spatial attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *31*(4), 703-712. https://doi.org/10.1037/0096-1523.31.4.703

Onofrj, V., Chiarelli, A. M., Wise, R., Colosimo, C., & Caulo, M. (2022). Interaction of the salience network, ventral attention network, dorsal attention network and default mode network in neonates and early development of the bottom-up attention system. *Brain Structure and Function*, *227*(5), 1843-1856. https://doi.org/10.1007/s00429-022-02477-y

Opitz, A., Falchier, A., Linn, G. S., Milham, M. P., & Schroeder, C. E. (2017). Limitations of ex vivo measurements for in vivo neuroscience. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *114*(20), 5243-5246. https://doi.org/doi:10.1073/pnas.1617024114

Orsini, A. (1994). Corsi's Block-Tapping Test: Standardization and concurrent validity with WISC-R for children aged 11 to 16. *Perceptual and Motor Skills*, *79*(3_suppl), 1547-1554. https://doi.org/10.2466/pms.1994.79.3f.1547

Orsini, A., Grossi, D., Capitani, E., Laiacona, M., Papagno, C., & Vallar, G. (1987). Verbal and spatial immediate memory span: Normative data from 1355 adults and 1112 children. *The Italian Journal of Neurological Sciences*, *8*(6), 537-548. https://doi.org/10.1007/BF02333660

Osterrieth, P. A. (1944/1993). The Complex Figure Copy Test (J. Corwin, and F.W. Bylsma, Trans.). *The Clinical Neuropsychologist*, *7 (1)*, 3-21. (Original work published 1944)

Ozaki, T. J. (2011). Frontal-to-parietal top-down causal streams along the Dorsal Attention Network exclusively mediate voluntary orienting of attention. *Plos One*, *6*(5), e20079. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0020079

Ozaki, T. J., & Ogawa, S. (2009). Causality analysis defines neural streams of orienting and holding of attention. *NeuroReport*, *20*(15), 1371-1375. https://doi.org/10.1097/WNR.0b013e3283313ef3

Parkin, A. J., Reid, T. K., & Russo, R. (1990). On the differential nature of implicit and explicit memory. *Memory and Cognition*, *18*(5), 507-514. https://doi.org/10.3758/BF03198483

Paulus, W. (2011). Transcranial electrical stimulation (tES-tDCS; tRNS, tACS) methods. *Neuropsychological Rehabilitation*, *21*(5), 602-617. https://doi.org/10.1080/09602011.2011.557292

Pavlov, I. P. (1927). *Conditioned reflexes: An investigation of the physiological activity of the cerebral cortex*. Oxford University Press.

Peelen, M. V., Heslenfeld, D. J., & Theeuwes, J. (2004). Endogenous and exogenous attention shifts are mediated by the same large-scale neural network. *NeuroImage*, *22*(2), 822-830. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2004.01.044

Pelletier, S. J., & Cicchetti, F. (2015). Cellular and molecular mechanisms of action of transcranial direct current stimulation: Evidence from in vitro and in vivo

models. *International Journal of Neuropsychopharmacology*, *18*(2). https://doi.org/10.1093/ijnp/pyu047

Pelli, D. G. (1997). The VideoToolbox software for visual psychophysics: transforming numbers into movies. *Spatial Vision*, *10*(4), 437-442. https://doi.org/10.1163/156856897X00366

Perruchet, P., & Vinter, A. (1998). Learning and development: The implicit knowledge assumption reconsidered. In M. A. Stadler & P. A. Frensch (Eds.) *Handbook of implicit learning*. (pp. 495-531). Sage.

Pollmann, S. (2019). Working memory dependence of spatial contextual cueing for visual search. *British Journal of Psychology*, *110*(2), 372-380. https://doi.org/10.1111/bjop.12311

Preciado, D., Munneke, J., & Theeuwes, J. (2017). Mixed signals: The effect of conflicting reward- and goal-driven biases on selective attention. *Attention, Perception, and Psychophysics*, *79*(5), 1297-1310. https://doi.org/10.3758/s13414-017-1322-9

Purves, D., Augustine, G., Fitzpatrick, D., Hall, W., LaMantia, A., White, L., Mooney, R., & Platt, M. (2018). *Neuroscience* (6th ed.), Sinauer Associates.

Qualls, C. E., Bliwise, N. G., & Stringer, A. Y. (2000). Short forms of The Benton Judgment of Line Orientation Test: Development and psychometric properties. *Archives of Clinical Neuropsychology*, *15*(2), 159-163. https://doi.org/10.1016/S0887-6177(98)00043-2

Rafal, R. D., & Posner, M. I. (1987). Deficits in human visual spatial attention following thalamic lesions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, *84*(20), 7349-7353. https://doi.org/doi:10.1073/pnas.84.20.7349

Reber, A. (2006). Implicit learning. In L. Nadel (Ed.), *Encyclopedia of Cognitive Science* (pp. 3663-3668). https://doi.org/10.1002/0470018860.s00550

Reber, A. S. (1989). Implicit learning and tacit knowledge. *Journal of Experimental Psychology: General*, *118*(3), 219-235. https://doi.org/10.1037/0096-3445.118.3.219

Repovš, G., & Baddeley, A. (2006). The multi-component model of working memory: Explorations in experimental cognitive psychology. *Neuroscience*, *139*(1), 5-21. https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2005.12.061

Rey, A. (1993). Psychological examination of traumatic encephalopathy (J. Corwin, and F.W. Bylsma, Trans.), *Clinical Neuropsychologist*, *7*(1), 3-21. https://10.1080/13854049308401883 (Original work published 1941).

Ritzinger, B., Huberle, E., & Karnath, H. O. (2012). Bilateral theta-burst TMS to influence global Gestalt perception. *Plos One*, *7*(10), e47820. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0047820

Rivera-Urbina, G. N., Molero-Chamizo, A., & Nitsche, M. A. (2022). Discernible effects of tDCS over the primary motor and posterior parietal cortex on different stages of motor learning. *Brain Structure and Function*, *227*(3), 1115-1131. https://doi.org/10.1007/s00429-021-02451-0

Roe, J. M., Nesheim, M., Mathiesen, N. C., Moberget, T., Alnæs, D., & Sneve, M. H. (2016). The effects of tDCS upon sustained visual attention are dependent on cognitive load. *Neuropsychologia*, *80*, 1-8. https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2015.11.005

Roediger, H. L., Zaromb, F. M., & Goode, M. K. (2008). A typology of memory terms. In J. H. Byrne (Ed.), *Learning and memory: A comprehensive reference* (pp. 11-24). Academic Press. https://doi.org/10.1016/B978-012370509-9.00047-4

Rosner, A. L., & Mittleman, G. (1996). Visuospatial attention in the rat and posterior parietal cortex lesions. *Behavioural Brain Research*, *79*(1), 69-77. https://doi.org/10.1016/0166-4328(95)00263-4

Roy, L. B., Sparing, R., Fink, G. R., & Hesse, M. D. (2015). Modulation of attention functions by anodal tDCS on right PPC. *Neuropsychologia*, *74*, 96-107. https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2015.02.028

Ruhnau, P., Rufener, K. S., Heinze, H. J., & Zaehle, T. (2018). Sailing in a sea of disbelief: In vivo measurements of transcranial electric stimulation in human subcortical structures. *Brain Stimulation*, *11*, 241-243. https://doi.org/10.1016/j.brs.2017.09.015

Ryle, G. (1949). *The concept of mind*. Barnes and Noble.

Sack, A. T. (2010). Using non-invasive brain interference as a tool for mimicking spatial neglect in healthy volunteers. *Restorative Neurology and Neuroscience*, *28*, 485-497. https://doi.org/10.3233/RNN-2010-0568

Saffran, J. R., Newport, E. L., Aslin, R. N., Tunick, R. A., & Barrueco, S. (1997). Incidental language learning: Listening (and learning) out of the corner of your ear. *Psychological Science*, *8*(2), 101-105. https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.1997.tb00690.x

Sandrini, M., Manenti, R., Sahin, H., & Cotelli, M. (2020). Effects of transcranial electrical stimulation on episodic memory in physiological and pathological ageing. *Ageing Research Reviews*, *61*, 101065.

Saturnino, G. B., Puonti, O., Nielsen, J. D., Antonenko, D., Madsen, K. H., & Thielscher, A. (2019). SimNIBS 2.1: A comprehensive pipeline for individualized electric field modelling for transcranial brain stimulation. In S. Makarov, M. Horner, & G. Noetscher (Eds.), *Brain and human body modeling: Computational human modeling at EMBC 2018* (pp. 3-25). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-21293-3_1

Saumier, D., & Chertkow, H. (2002). Semantic memory. *Current Neurology and Neuroscience Reports*, *2*(6), 516-522. https://doi.org/10.1007/s11910-002-0039-9

Schankin, A., & Schubö, A. (2009). Cognitive processes facilitated by contextual cueing: evidence from event-related brain potentials. *Psychophysiology*, *46*(3), 668–679. https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2009.00807.x

Schankin, A., & Schubö, A. (2010). Contextual cueing effects despite spatially cued target locations. *Psychophysiology*, *47*(4), 717–727. https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2010.00979.x

Schweid, L., Rushmore, R. J., & Valero-Cabré, A. (2008). Cathodal transcranial direct current stimulation on posterior parietal cortex disrupts visuo-spatial processing in the contralateral visual field. *Experimental Brain Research*, *186*(3), 409–417. https://doi.org/10.1007/s00221-007-1245-0

Seger, C. A. (1994). Implicit learning. *Psychological Bulletin*, *115*(2), 163-196. https://doi.org/10.1037/0033-2909.115.2.163

Seger, C. A. (1998). Multiple forms of implicit learning. In n M. A. Stadler & P. A. Frensch (Eds.) *Handbook of implicit learning* (pp. 295-320). Sage.

Seyed Majidi, N., Verhage, M. C., Donchin, O., Holland, P., Frens, M. A., & van der Geest, J. N. (2017). Cerebellar tDCS does not improve performance in probabilistic classification learning. *Experimental Brain Research*, *235*(2), 421-428.

Shanks, D. R. (2005). Implicit learning. In K. Lamberts & R. Goldstone (Eds.), *Handbook of cognition* (pp. 202-220). Sage. https://doi.org/10.4135/9781848608177

Shanks, D. R., & St. John, M. F. (1994). Characteristics of dissociable human learning systems. *Behavioral and Brain Sciences*, *17*(3), 367-395. https://doi.org/10.1017/S0140525X00035032

Sheldon, S. A. M., & Moscovitch, M. (2010). Recollective performance advantages for implicit memory tasks. *Memory*, *18*(7), 681-697. https://doi.org/10.1080/09658211.2010.499876

Sherman, B. E., & Turk-Browne, N. B. (2022). Attention and memory. In M. J. Kahana & A. D. Wagner (Eds.), *Oxford handbook of human memory:Vol. 1*. Oxford University Press.

Shin, M. S., Park, S.Y., Park, S.R., Seol, S. H., & Kwon, J. S. (2006). Clinical and empirical applications of the Rey-Osterrieth Complex Figure Test. *Nature Protocols*, *1*(2), 892-899. https://doi.org/10.1038/nprot.2006.115

Shin, Y.I., Foerster, Á., & Nitsche, M. A. (2015). Reprint of: Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) - Application in neuropsychology. *Neuropsychologia*, *74*, 74-95. https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2015.06.021

Shinoura, N., Suzuki, Y., Yamada, R., Tabei, Y., Saito, K., & Yagi, K. (2009). Damage to the right superior longitudinal fasciculus in the inferior parietal lobe plays a role in spatial neglect. *Neuropsychologia*, *47*(12), 2600-2603. https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2009.05.010

Shulman, G. L., Astafiev, S. V., McAvoy, M. P., d'Avossa, G., & Corbetta, M. (2007). Right TPJ deactivation during visual search: Functional significance and support for a filter hypothesis. *Cerebral Cortex*, *17*(11), 2625-2633. https://doi.org/10.1093/cercor/bhl170

Shulman, G. L., McAvoy, M. P., Cowan, M. C., Astafiev, S. V., Tansy, A. P., d'Avossa, G., & Corbetta, M. (2003). Quantitative analysis of attention and detection signals during visual search. *Journal of Neurophysiology*, *90*(5), 3384-3397. https://doi.org/10.1152/jn.00343.2003

Silver, M. A., Ress, D., & Heeger, D. J. (2005). Topographic maps of visual spatial attention in human parietal cortex. *Journal of Neurophysiology*, *94*(2), 1358-1371. https://doi.org/10.1152/jn.01316.2004

Slotnick, S. D. (2017). *Cognitive neuroscience of memory*. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/9781316026687

Sparing, R., Thimm, M., Hesse, M. D., Küst, J., Karbe, H., & Fink, G. R. (2009). Bidirectional alterations of interhemispheric parietal balance by non-invasive cortical stimulation. *Brain*, *132*(11), 3011-3020. https://doi.org/10.1093/brain/awp154

Squire, L. R. (1992). Declarative and nondeclarative memory: Multiple brain systems supporting learning and memory. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *4*(3), 232-243. https://doi.org/10.1162/jocn.1992.4.3.232

Squire, L. R., & Dede, A. J. O. (2015). Conscious and unconscious memory systems. *Cold Spring Harbor Perspectives in Biology*, *7*(3). https://doi.org/10.1101/cshperspect.a021667

St Clair-Thompson, H. L. (2010). Backwards digit recall: A measure of short-term memory or working memory? *European Journal of Cognitive Psychology*, *22*(2), 286-296. https://doi.org/10.1080/09541440902771299

Stadler, M. A., & Frensch, P. A. (1994). Whither learning, whither memory? *Behavioral and Brain Sciences*, *17*(3), 423-424. https://doi.org/10.1017/S0140525X00035342

Stagg, C. J., & Nitsche, M. A. (2011). Physiological basis of transcranial direct current stimulation. *The Neuroscientist*, *17*(1), 37-53. https://doi.org/10.1177/1073858410386614

Stagg, C. J., Best, J. G., Stephenson, M. C., O'Shea, J., Wylezinska, M., Kincses, Z. T., Morris, P. G., Matthews, P. M., & Johansen-Berg, H. (2009). Polarity-sensitive

modulation of cortical neurotransmitters by transcranial stimulation. *The Journal of Neuroscience*, *29*(16), 5202-5206. https://doi.org/10.1523/jneurosci.4432-08.2009

Strauss, E., Sherman, E. M. S., & Spreen, O. (2006). *A compendium of neuropsychological tests: Administration, norms, and commentary* (3rd ed.) Oxford University Press.

Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, *18*, 643-662. https://doi.org/10.1037/h0054651

Suo, X., Ding, H., Li, X., Zhang, Y., Liang, M., Zhang, Y., Yu, C., & Qin, W. (2021). Anatomical and functional coupling between the Dorsal and Ventral Attention networks. *NeuroImage*, *232*, 117868. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2021.117868

Szczepanski, S. M., Konen, C. S., & Kastner, S. (2010). Mechanisms of spatial attention control in frontal and parietal cortex. *The Journal of Neuroscience*, *30*(1), 148-160. https://doi.org/10.1523/jneurosci.3862-09.2010

Tan, Ü. (1988). The distribution of the Geschwind scores to familial left-handedness. *International Journal of Neuroscience*, *42*(1-2), 85-105. https://doi.org/10.3109/00207458808985763

Tang, X., Wu, J., & Shen, Y. (2016). The interactions of multisensory integration with endogenous and exogenous attention. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, *61*, 208-224. https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2015.11.002

Thair, H., Holloway, A. L., Newport, R., & Smith, A. D. (2017). Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS): A beginner's guide for design and implementation. *Frontiers in Neuroscience*, *11*, 641. https://doi.org/10.3389/fnins.2017.00641

Thakral, P. P., & Slotnick, S. D. (2009). The role of parietal cortex during sustained visual spatial attention. *Brain Research*, *1302*, 157-166. https://doi.org/10.1016/j.brainres.2009.09.031

Thorndike, E. L. (1898). Animal intelligence: An experimental study of the associative processes in animals. *The Psychological Review: Monograph Supplements*, *2*, i-109. https://doi.org/10.1037/h0092987

Thut, G., Nietzel, A., & Pascual-Leone, A. (2004). Dorsal posterior parietal rTMS affects voluntary orienting of visuospatial attention. *Cerebral Cortex*, *15*(5), 628-638. https://doi.org/10.1093/cercor/bhh164

Tolman, E. C. (1948). Cognitive maps in rats and men. *Psychological Review*, *55*, 189-208. https://doi.org/10.1037/h0061626

Treccani, B., & Cubelli, R. (2011). The need for a revised version of the Benton judgment of Line Orientation Test. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *33(*2), 249-256. https://doi.org/10.1080/13803395.2010.511150

Tulving, E. (1972). Episodic and semantic memory. In In E. Tulving & W. Donaldson (Eds.), *Organization of memory* (pp. 381-403). Academic Press.

Tulving, E. (1985). Memory and consciousness. *Canadian Psychology*, *26*, 1-12. https://doi.org/10.1037/h0080017

Tulving, E. (1993). What is episodic memory? *Current Directions in Psychological Science*, *2*(3), 67-70. https://doi.org/10.1111/1467-8721.ep10770899

Tulving, E. (2002). Episodic memory: From mind to brain. *Annual Review of Psychology*, *53*(1), 1-25. https://doi.org/10.1146/annurev.psych.53.100901.135114

Turk-Browne, N. B., Jungé, J. A., & Scholl, B. J. (2005). The automaticity of visual statistical learning. *Journal of Experimental Psychology: General*, *134*(4), 552-564. https://doi.org/10.1037/0096-3445.134.4.552

Türkoğlu, S., Fatih Hilmi, Ç., Yaşar, T., & Karatoprak, S. (2019). Working memory and neurodevelopmental disorders. *Çocuk ve Gençlik Ruh Sağlığı Dergisi*, *26*(2), 52-62. https://doi.org/10.4274/tjcamh.galenos.2019.2018.11.034

Uddén, J., Folia, V., & Petersson, K. M. (2010). The neuropharmacology of implicit learning. *Current Neuropharmacology*, *8*(4), 367-381. https://doi.org/10.2174/157015910793358178

Ulasoglu-Yildiz, C., & Gurvit, H. (2020). Implicit contextual learning in spinocerebellar ataxia. *Neuropsychology*, *34*, 511-523. https://doi.org/10.1037/neu0000614

Ulaşoğlu-Yıldız, Ç. (2017). *Spinoserebellar ataksili hastalarda örtük bellek süreçleri ile yapısal ve fonskiyonel konnektivite korelasyonları* [Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi].

Umarova, R. M., Saur, D., Kaller, C. P., Vry, M.-S., Glauche, V., Mader, I., Hennig, J., & Weiller, C. (2011). Acute visual neglect and extinction: distinct functional state of the visuospatial attention system. *Brain*, *134*(11), 3310-3325. https://doi.org/10.1093/brain/awr220

Underwood, E. (2016). Cadaver study challenges brain stimulation methods. *Science*, *352*(6284), 397-397. https://doi.org/10.1126/science.352.6284.397

Vadillo, M. A., Giménez-Fernández, T., Aivar, M. P., & Cubillas, C. P. (2020). Ignored visual context does not induce latent learning. *Psychonomic Bulletin and Review*, *27*(3), 512-519. https://doi.org/10.3758/s13423-020-01722-x

van Asselen, M., Almeida, I., Andre, R., Januário, C., Gonçalves, A. F. ve Castelo Branco, M. (2009). The role of the basal ganglia in implicit contextual learning: A study of Parkinson's Disease. *Neuropsychologia*, *47*, 1269-1273.

van den Bos, E., & Poletiek, F. H. (2010). Structural selection in implicit learning of artificial grammars. *Psychological Research*, *74*(2), 138-151. https://doi.org/10.1007/s00426-009-0227-1

van der Lubbe, R. H. J., & Postma, A. (2005). Interruption from irrelevant auditory and visual onsets even when attention is in a focused state. *Experimental Brain Research*, *164*(4), 464-471. https://doi.org/10.1007/s00221-005-2267-0

Varan-Özdeniz, E., Öget Tanör, Ö., & Gürvit, H. (2007). Rey Karmaşık Figür Testi ve Tanıma Uygulaması (RKFT-T): Bir yetişkin türk örneklemi üzerinde norm belirleme çalışması. *Türk Nöroloji Dergisi*, *13*(6), 387-394.

Veale, J. F. (2014). Edinburgh Handedness Inventory-Short Form: A revised version based on confirmatory factor analysis. *Laterality*, *19*(2), 164-177. https://doi.org/10.1080/1357650X.2013.783045

Vercammen, A., Rushby, J. A., Loo, C., Short, B., Weickert, C. S., & Weickert, T. W. (2011). Transcranial direct current stimulation influences probabilistic association

learning in schizophrenia. *Schizophrenia Research*, *131*(1), 198-205. https://doi.org/10.1016/j.schres.2011.06.021

Villa-Sánchez, B., Emadi Andani, M., Cesari, P., & Fiorio, M. (2021). The effect of motor and cognitive placebos on the serial reaction time task. *European Journal of Neuroscience*, *53*(8), 2655-2668.

Vines, B.W., Cerruti, C., Schlaug, G., 2008. Dual-hemisphere tDCS facilitates greater improvements for healthy subjects' non-dominant hand compared to uni-hemisphere stimulation. *BMC Neuroscience*, *9*, 103.

Vingerhoets, G. (2014). Contribution of the posterior parietal cortex in reaching, grasping, and using objects and tools. *Frontiers in Psychology*, *5*, 151. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00151

Vossel, S., Geng, J. J., & Fink, G. R. (2014). Dorsal and Ventral Attention Systems: Distinct neural circuits but collaborative roles. *The Neuroscientist*, *20*(2), 150-159. https://doi.org/10.1177/1073858413494269

Vossel, S., Weidner, R., Driver, J., Friston, K. J., & Fink, G. R. (2012). Deconstructing the architecture of Dorsal and Ventral Attention Systems with Dynamic Causal Modeling. *The Journal of Neuroscience*, *32*(31), 10637-10648. https://doi.org/10.1523/jneurosci.0414-12.2012

Walinga, J., & Stangor, C. (2014). *Introduction to psychology* (1.st Canada Edition). BCcampus and Open Education.

Waugh, N. C., & Norman, D. A. (1965). Primary memory. *Psychological Review*, *72*(2), 89-104. https://doi.org/10.1037/h0021797

Weintraub, S. (2000). Neuropsychological assessment of mental state. In M. Mesulam (Ed.), *Principles of behavioral and cognitive neurology* (2nd ed., pp. 121-173). Oxford University Press.

Weissman, D. H., & Prado, J. (2012). Heightened activity in a key region of the ventral attention network is linked to reduced activity in a key region of the dorsal attention network during unexpected shifts of covert visual spatial attention. *NeuroImage*, *61*(4), 798-804. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2012.03.032

Wen, X., Yao, L., Liu, Y., & Ding, M. (2012). causal ınteractions in attention networks predict behavioral performance. *The Journal of Neuroscience*, *32*(4), 1284-1292. https://doi.org/10.1523/jneurosci.2817-11.2012

Williams, J. N. (2004). Implicit learning of form-meaning connections. In B. VanPatten, J. Williams, S. Rott, & M. Overstreet (Eds.), *Form-meaning connections in second language acquisition* (pp. 213-229). Routledge.

Williams, J. N. (2020). The neuroscience of implicit learning. *Language Learning*, *70*(S2), 255-307. https://doi.org/10.1111/lang.12405

Woldorff, M. G., Hazlett, C. J., Fichtenholtz, H. M., Weissman, D. H., Dale, A. M., & Song, A. W. (2004). Functional parcellation of attentional control regions of the brain. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *16*(1), 149-165. https://doi.org/10.1162/089892904322755638

Wolf, K., & Müller, N. G. (2012). Attention and implicit learning. In N. M. Seel (Ed.), *Encyclopedia of the sciences of learning* (pp. 350-353). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1428-6_717

Woodman, G. F., & Chun, M. M. (2006). The role of working memory and long-term memory in visual search. *Visual Cognition*, *14*, 808-830. https://doi.org/10.1080/13506280500197397

Woods, A. J., Antal, A., Bikson, M., Boggio, P. S., Brunoni, A. R., Celnik, P., Cohen, L. G., Fregni, F., Herrmann, C. S., Kappenman, E. S., Knotkova, H., Liebetanz, D., Miniussi, C., Miranda, P. C., Paulus, W., Priori, A., Reato, D., Stagg, C., Wenderoth, N., & Nitsche, M. A. (2016). A technical guide to tDCS, and related non-invasive brain stimulation tools. *Clinical Neurophysiology*, *127*(2), 1031-1048. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.clinph.2015.11.012

Wright, J. M., & Krekelberg, B. (2014). Transcranial direct current stimulation over posterior parietal cortex modulates visuospatial localization. Journal of vision, 14(9), 5. https://doi.org/10.1167/14.9.5

Yang, Y., & Merrill, E. C. (2015). Rapid communication: Response cost to repeated displays-When previous distractors become targets. *Quarterly Journal of*

Experimental Psychology, *68*(4), 625-634. https://doi.org/10.1080/17470218.2015.1007149

Yee, E., Chrysikou, E. G., & Thompson-Schill, S. L. (2013). Semantic memory. In K. N. Ochsner & S. Kosslyn (Eds.), *The oxford handbook of cognitive neuroscience: Volume 1* (pp. 352-374). Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199988693.013.0017

Zaitchik, D., Walker, C., Miller, S., LaViolette, P., Feczko, E., & Dickerson, B. C. (2010). Mental state attribution and the temporoparietal junction: An fMRI study comparing belief, emotion, and perception. *Neuropsychologia*, *48*(9), 2528-2536. https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2010.04.031

Zang, X., Zinchenko, A., Wu, J., Zhu, X., Fang, F., & Shi, Z. (2022). Contextual cueing in co-active visual search: Joint action allows acquisition of task-irrelevant context. *Attention, Perception, and Psychophysics*, *84*(4), 1114-1129. https://doi.org/10.3758/s13414-022-02470-x

Zhang, X., Lv, L., Min, G., Wang, Q., Zhao, Y., & Li, Y. (2021). Overview of the Complex Figure Test and its clinical application in neuropsychiatric disorders, including copying and recall. *Frontiers in Neurology*, *12*, 680474.

Zhao, F., & Ren, Y. (2020). Revisiting contextual cueing effects: The role of perceptual processing. *Attention, Perception, and Psychophysics*, *82*(4), 1695-1709. https://doi.org/10.3758/s13414-019-01962-7

EKLER

Ek – 1 : Kurum İzin Yazısı

EK – 2 : Etik Kurul Karar Formu

EK – 3 : İntihal Raporu

EK – 4 : Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu

EK – 5 : Araştırmada Kullanılan Ölçekler ve Formlar

Ek – 1 : Kurum İzin Yazısı

İSÜ İSTİNYE ÜNİVERSİTESİ İSTANBUL

T.C.
İSTİNYE ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Nörolojik Bilimler Araştırma ve Uygulama Merkezi

Sayı :2022/10 10.01.2023

Konu : Sami Çamkerten tez çalışması hk.

İstinye Üniversitesi
Klinik Araştırma Etik Kurulu Başkanlığına,

İstinye Üniversitesi Sinirbilim Yüksek Lisans (Tezli) programı öğrencisi 202205002 no'lu Sami Çamkerten'in yapılması planlanan "Transkraniyal Doğru Akım Uyarımının Görsel-Uzamsal Bağlamsal Öğrenme Üzerindeki Etkisi" başlıklı tez projesinin İstinye Üniversitesi Nörolojik Bilimler Araştırma ve Uygulama Merkezi laboratuvarında yapılması uygun görülmüştür.

Saygılarımla,

Dr. Öğr. Üyesi Gökçer Eskikurt
Merkez Müdürü

EK – 2 : Etik Kurul Karar Formu

İSTİNYE ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU KARAR FORMU (2017-KAEK-120)

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	**Transkraniyal Doğru Akım Uyarımının Görsel-Uzamsal Bağlamsal Öğrenme Üzerindeki Etkisi**
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	

ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	**İSTİNYE ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU (2017-KAEK-120)**
	AÇIK ADRESİ:	İstinye Üniversitesi Topkapı Kampüsü, Maltepe Mah., Teyyareci Sami Sk., No.3 Zeytinburnu, İstanbul, 34010
	TELEFON	+0850 283 60 00 dahili:6820
	FAKS	+90 212 481 36 88
	E-POSTA	ka.etikkurul.sekreterya@istinye.edu.tr

BAŞVURU BİLGİLERİ	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	**Dr. Öğr. Üyesi Çiğdem ULAŞOĞLU YILDIZ**			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	**Psikoloji**			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	**İstinye Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi**			
	VARSA İDARİ SORUMLU UNVANI/ADI/SOYADI	**Yoktur**			
	DESTEKLEYİCİ	**Yoktur**			
	PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ UNVANI/ADI/SOYADI (TÜBİTAK vb. gibi kaynaklardan destek alanlar için)	**Yoktur**			
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ	**Yoktur**			
	ARAŞTIRMANIN FAZI VE TÜRÜ	FAZ 1	☐		
		FAZ 2	☐		
		FAZ 3	☐		
		FAZ 4	☐		
		Gözlemsel ilaç çalışması	☐		
		Tıbbi cihaz klinik araştırması	☐		
		İn vitro tıbbi tanı cihazları ile yapılan performans değerlendirme çalışmaları	☐		
		İlaç dışı klinik araştırma	☒		
		Diğer ise belirtiniz:			
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ ☒	ÇOK MERKEZLİ ☐	ULUSAL ☒	ULUSLARARASI ☐

Etik Kurul Başkanının
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Yusuf SARIOĞLU
İmza:

YUSUF SARIOĞLU
Dijital olarak imzalayan YUSUF SARIOĞLU Tarih: 2023.02.23 18:21:20 +03'00'

Not: Etik kurul başkanı, imzasının yer almadığı her sayfaya imza atmalıdır.

İSTİNYE ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU KARAR FORMU (2017-KAEK-120)

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	**Transkraniyal Doğru Akım Uyarımının Görsel-Uzamsal Bağlamsal Öğrenme Üzerindeki Etkisi**
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	

	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili
DEĞERLEN DİRİLEN BELGELER	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ	10.01.2023	-	Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU	10.01.2023	-	Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐
	OLGU RAPOR FORMU	10.01.2023	-	Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer☐
	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ	-	-	Türkçe ☐ İngilizce ☐ Diğer☒

DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	Belge Adı		Açıklama
	SİGORTA	☐	
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	☒ 10.02.2023	
	BİYOLOJİK MATERYEL TRANSFER FORMU	☐	
	İLAN	☐	
	YILLIK BİLDİRİM	☐	
	SONUÇ RAPORU	☐	
	GÜVENLİLİK BİLDİRİMLERİ	☐	
	DİĞER:	☐	Dilekçe, Index, Başvuru Formu, Araştırma akış şeması, BGOF, Özgeçmişler (Dr. Öğr. Üyesi Çiğdem Ulaşoğlu Yıldız, Dr. Öğr. Üyesi Gökçer Eskikurt, Dr. Öğr. Üyesi Bernis Sütçübaşı), Olgu rapor formu, Bütçe formu, kurum izin dilekçesi, Merkez izin yazısı, Akademik amaçlı dilekçe, İyi klinik uygulamaları taahhütnamesi, Gizlilik taahhütnamesi ve yayın izin belgesi, Helsinki bildirgesi, tdcs ce belgesi, ölçekler, literatürler.

KARAR BİLGİLERİ		
	Karar No: 4/2023.K-21	**Tarih: 15/02/2023**
	Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup; Araştırmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına **15/02/2023 tarih ve Karar No: 4/2023.K-21** karar numarası ile toplantıya katılan etik kurul üyelerinin değerlendirmesi sonucunda oy birliği ile onaylanmasına karar verilmiştir. İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik kapsamında yer alan araştırmalar/çalışmalar için Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu'ndan izin alınması gerekmektedir.	

Etik Kurul Başkanının
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Yusuf SARIOĞLU
İmza:

YUSUF SARIOĞLU
Dijital olarak imzalayan YUSUF SARIOĞLU
Tarih: 2023.02.23 18:22:37 +03'00'

Not: Etik kurul başkanı, imzasının yer almadığı her sayfaya imza atmalıdır.

İSTİNYE ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALARI ETİK KURULU KARAR FORMU (2017-KAEK-120)

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	**Transkraniyal Doğru Akım Uyarımının Görsel-Uzamsal Bağlamsal Öğrenme Üzerindeki Etkisi**
VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU	
ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI	İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik, İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu
BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:	Prof. Dr. Yusuf SARIOĞLU

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU									
ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI		**İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik, Tıbbi Cihaz Klinik Araştırmaları Yönetmeliği, İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu**							
BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:		**Prof. Dr. Yusuf SARIOĞLU**							
Unvanı/Adı/Soyadı	**Uzmanlık Alanı**	**Kurumu**	**Cinsiyet**		**Araştırma ile ilişki ***		**Katılım ****		**İmza**
Prof. Dr. Yusuf SARIOĞLU	**Farmakoloji ve Klinik Farmakoloji**	**İstinye Üniversitesi (Etik Kurul Başkanı)**	E☒	K☐	E☐	H☒	E☒	H☐	YUSUF SARIOĞLU Dijital olarak imzalayan YUSUF SARIOĞLU Tarih: 2023.02.23 18:24:05 +03'00'
Prof. Dr. S. Ferda KALEAĞASIOĞLU	**Farmakoloji ve Klinik Farmakoloji**	**İstinye Üniversitesi (Etik Kurul Başkan Yardımcısı)**	E☐	K☒	E☐	H☒	E☒	H☐	SABİRE FERDA KALEAĞASIOĞLU Dijital olarak imzalayan SABİRE FERDA KALEAĞASIOĞLU Tarih: 2023.02.22 21:32:04 +03'00'
Dr. Öğr. Üyesi Sedef TAVUKÇU ÖZKAN	**Anesteziyoloji ve Reanimasyon**	**VM Pendik Medical Park Hastanesi**	E☐	K☒	E☐	H☒	E☒	H☐	SEDEF TAVUKÇU ÖZKAN Dijital olarak imzalayan SEDEF TAVUKÇU ÖZKAN Tarih: 2023.02.23 12:29:05 +03'00'
Dr. Öğr. Üyesi Denizhan KARIŞ	**Biyofizik**	**İstinye Üniversitesi (Bildirimden Sorumlu Üye)**	E☐	K☒	E☐	H☒	E☒	H☐	DENİZHAN KARIŞ Dijital olarak imzalayan DENİZHAN KARIŞ Tarih: 2023.02.21 15:12:01 +03'00'
Prof. Dr. Mehmet Numan ERMUTLU	**Psikiyatri**	**İstanbul Sağlık ve Teknoloji Üniversitesi**	E☒	K☐	E☐	H☒	E☒	H☐	
Doç. Dr. Mehmet TAŞDEMİR	**Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları**	**İstinye Üniversitesi**	E☒	K☐	E☐	H☒	E☒	H☐	MEHMET TAŞDEMİR Digitally signed by MEHMET TAŞDEMİR Date: 2023.02.22 10:52:36 +03'00'
Prof. Dr. Cem DANE	**Kadın Hastalıkları ve Doğum**	**İstinye Üniversitesi**	E☒	K☐	E☐	H☒	E☒	H☐	CEM DANE Dijital olarak imzalayan CEM DANE Tarih: 2023.02.28 11:21:38 +03'00'
Dr. Öğr. Üyesi Nurgül DÜRÜSTKAN ELBAŞI	**Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon**	**İstinye Üniversitesi**	E☐	K☒	E☐	H☒	E☒	H☒	İZİNLİ
Dr. Öğr. Üyesi Işıl YURDAIŞIK	**Radyoloji**	**İstinye Üniversitesi**	E☐	K☒	E☐	H☒	E☒	H☐	IŞIL YURDAIŞIK Dijital olarak imzalayan IŞIL YURDAIŞIK Tarih: 2023.02.22 09:14:50 +03'00'
Dr. Öğr. Üyesi Bülent EDİZ	**Biyoistatistik ve Tıp Bilişimi**	**İstinye Üniversitesi**	E☒	K☐	E☐	H☒	E☒	H☐	BÜLENT EDİZ
Dr. Öğr. Üyesi Burçin ATASEVEN	**İşletme/İstatistik**	**İstanbul Kültür Üniversitesi**	E☐	K☒	E☐	H☒	E☒	H☐	BURÇİN ATASEVEN
Av. E. Ahşen OKTAY DİNÇ	**Hukuk**	**Türkyaman-Dinç Hukuk Bürosu**	E☐	K☒	E☐	H☒	E☒	H☐	EMİNE AHŞEN OKTAY
Uzm. Tülay AYDIN	**Sağlık Mensubu olmayan kişi**	**Ulus Liv Hospital**	E☐	K☒	E☐	H☒	E☒	H☐	

*:Toplantıda Bulunma

Etik Kurul Başkanının
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. Yusuf SARIOĞLU
İmza:

YUSUF SARIOĞLU Dijital olarak imzalayan YUSUF SARIOĞLU Tarih: 2023.02.23 18:24:38 +03'00'

Not: Etik kurul başkanı, imzasının yer almadığı her sayfaya imza atmalıdır.

Ek – 3: İntihal Raporu

Transkraniyal Doğru Akım Uyarımının Görsel-Uzamsal Bağlamsal Öğrenme Üzerindeki Etkisi

ORIGINALITY REPORT

5%	4%	1%	2%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	acikbilim.yok.gov.tr Internet Source	1%
2	adudspace.adu.edu.tr:8080 Internet Source	1%
3	Submitted to Istanbul University Student Paper	<1%
4	www.istanbulsaglik.gov.tr Internet Source	<1%
5	nek.istanbul.edu.tr:4444 Internet Source	<1%
6	wcssr.org Internet Source	<1%
7	Submitted to Hacettepe University Student Paper	<1%
8	Submitted to Beykent Universitesi Student Paper	<1%
9	Submitted to The Scientific & Technological Research Council of Turkey (TUBITAK)	<1%

Ek – 3: Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu

BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

Sayın ..... (gönüllü adayı / gönüllü adayı yasal temsilcisi);

Sizi *Acıbadem Üniversitesi Biliş ve Davranış Araştırmaları Laboratuvarı'nda ve İstinye Üniversitesi Nörolojik Bilimler Araştırma ve Uygulama Merkez (ISUCAN)*'inde yürütülen *"Transkraniyal Doğru Akım Uyarımının Görsel-Uzamsal Bağlamsal Öğrenme Üzerindeki Etkisi"* başlıklı araştırmaya davet ediyoruz. Bu araştırmaya katılıp katılmama kararını vermeden önce, araştırmanın ne amaçla ve nasıl yapılacağını, bu araştırmanın gönüllü katılımcılara getireceği olası faydaları, riskleri ve rahatsızlıklarını bilmeniz ve kararınızı bu bilgilendirme çerçevesinde özgürce vermeniz gerekmektedir. Bu nedenle bu formun okunup anlaşılması büyük önem taşımaktadır. Bu form araştırma sorumlusu olarak bizler tarafından size sözel olarak aktarılan bilgilendirmenin yazılı şeklini içermektedir. Formu imzalamadan önce size sözel olarak da anlatılan aşağıdaki bilgileri birkez de dikkatlice okumak için zaman ayırınız. İsterseniz bu bilgileri aileniz, yakınlarınız ve/veya doktorunuzla tartışınız. Eğer anlayamadığınız ve sizin için açık olmayan şeyler varsa, ya da daha fazla bilgi isterseniz bize sorunuz. Katılmayı kabul ettiğiniz takdirde, tarafınız ve bilgilendirme esnasında yanınızda olan tanık kişi tarafından imzalanan bu formun bir kopyası saklamanız için size verilecektir.

Araştırmaya katılmak tamamen gönüllülük esasına dayanmaktadır. Çalışmaya katılmama veya katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmadan çıkma hakkında sahipsiniz. Her iki durumda da hiçbir yaptırıma ve hak kaybına maruz kalmayacağınızı bildirmek isteriz.

Araştırma Sorumlusu
Dr. Öğr. Üyesi Çiğdem Ulaşoğlu-Yıldız

Bu "Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu" 2 bölümden oluşmaktadır;

1) **BİLGİLENDİRME**
2) **RIZA**

BÖLÜM 1: BİLGİLENDİRME

- **ARAŞTIRMANIN AMACI NEDİR?**

Gönüllü olarak katılmanızı teklif ettiğimiz çalışma bir araştırma projesidir. Bu araştırma projesinin amacı; beynin uzamsal-görsel merkezleri olarak kabul edilen beyin bölgelerine 20 dakikalık transkraniyal doğru akım uyarımı yapılacaktır. Böylece söz konusu iki bölgesinin uyarılmasının bilişsel performans üzerindeki etkisinin karşılaştırılmalı olarak araştırılması amaçlanmıştır.

15.01.2019

- **ARAŞTIRMAYA DAİR ARAŞTIRMACI VE KATILIMCI HAKKINDA BİLGİLER**

Bu araştırma Acıbadem Üniversitesi Biliş ve Davranış Araştırmaları Laboratuvarı'nda gerçekleştirilecektir. Araştırmaya 18-30 yaş aralığındaki 51 sağlıklı gönüllünün katılması planlanmaktadır. Bu araştırmada size araştırmacı tarafından bir takım nöropsikolojik testler uygulanacak, bilgisayar tabanlı bilişsel görev yapmanız istenecek ve son olarak da transkraniyal doğru akım uyarımı yapılacaktır. Bütün bu işlemler yaklaşık olarak *bir buçuk* saat sürecektir.

- **ARAŞTIRMAYA KATILMANIZI NEDEN TEKLİF EDİYORUZ?**

Bu araştırmaya tıbbi (psikiyatrik, nörolojik vb.) bir hastalığınız olmadığından dolayı seçildiniz (Çalışmaya katılmayı kabul ettiğiniz taktirde araştırmacı tarafından size tarama formu uygulanacaktır). Araştırmaya sizin dışınızda 50 kişinin daha dahil edilmesi planlanmaktadır. Araştırmaya katılmak tamamen gönüllülük esasına dayanmaktadır. Çalışmaya katılmama veya katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmadan çıkma hakkına sahipsiniz. İstemediğiniz sorulara cevap vermeme hakkına sahipsiniz. Her üç durumda da hiçbir yaptırıma ve hak kaybına maruz kalmayacağınızı bildirmek isteriz.

- **ARAŞTIRMA KAPSAMINDA NASIL BİR UYGULAMA YAPILACAKTIR? YÖNTEM VE İŞLEMLER NELERDİR?**

Araştırmaya kabul etmeniz durumunda sizden, tDCS Deney Formu, tDCS Tarama Formu ve Edinburg El Tercihi Anketi'nin doldurulmanız istenecek, ardından araştırmacı tarafından, Corsi Blok Testi", "Stroop Test" ve "Rey Karmaşık Figür Testi" uygulanacaktır. Ardından, transkraniyal doğru akım cihazına bağlı olan ve tuzlu su çözeltisine batırılmış iki sünger elektrottan bir tanesi araştırmacı tarafından daha önceden belirlenmiş beyin bölgenize, diğer elektrot ise sağ omuzunuza (deltoid kasınıza) yerleştirilecek ve 20 dakika boyunca 2 mA (miliamper) elektrik akımı verilecektir. Uyarımın bitmesinin ardından bilgisayar tabanlı bilişsel bir testi tamamlamanız istenecektir.
Uygulama hafta içi mesai saatlerinde hem sizin hem de araştırmacının uygun olduğu saat aralığında yapılacaktır. Çalışmaya tok, uykunuzu almış ve dinlenmiş olarak gelmeniz gerekmektedir.
Ayrıca uyarımın yapılacağı zaman saçınızı bağlamanız için yanınızda saç tokanızı bulundurmanız ve omuz bölgenize takılacak elektrot için rahat kıyafet giymeniz gerekmektedir.

- **ARAŞTIRMANIN BİLİME VE SİZE OLASI FAYDALARI NELERDİR?**

Transkraniyal doğru akım uyarımının örtük bellek üzerinde olumlu etikleri olduğu bilinmektedir. Fakat, bu araştırmada uyarım yapılacak söz konusu bölgelerin karşılaştırmalı olarak incelenmediği görülmektedir. Dolayısıyla bu çalışmanın bu noktadaki eksiği dolduracağı beklenmektedir.

- **ARAŞTIRMANIN SİZE GETİREBİLECEĞİ EK RİSK VE RAHATSIZLIKLAR NELERDİR?**

Bugüne kadar transkraniyal doğru akım uyarımına ilişkin ciddi bir yan etki bildirilmemiştir. Fakat uyarımın ardından baş ağrısı, hafif yorgunluk, uyarım bölgesindeki ciltte hafif kızarıklık, kaşınma, akut ruh hali değişimleri ve mide bulantısı gibi geçici hafif yan etkiler

gözlemlenmiştir (%17). Görüntüleme teknikleri de transkraniyal doğru akımı uyarımının ardından beyinde yapısal ve biyokimyasal değişimlerin olmadığını doğrulamıştır.
Yukarıda bahsedilen yan etkilerin görülmesi durumunda gerekli tıbbi tedavi için ilgili hekimlere yönlendirme yapılacaktır.

- **ARAŞTIRMAYA KATILMA / AYRILMA KONUSUNDA HAKLARINIZ VE ARAŞTIRMACININ HAKLARINIZI KORUMA GÜVENCESİ**

Bu araştırmada yer almak tamamen sizin isteğinize bağlıdır. Araştırmada yer almayı reddedebilirsiniz ya da başladıktan sonra herhangi bir zamanda bırakabilirsiniz. Ayrıca sorumlu araştırıcı gerek duyarsa sizi çalışma dışı bırakabilir. Çalışmaya katılmama, çalışmadan çıkma veya çıkarılma durumlarında herhangi bir ceza ya da yararınıza olan hakların kaybı kesinlikle söz konusu olmayacaktır. Araştırma konusu ile ilgili araştırmaya devam etme isteğinizi etkileyebilecek yeni bilgiler elde edilmesi durumunda siz ya da yasal temsilciniz bilgilendirilecektir.

Araştırmanın sonuçları bilimsel ve eğitim amaçları ile kullanılacaktır. Sizden elde edilen tüm bilgiler tamamen araştırma amacı ile kullanılacak, gizli tutulacak, araştırma yayınlandığında da varsa kimlik bilgilerinizin gizliliği korunacaktır. Araştırma tamamlanmadan çekilme hakkınızı kullanmanız ya da çıkarılmanız halinde anonimleşmiş bilgiler hariç sizle ilgili veriler kullanılmayacaktır.

Katılımcıların transkraniyal doğru akım uyarımının neden olduğu yan etkilerin gözlendiği durumda çalışmaya son verilecektir.

- **ARAŞTIRMA MASRAFLARI NASIL SAĞLANACAKTIR?**

Araştırma için bir bütçe gerekmemektedir. Bu nedenle araştırma kapsamında size uygulanacak hiçbir işlem için tarafınızdan ya da bağlı olduğunuz sosyal güvenlik kurumunda ücret alınmayacaktır.

- **İLETİŞİM KURULACAK KİŞİ(LER)**

Çiğdem Ulaşoğlu-Yıldız	*Bernis Sütçübaşı*	*Sami Çamkerten*
Sorumlu Araştırmacı	*Yardımcı Araştırmacı*	*Yardımcı Araştırmacı*

- **ŞİKAYET BAŞVURULARI**

Çalışma hususunda bir şikâyetiniz olması halinde İstinye Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı ya da Sekreterliği ile iletişim sağlayabilirsiniz. Şikayetleriniz gizlilikle değerlendirilecek, araştırılacak ve yapılan işlem hakkında tarafınıza bilgi verilecektir.

- **YUKARIDA BELİRTİLEN HUSUSLAR DIŞINDA SORULARINIZ VAR İSE, BU BÖLÜME EKLENEREK CEVAPLANDIRILACAKTIR.**

☐ **Gönüllünün sorduğu ek sorular ve cevapları**

☐ **Ek bir soru bulunmamaktadır.**

BÖLÜM 2: RIZA / ONAY / ONAM

Yukarıda konusu ve amacı belirtilen araştırmaya ilişkin bilgilendirme bölümünü okudum ve aşağıda imzası olan ilgili tarafından önce sözlü sonra yazılı olarak bilgilendirildim. Katılmam istenen çalışmanın kapsamını ve amacını, gönüllü olarak üzerime düşen sorumlulukları tamamen anladım. **Çalışma hakkında soru sorma ve tartışma imkanı buldum ve tatmin edici yanıtlar aldım. Bana, çalışmanın muhtemel riskleri ve faydaları sözlü olarak da anlatıldı.** Araştırmaya gönüllü olarak katıldığımı, istediğim zaman gerekçeli veya gerekçesiz olarak araştırmadan ayrılabileceğimi ve kendi isteğime bakılmaksızın araştırmacı tarafından araştırma dışı bırakılabileceğimi ve araştırmadan ayrıldığım zaman mevcut tedavimin olumsuz yönde etkilenmeyeceğini biliyorum.

Bu koşullarda;

1) Söz konusu Klinik Araştırmaya hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın kendi rızamla katılmayı (çocuğumun/vasimin bu çalışmaya katılmasını) kabul ediyorum.

2) Gerek duyulursa kişisel bilgilerime mevzuatta belirtilen kişi/kurumkuruluşların erişebilmesine,
3) Çalışmada elde edilen bigilerin (*kimlik bilgilerim gizli kalmak koşulu ile*) yayın için kullanılma, arşivleme ve eğer gerek duyulursa bilimsel katkı amacı ile ülkemiz dışına aktarılmasına olur veriyorum.

Ek başkaca bir açıklamaya gerek duymadan, hiçbir baskı altında kalmadan ve bilinçli olarak bu klinik araştırmaya katılmayı onaylıyorum

Gönüllünün (Kendi el yazısı ile)

Adı-Soyadı:

İmzası:

Adresi:

(varsa Telefon No, Faks No):

Tarih (gün/ay/yıl): ……./……./…….

Velayet veya Vesayet Altında Bulunanlar İçin
Veli veya Vasisinin (kendi el yazısı ile)[1]
Adı Soyadı:
İmzası:
Adresi:
Varsa Telefon No, Faks No:
Tarih (gün/ay/yıl): ……/……./……

[1] 18 yaş altındaki gönüllüler, velayet ve vesayet altındaki hastalar için imza süreci Helsinki Bildirgesi, Medeni Kanun, Hasta Hakları Yönetmeliği, Klinik Araştırmalar Kılavuzuna ve Hasta Yüksek Yararı ilkesine uygun olarak yönetilmelidir.

15.01.2019

Gönüllünün Dil / İletişim Problemi var ise;

Gönüllüye …….. tarafından yapılan tüm açıklamaları tercüme ettim. Gönüllüye toplam 5 sayfadan, bilgilendirme ve rıza bölümlerinden oluşan bu formun tüm sayfalarını okuyarak tercüme ettim. Tercüme ettğim bilgiler gönüllü tarafından anlaşılmış ve uygun bulunmuştur.

Tercüme Yapanın
Adı-Soyadı (el yazısı ile):
İmza:
Tarih / Saat:

Varsa Onay Alma İşlemine Başından Sonuna Kadar Tanıklık Eden Kişi
Adı-Soyadı:
İmzası:
Görevi:
Tarih (gün/ay/yıl):…../…../…..

Yukarıda ismi yazılı gönüllüye / yasal temsilcisine tarafımdan araştırmanın amacı, içeriği, yöntemi, fayda ve riskleri, gönüllüye ait haklar konusunda açıklamalar yapılmıştır. Hastanın soruları yanıtlanmıştır. Ayrıca gönüllünün / yasal temsilcisinin işbu formu ayrıntılı inceleyerek imzalaması sağlanmıştır.

Açıklamaları Yapan Kişinin
Adı-Soyadı:
İmzası:
Tarih (gün/ay/yıl):……/..…../……

Toplam 5 sayfadan oluşan işbu Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu 2 nüsha olarak hazırlanmış olup, bir nüshası hastaya/ hasta yakınına teslim edilmiştir.

15.01.2019

EK – 4 : Araştırmada Kullanılan Ölçekler ve Formlar

Aşağıda, kişilerin ruh durumlarını ifade ederken kullandıkları bazı cümleler verilmiştir. Her madde, bir çeşit ruh durumunu anlatmaktadır. Her maddede o durumun derecesini belirleyen 4 seçenek vardır. Lütfen bu seçenekleri dikkatle okuyunuz. Son bir hafta içindeki (şu an dahil) kendi ruh durumunuzu göz önünde bulundurarak, size en uygun olan ifadeyi işaretleyiniz.

1.	a) Kendimi üzgün hissetmiyorum. b) Kendimi üzgün hissediyorum. c) Her zaman için üzgünüm ve kendimi bu duygudan kurtaramıyorum. d) Öylesine üzgün ve mutsuzum ki dayanamıyorum.
2.	a) Gelecekten umutsuz değilim. b) Gelecek konusunda umutsuzum. c) Gelecekten beklediğim hiçbir şey yok. d) Benim için gelecek olmadığı gibi bu durum düzelmeyecek.
3.	a) Kendimi başarısız görmüyorum. b) Herkesten daha fazla başarısızlıklarım oldu sayılır. c) Geriye dönüp baktığımda, pek çok başarısızlıklarımın olduğunu görüyorum. d) Kendimi bir insan olarak tümüyle başarısız görüyorum.
4.	a) Her şeyden eskisi kadar zevk alabiliyorum. b) Her şeyden eskisi kadar zevk alamıyorum. c) Artık hiçbir şeyden gerçek bir zevk alamıyorum. d) Beni doyuran hiçbir şey yok. Her şey çok can sıkıcı.
5.	a) Kendimi suçlu hissetmiyorum. b) Arada bir kendimi suçlu hissettiğim oluyor. c) Kendimi çoğunlukla suçlu hissediyorum. d) Kendimi her an için suçlu hissediyorum.
6.	a) Cezalandırılıyormuşum gibi duygular içinde değilim. b) Sanki, bazı şeyler için cezalandırılabilirmişim gibi duygular içindeyim. c) Cezalandırılacakmışım gibi duygular yaşıyorum. d) Bazı şeyler için cezalandırılıyorum.
7.	a) Kendimi hayal kırıklığına uğratmadım. b) Kendimi hayal kırıklığına uğrattım. c) Kendimden hiç hoşlanmıyorum. d) Kendimden nefret ediyorum.
8.	a) Kendimi diğer insanlardan daha kötü durumda görmüyorum. b) Kendimi zayıflıklarım ve hatalarım için eleştiriyorum. c) Kendimi hatalarım için her zaman suçluyorum. d) Her kötü olayda kendimi suçluyorum.
9.	a) Kendimi öldürmek gibi düşüncelerim yok. b) Bazen, kendimi öldürmeyi düşünüyorum ama böyle bir şeyi yapamam. c) Kendimi öldürebilmeyi çok isterdim. d) Eğer fırsatını bulursam kendimi öldürürüm.
10.	a) Herkesten daha fazla ağladığımı sanmıyorum. b) Eskisine göre şimdilerde daha çok ağlıyorum. c) Şimdilerde her an ağlıyorum. d) Eskiden ağlayabilirdim. Şimdilerde istesem de ağlayamıyorum.
11.	a) Eskisine göre daha sinirli veya tedirgin sayılmam. b) Her zamankinden biraz daha fazla tedirginim. c) Çoğu zaman sinirli ve tedirginim. d) Şimdilerde her an için tedirgin ve sinirliyim.
12.	a) Diğer insanlara karşı ilgimi kaybetmedim. b) Eskisine göre insanlarla daha az ilgiliyim. c) Diğer insanlara karşı ilgimin çoğunu kaybettim. d) Diğer insanlara karşı hiç ilgim kalmadı.
13.	a) Eskisi gibi rahat ve kolay kararlar verebiliyorum. b) Eskisine kıyasla, şimdilerde karar vermeyi daha çok erteliyorum. c) Eskisine göre, karar vermekte oldukça güçlük çekiyorum. d) Artık hiç karar veremiyorum.
14.	a) Eskisinden daha kötü bir dış görünüşüm olduğunu sanmıyorum. b) Sanki yaşlanmış ve çekiciliğimi kaybetmişim gibi düşünüyor ve üzülüyorum. c) Dış görünüşümde artık değiştirilmesi mümkün olmayan ve beni çirkinleştiren değişiklikler olduğunu hissediyorum. d) Çok çirkin olduğumu düşünüyorum.
15.	a) Eskisi kadar iyi çalışabiliyorum. b) Bir işe başlayabilmek için eskisine göre daha fazla çaba harcıyorum. c) Ne iş olursa olsun, yapabilmek için kendimi çok zorluyorum. d) Hiç çalışamıyorum.
16.	a) Eskisi kadar rahat ve kolay uyuyabiliyorum. b) Şimdilerde eskisi kadar kolay ve rahat uyuyamıyorum. c) Eskisine göre 1 veya 2 saat erken uyanıyor ve tekrar uyumakta güçlük çekiyorum. d) Eskisine göre çok erken uyanıyor ve tekrar uyuyamıyorum.
17.	a) Eskisine göre daha çabuk yorulduğumu sanmıyorum. b) Eskisinden daha çabuk ve kolay yoruluyorum. c) Şimdilerde neredeyse her şeyden kolay ve çabuk yoruluyorum. d) Artık hiçbir şey yapamayacak kadar yoruluyorum.
18.	a) İştahım eskisinden pek farklı değil. b) İştahım eskisi kadar iyi değil. c) Şimdilerde iştahım epey kötü. d) Artık hiç iştahım yok.
19.	a) Son zamanlarda pek kilo kaybettiğimi sanmıyorum. b) Son zamanlarda istemediğim halde iki buçuk kilodan fazla kaybettim. c) Son zamanlarda beş kilodan fazla kaybettim. d) Son zamanlarda yedi buçuk kilodan fazla kaybettim.
20.	a) Sağlığım beni pek endişelendirmiyor. b) Son zamanlarda ağrı, sizi, mide bozukluğu, kabızlık gibi sıkıntılarım var. c) Ağrı, sızı gibi bu sıkıntılarım beni epey endişelendirdiği için başka şeyleri düşünmek zor geliyor. d) Bu tür sıkıntılar beni öylesine endişelendiriyor ki, artık başka şeyleri düşünemiyorum.
21.	a) Son zamanlarda cinsel yaşantımda dikkatimi çeken bir şey yok. b) Eskisine göre cinsel konularla daha az ilgileniyorum. c) Şimdilerde cinsellikle pek ilgili değilim. d) Artık cinsellikle hiçbir ilgim kalmadı.

Lütfen aşağıdaki eylemlerdeki el kullanım tercihinizi tercih ettiğiniz kolona (√) işareti koyarak belirtiniz.

El Tercihiniz kesin veya çok güçlü olduğu durumlarda, yani birisi sizi kullanmaya zorlamadıkça diğer eli asla kullanmaya çalışmayacağınız durumlarda, tercih ettiğiniz kolona (√√) işareti koyunuz.

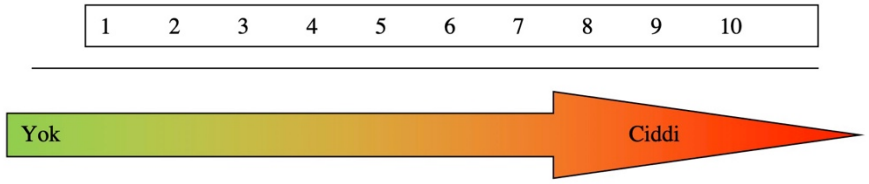
Herhangi bir eylemi gerçekleştirirken gerçekten sizin için hangi eli kullandığınız fark etmiyorsa her iki kolona da işaret (√) koyunuz. Aşağıdaki bazı eylemler her iki elin de kullanımını gerektirmektedir. Bu durumlardan sizden tercih etmeniz istenen elin, görevin ya da nesnenin neresinde olduğu parantez içinde 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 (üsteki el)	☐ ☐	☐ ☐
9. Kibrit çakarken (kibrit çöpünü tutan el)	☐ ☐	☐ ☐
10. Kavanoz kapağı açarken (kapağı açan el)	☐ ☐	☐ ☐
Toplam	**L=**	**R=**

[(R-L:……)/[(R+L:……..)]=……*100

1.	Cinsiyetiniz: ☐Kadın ☐Erkek
2.	Yaşınız: ……
3.	Eğitim durumunuz: ☐İlkokul ☐Ortaokul ☐Lise ☐Üniversite ☐Lisansüstü

Bu form, tDCS almadan önce ve sonra doldurulacaktır. Lütfen şu soruya yanıt olarak aşağıdaki "Derecelendirme" alanına 1-10 arasında, "Yok" ile "Ciddi" arasında bir değer girin: "Bu ifadelerden herhangi biri şu anda sizin için geçerli mi?" Tüm soruları doğru bir şekilde cevaplamanız önemlidir.



Bu ifadelerden herhangi biri şu anda sizin için geçerli mi?	Derece		Notlar
	tDCS **öncesi**	tDCS **sonrası**	
1. Baş ağrısı			
2. Boyun ağrısı			
3. Sırt ağrısı			
4. Bulanık görme			
5. Kafa derisi tahrişi			
6. Karıncalanma			
7. Kaşıntı			
8. Artmış kalp atım hızı			
9. Yanma hissi			
10. Sıcak basması			
11. Baş dönmesi			
12. Anlık duygudurum değişimi			
13. Yorgunluk			
14. Anksiyete			
Diğerleri:			

Aşağıdaki soruların tümünü doğru bir şekilde yanıtlamanız önemlidir. Bu formdaki sorulardan / terimlerden herhangi biri net değilse veya nasıl cevaplayacağınızdan emin değilseniz, lütfen çalışmanın araştırmacısına sormaktan çekinmeyin.

	Evet	**Hayır**
Daha önce hiç nöbet geçirdiniz mi?		
Daha fazla araştırma gerektiren (beyin cerrahisi dahil) bilinç kaybıyla sonuçlanan bir kafa travması geçirdiniz mi?		
Migreniniz var mı?		
Psikiyatrik veya nörolojik bir tanı aldınız mı?		
Kafanızda (ağzınızın dışında) şarapnel veya cerrahi klips gibi herhangi bir metal var mı?		
Herhangi bir implante cihazınız var mı? (örn. kalp pili, beyin stimülatörü)		
Saç derinizde bir cilt rahatsızlığınız var mı? (örn. sedef hastalığı)		
Tamamen iyileşmeyen bir kafa yaranız var mı?		
Hiç tDCS'ye veya başka herhangi bir beyin stimülasyon tekniğine (örn. TMU, tRNS) karşı olumsuz bir reaksiyon yaşadınız mı?		
Kadın katılımcılar için: Hamile olma ihtimaliniz var mı?		
Şu anda herhangi bir reçeteli ilaç alıyor musunuz veya (doğum kontrol hapı dışında) kendi kendinize ilaç alıyor musunuz?		

Transkraniyal doğru akım uyarımının olası tehlikeleri bana açıklandı ve herhangi bir noktada herhangi bir nedenle geri çekilebileceğimi ve neden(ler)i araştırmacıya açıklamak zorunda olmadığımı anlıyorum. Aşağıyı imzalayarak, bu tarama formunu anladığımı ve doğruluğunu onayladığımı onaylıyorum.

Katılımcının imzası	**Araştırmacının imzası**	**Tarih**