

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
PSİKOLOJİ ANABİLİM DALI

DOKTORA TEZİ

TRANSKRANİYAL DOĞRU AKIM UYARIMININ
TANIK BELLEĞİ VE YÖNETİCİ İŞLEVLER
ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Nurdan ULUSOY KÖK

2502150573

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Telat Gül ŞENDİL

İSTANBUL – 2022

ÖZ

TRANSKRANİYAL DOĞRU AKIM UYARIMININ TANIK BELLEĞİ VE YÖNETİCİ İŞLEVLER ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN İNCELENMESİ

NURDAN ULUSOY KÖK

Bu araştırmada transkraniyal doğru akım uyarımının (tDAU) tanık belleğinin doğruluğu ve yönetici işlevler üzerindeki etkilerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Yönetici işlevler sıcak ve soğuk sistemler olarak değerlendirilmiş olup risk alma davranışı sıcak yönetici işlev olarak; dikkat, tepki zamanı, set değiştirme, ketleyici kontrol, sözel ve sözel olmayan çalışma belleği de soğuk yönetici işlevler olarak incelenmiştir.

Çift kör, sahte uyarım kontrollü araştırmaya 59 kadın, 24 erkek olmak üzere 83 üniversite öğrencisi katılmıştır. Katılımcılar, her iki hemisferde prefrontal korteks veya anterior temporal lob alanlarının aktif veya sahte uyarıldığı sekiz farklı tDAU koşuluna seçkisiz atanmışlardır. TDAU 20 dakika süreyle 2 mA yoğunlukta çevrimdışı protokolle uygulanmıştır. Uyarımın hemen ardından katılımcılara bir soygun olayının videosu izletilmiş sonrasında olay ile ilgili hatırlama ve tanıma testleri yapılmıştır. Ardından risk almayı değerlendiren bir bilgisayar görevi ile sözel ve sözel olmayan bilişsel işlevleri değerlendiren testler kullanılmıştır.

Sonuçlar, sol dorsolateral prefrontal korteksin (DLPFK) anot ile uyarılmasının beklenen şekilde olay sonrası hatırlamada hatayı azaltarak tanık belleği performansını iyileştirdiğini; aynı alanın katot ile uyarılabilirliğinin azaltıldığı grupta ise tanık belleği performansının daha kötü olduğunu göstermiştir. Sıcak yönetici işlevlerden risk alma davranışı üzerinde de sol DLPFK alanının uyarılmasının beklentiyle uyumlu ama anlamlı olmayan etkisi tespit edilmiştir. Uyarımın soğuk yönetici işlevler üzerindeki etkisi

beklentiyle uyumlu, tutarlı sonuçlar vermemiştir. Bulgular literatürdeki bilgiler ile tartışılarak açıklanmıştır.

Sonuç olarak tek seanslık tDAU'nun tanık belleğinin doğruluğu üzerindeki olumlu etkileri saptanmasına karşın uyarımın kutuplaşmasına ve sinir hücrelerinin durumuna bağlı etkilerin daha iyi anlaşılabilmesi için geniş örneklemelerde yürütülen daha çok çalışmaya ihtiyaç vardır.

Anahtar Kelimeler: Tanık belleği, yönetici işlevler, transkraniyal doğru akım uyarımı, sıcak-soğuk biliş, risk alma davranışı, prefrontal korteks, anterior temporal lob

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF THE TRANSCRANIAL DIRECT CURRENT STIMULATION ON EYEWITNESS TESTIMONY AND EXECUTIVE FUNCTIONS

NURDAN ULUSOY KÖK

The present study investigated the effects of transcranial direct current stimulation (tDCS) on the accuracy of eyewitness memory and executive functions. Executive functions were studied in the context of hot and cold systems. Risk-taking behavior was investigated as hot cognition, whereas attention, response time, set-shifting, inhibitory control, and verbal and visuospatial working memory were investigated as cold executive functions.

83 university students (59 female, 24 male) participated in the double-blind sham-controlled study. Participants were randomly assigned to eight different tDCS conditions. Five of these groups were given prefrontal cortex stimulation, including one sham; the other three groups were given anterior temporal lobe stimulation, including one sham. TDCS was applied with an offline protocol at 2 mA intensity for 20 minutes. Immediately after the stimulation, the participants watched a robbery video. Following the video, recall and recognition tests were administered. Then, a computer task assessing risk-taking and verbal and nonverbal cognitive tests were administered.

The results indicated that anodal stimulation of the left dorsolateral prefrontal cortex (DLPFC) improved recall in eyewitness memory by reducing omission errors. As expected, cathodal stimulation of the left DLPFC decreased eyewitness memory performance compared with anodal and sham groups. Non-significant trends suggest that risk-taking behavior can be altered by anodal and cathodal stimulation of the left DLPFC. The conflicting results that emerged in the modulation of cold executive functions with tDCS were discussed, and the findings were explained in line with the tDCS literature.

Although it is observed that a single session of tDCS can improve eyewitness memory performance, studies with larger samples are needed to better understand state dependency and the effects of tDCS' polarity.

Keywords: Eyewitness memory, executive functions, transcranial direct current stimulation, hot-cold cognition, risk-taking, prefrontal cortex, anterior temporal lobe



ÖNSÖZ

Milyarlarca sinir hücresinin bir araya gelerek kurdukları iletişimin bir sonucu olan “davranışı” anlamaya çalışmak uzun soluklu bir yoldur. Bu yolda yürümek merak etmek ve sorular sormakla başlar ve sabırlı olmayı gerektirir. Lisans eğitimimin daha ilk yılında beni “bilişsel psikoloji” ile tanıştıran bilimsel merakı, sorular sormayı ve sabırlı olmayı öğreten ve o günden bugüne hep “iyi ki” dediğim kıymetli hocam Prof. Dr. Ayşe Ayçiçeği Dinn’e bu tezin her aşamasında verdiği desteğin yanı sıra yaşadığım her zorlukta yanımda olduğu için minnettarım.

Bilimsel bakış açısı ve yorumlarıyla ufkumu açan, sorduğum her soruyu tüm detaylarıyla yanıtlayan ve bu araştırmanın her aşamasında ihtiyaç duyduğum her an desteğini esirgemeyen değerli hocam Wayne M. Dinn’e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Üniversitenin ilk yıllarından itibaren kendisinden çok şey öğrendiğim ve doktora eğitimim süresince de desteğini hep hissettiğim kıymetli hocam Prof. Dr. Telat Gül Şendil’e minnettarım.

Lisans derslerinde verdiği ödevlerden, lisansüstü derslerindeki zihin açıcı sohbetlere kadar akademik hayatımın her aşamasında bana çok şey öğreten ve izleme komitemde de yer alan değerli hocam Doç. Dr. Şerife Sema Karakelle’ye tezimle ilgili yaptığı katkı ve yorumları için çok teşekkür ederim.

Araştırma görevlisi olarak çalışmaya başladığım ilk günden bu yana ihtiyacım olduğunda bilgisi ve tecrübesiyle yol gösteren Dr. Öğr. Üyesi Simge Şişman Bal’a veri toplama sürecimde de verdiği destek için sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bu araştırmanın veri toplama araçlarının geliştirilmesindeki katkılarından dolayı sevgili kuzenim Mert Astarıcı’ya ve amcam Hamdi Astarıcı’ya; araştırmaya olan ilgisi ve motivasyonunun yanında veri toplama sürecinde verdiği destek dolayısıyla Şeyma Aydın’a çok teşekkür ederim.

Veri toplama aşamasındaki desteklerinden dolayı Prof. Dr. Hıdır İlyas Göz'e, Arş. Gör. Dr. Esin Temeloğlu Şen'e ve Arş. Gör. Dr. Duygu Akyüz'e teşekkür ederim.

Gönüllüler olmasaydı, bu araştırma olmazdı. Bu araştırmanın tüm katılımcılarına değerli vakitlerini ayırdıkları için en içten teşekkürlerimi sunarım.

Bakış açıları ve fikirleriyle bana ilham veren birlikte çalışmaktan çok keyif aldığım Arş. Gör. Eda Bağcı'ya ve Dr. Öğr. Üyesi Aylin Özdeş'e; ayrıca doktora eğitimimin her aşamasında yanımda olan ve bu süreci birlikte paylaştığımız meslektaşım ve arkadaşım Öğr. Gör. Fatma Göral'a çok teşekkür ederim.

Hayatıma kattıkları tüm güzelliklerin yanı sıra türlü duyguları en samimi şekilde paylaşabildiğim, ihtiyacım olduğu her an tam destek yanımda olan can dostlarım Sinem'e, Ayla'ya, Zeynep'e ve Özge'ye sonsuz teşekkür ederim.

Bu araştırmanın birçok aşamasında verdikleri desteğin yanında yaşadığım her zorlukta beni yüreklendirdikleri, yüzümü güldürdükleri ve her zaman yanımda oldukları için canım aileme ve eşim sayesinde edindiğim ikinci aileme minnettarım.

Son olarak sonsuz sevgisi ve desteğiyle hep yanımda olan, en zorlandığım zamanlarda sakinliğiyle beni kucaklayan sevgili eşime hayatımı güzelleştirdiği her an için minnettarım.

Nurdan ULUSOY KÖK

İstanbul, 2022

İÇİNDEKİLER

ÖZ	ii
ABSTRACT	iv
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	viii
TABLolar LİSTESİ	xii
ŞEKİLLER LİSTESİ	xiv
KISALTMALAR LİSTESİ	xv
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

LİTERATÜR

1.1. GÖRGÜ TANIKLIĞI	4
1.1.1. Psikolojide Görgü Tanıklığının Tanımı	4
1.1.2. Görgü Tanığının Belleğini Etkileyen Değişkenler	6
1.1.3. Görgü Tanıklığı ile İlişkili Beyin Alanları	12
1.2. YÖNETİCİ İŞLEVLER	15
1.2.1. Yönetici İşlevlerin Tanımı, Özellikleri ve Gelişimi	15
1.2.2. Yönetici İşlev Modelleri: Sıcak ve Soğuk Yönetici İşlevler	20
1.2.3. Sıcak ve Soğuk Yönetici İşlevler ile İlişkili Beyin Alanları	25
1.3. TRANSKRANİYAL DOĞRU AKIM UYARIMI (TDAU)	27
1.3.1. Korteksin Elektriksel Uyarımının Tarihi	27
1.3.2. TDAU Etki Mekanizması ve Özellikleri	31
1.3.3. TDAU ve Bilişsel Performans	37
1.3.3.1. TDAU ve Bellek Çalışmaları	38
1.3.3.2. TDAU ve Yönetici İşlevler	44

İKİNCİ BÖLÜM

ARAŞTIRMA

2. ARAŞTIRMANIN AMACI	53
2.1. ARAŞTIRMANIN HİPOTEZLERİ	54

3. YÖNTEM.....	57
3.1. KATILIMCILAR.....	57
3.2. VERİ TOPLAMA ARAÇLARI.....	57
3.2.1. Bilgilendirilmiş Onam Formu.....	57
3.2.2. Katılımcı Bilgi Formu.....	58
3.2.3. TDAU Uygunluk Anketi.....	58
3.2.4. Beck Depresyon Envanteri (BDE).....	58
3.2.5. Kısa Uluslararası Nöropsikiyatrik Görüşme.....	59
3.2.6. Edinburgh El Tercihi Envanteri.....	59
3.2.7. Wechsler Yetişkinler için Zeka Ölçeği- Gözden Geçirilmiş Formu (WYZÖ-G): Sözcük Dağarcığı Alt Ölçeği	60
3.2.8. Desen Organizasyon Testi (DOT)	60
3.2.9. Transkraniyal Doğru Akım Uyarımı (tDAU).....	61
3.2.9.1. Yan Etkiler Anketi	63
3.2.10. Görgü Tanıklığında Bellek Performansının Değerlendirilmesi.....	64
3.2.10.1. Olay Videosu.....	64
3.2.10.2. Olay Sonrası Hatırlamanın Değerlendirilmesi	65
3.2.10.3. Tanıma Testi	65
3.2.10.4. Fotoğraftan Failin ve Suç Ortağının Teşhisi.....	65
3.2.11. Sıcak ve Soğuk Yönetici İşlevlerin Değerlendirilmesi	67
3.2.11.1. Kolombiya Kart Görevi (KKG)- Sıcak Versiyonu	67
3.2.11.2. İz Sürme Testi	68
3.2.11.3. Delis-Kaplan Yönetici İşlev Sistemi (DKYİS)- Desen Akıcılığı Testi	69
3.2.11.4. Harf - Sayı Dizisi Testi.....	70
3.2.11.5. Mekansal Uzunluk Testi	71
3.2.12. Sözel ve Görsel Bellek Testleri	71
3.2.12.1. Wechsler Bellek Ölçeği (WBÖ)- Mantıksal Bellek Alt Testi	71
3.2.12.2. Wechsler Bellek Ölçeği (WBÖ)- Görsel Üretim Alt Testi.....	72
3.3. İŞLEM.....	72
3.4. ANALİZ	75
4. BULGULAR.....	78
4.1. KATILIMCILARIN ÖZELLİKLERİ.....	78

4.1.1. Üçlü Karşılaştırma Gruplarının Katılımcı Özellikleri Açısından İncelenmesi	81
4.1.1.1. Sol DLPFK Uyarım Gruplarının Katılımcı Özellikleri Açısından Karşılaştırılması	81
4.1.1.2. Sağ DLPFK Uyarım Gruplarının Katılımcı Özellikleri Açısından Karşılaştırılması	82
4.1.1.3. ATL Uyarım Gruplarının Katılımcı Özellikleri Açısından Karşılaştırılması	83
4.2. ARAŞTIRMANIN HİPOTEZLERİNİN TEST EDİLDİĞİ ANALİZLER	84
4.2.1. Tanık Belleğinin Üçlü Karşılaştırma Grupları Arasındaki Analizleri	84
4.2.1.1. Sol DLPFK Uyarım Gruplarının Tanık Belleği Performanslarının Karşılaştırılması	84
4.2.1.2. Sağ DLPFK Uyarım Gruplarının Tanık Belleği Performanslarının Karşılaştırılması	87
4.2.1.3. ATL Uyarım Gruplarının Tanık Belleği Performanslarının Karşılaştırılması	89
4.2.2. Sıcak ve Soğuk Yönetici İşlevlerin Üçlü Karşılaştırma Grupları Arasındaki Analizleri	91
4.2.2.1. Sol DLPFK Uyarım Gruplarının Sıcak Yönetici İşlev Performanslarının Karşılaştırılması	91
4.2.2.2. Sağ DLPFK Uyarım Gruplarının Sıcak Yönetici İşlev Performanslarının Karşılaştırılması	92
4.2.2.3. ATL Uyarım Gruplarının Sıcak Yönetici İşlev Performanslarının Karşılaştırılması	93
4.2.2.4. Sol DLPFK Uyarım Gruplarının Soğuk Yönetici İşlev Performanslarının Karşılaştırılması	94
4.2.2.5. Sağ DLPFK Uyarım Gruplarının Soğuk Yönetici İşlev Performanslarının Karşılaştırılması	97
4.2.2.6. ATL Uyarım Gruplarının Soğuk Yönetici İşlev Performanslarının Karşılaştırılması	100
4.2.3. Sözel ve Görsel Belleğin Üçlü Karşılaştırma Grupları Arasındaki Analizleri	103
4.2.3.1. Sol DLPFK Uyarım Gruplarının Sözel ve Görsel Bellek Performanslarının Karşılaştırılması	103
4.2.3.2. Sağ DLPFK Uyarım Gruplarının Sözel ve Görsel Bellek Performanslarının Karşılaştırılması	104
4.2.3.3. ATL Uyarım Gruplarının Sözel ve Görsel Bellek Performanslarının Karşılaştırılması	105

4.3. UYARIM SONRASI YAN ETKİLER ANKETİ SONUÇLARI	106
TARTIŞMA VE SONUÇ	107
KAYNAKÇA	126
EKLER	161
ÖZGEÇMİŞ.....	169



TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1 Aktif ve Sahte Uyarım Koşulları ile Grupların Elektrot Yerleşim Düzeni	63
Tablo 2 Üçlü Karşılaştırma Grupları	76
Tablo 3 Katılımcıların Cinsiyete Göre Yaş, Eğitim Düzeyi, Depresif Belirtiler, Sözel ve Sözel Olmayan Zeka Ölçümlerinin Sonuçları	79
Tablo 4 Kadın ve Erkek Katılımcı Sayılarının Gruplara Göre Dağılımı	80
Tablo 5 Sol DLPFK Uyarım Gruplarındaki Katılımcıların Yaş, Eğitim Düzeyi, Depresif Belirtiler, Sözel ve Sözel Olmayan Zeka Ölçümlerinin Sonuçları	81
Tablo 6 Sağ DLPFK Uyarım Gruplarındaki Katılımcıların Yaş, Eğitim Düzeyi, Depresif Belirtiler, Sözel ve Sözel Olmayan Zeka Ölçümlerinin Sonuçları	82
Tablo 7 ATL Uyarım Gruplarındaki Katılımcıların Yaş, Eğitim Düzeyi, Depresif Belirtiler, Sözel ve Sözel Olmayan Zeka Ölçümlerinin Sonuçları	83
Tablo 8 Sol DLPFK Uyarım Gruplarındaki Katılımcıların Görgü Tanıklığı Bellek Performansı Sonuçları	85
Tablo 9 Sol DLPFK Uyarım Gruplarındaki Katılımcıların Olaydaki Hırsız ve Hırsızın Suç Ortağını Fotoğraf Dizisinden Teşhislerindeki Doğru ve Yanlış Sayıları	86
Tablo 10 Sağ DLPFK Uyarım Gruplarındaki Katılımcıların Görgü Tanıklığı Bellek Performansı Sonuçları	87
Tablo 11 Sağ DLPFK Uyarım Gruplarındaki Katılımcıların Olaydaki Hırsız ve Hırsızın Suç Ortağını Fotoğraf Dizisinden Teşhislerindeki Doğru ve Yanlış Sayıları	88
Tablo 12 ATL Uyarım Gruplarındaki Katılımcıların Görgü Tanıklığı Bellek Performansı Sonuçları	89
Tablo 13 ATL Uyarım Gruplarındaki Katılımcıların Olaydaki Hırsız ve Hırsızın Suç Ortağını Fotoğraf Dizisinden Teşhislerindeki Doğru ve Yanlış Sayıları	90
Tablo 14 Sol DLPFK Uyarım Gruplarındaki Katılımcıların Kolombiya Kart Göreviyle Değerlendirilen Risk Alma Sonuçları	91

Tablo 15 Sağ DLPFK Uyarım Gruplarındaki Katılımcıların Kolombiya Kart Göreviyle Değerlendirilen Risk Alma Sonuçları	92
Tablo 16 ATL Uyarım Gruplarındaki Katılımcıların Kolombiya Kart Göreviyle Değerlendirilen Risk Alma Sonuçları	93
Tablo 17 Sol DLPFK Uyarım Gruplarındaki Katılımcıların İz Sürme Testi ve Desen Akıcılık Testi Sonuçları.....	95
Tablo 18 Sol DLPFK Uyarım Gruplarındaki Katılımcıların Harf-Sayı Dizisi Testi ve Geri Mekansal Uzam Testi Sonuçları.....	96
Tablo 19 Sağ DLPFK Uyarım Gruplarındaki Katılımcıların İz Sürme Testi ve Desen Akıcılık Testi Sonuçları.....	98
Tablo 20 Sağ DLPFK Uyarım Gruplarındaki Katılımcıların Harf-Sayı Dizisi Testi ve Geri Mekansal Uzam Testi Sonuçları.....	100
Tablo 21 ATL Uyarım Gruplarındaki Katılımcıların İz Sürme Testi ve Desen Akıcılık Testi Sonuçları	101
Tablo 22 ATL Uyarım Gruplarındaki Katılımcıların Harf-Sayı Dizisi Testi ve Geri Mekansal Uzam Testi Sonuçları	102
Tablo 23 Sol DLPFK Uyarım Gruplarındaki Katılımcıların WBÖ Sözel ve Görsel Bellek Testlerinin Sonuçları	103
Tablo 24 Sağ DLPFK Uyarım Gruplarındaki Katılımcıların WBÖ Sözel ve Görsel Bellek Testlerinin Sonuçları	104
Tablo 25 ATL Uyarım Gruplarındaki Katılımcıların WBÖ Sözel Mantıksal Bellek ve WBÖ Görsel Bellek Testi Sonuçları	105
Tablo 26 Katılımcıların tDAU Sonrası Uygulanan Yan Etki Anketine Verdikleri Yanıtlara Göre Belirttikleri Yan Etki Yüzdeleri	106

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1 Araştırmanın Veri Toplama Aşamaları.....	74
---	----



KISALTMALAR LİSTESİ

ATL: Anterior Temporal Lob

BDE: Beck Depresyon Envanteri

DKYİS: Delis-Kaplan Yönetici İşlev Sistemi

DLPFK: Dorsolateral Prefrontal Korteks

DOT: Desen Organizasyon Testi

KKG: Kolombiya Kart Görevi

mA: Miliamper

OFK: Orbitofrontal Korteks

PPK: Posterior Parietal Korteks

TDAU: Transkraniyal Doğru Akım Uyarımı

TEU: Transkraniyal Elektrik Uyarımı

TMU: Transmanyetik Uyarım

VLPFK: Ventrolateral Prefrontal Korteks

WBÖ: Wechsler Bellek Ölçeği

WYZÖ-G: Wechsler Yetişkinler için Zeka Ölçeği Gözden Geçirilmiş Formu

GİRİŞ

Beyin-davranış ilişkisine dair anlayışımız, travmaya bağlı beyin hasarı olan hastaların davranış bozukluklarının gözlenmesiyle başlamış ve beyin görüntüleme tekniklerinin gelişmesiyle ilerlemiştir. Günümüze kadar olan süreçte her iki yöntem de davranışın altında yatan mekanizmalara dair temel bilgilerimizi oluşturmuştur. Buna karşın nörogörüntüleme teknikleri ilgili beyin bölgesi ile davranış arasında nedensellikten uzak ilişkisel bir sonuç ortaya koyarken; hasta gözlemleri beyin-davranış ilişkisine yönelik nedensel açıklamalar sağlamasına rağmen vakalar arası hasarın yeri ve boyutunun değişkenliği gibi karıştırıcı faktörler içerir (Gray, 2016). Günümüzde, belirli beyin bölgelerinin aktivitesinin ciddi bir yan etki oluşturmadan modülasyonunu sağlayan transkraniyal doğru akım uyarımı (tDAU) gibi nöromodülasyon teknikleri kullanım kolaylığı sağlamasının yanında davranışın altındaki fizyolojik nedenlere yönelik açıklamalar getirilebilmesi dolayısıyla da sıklıkla tercih edilmektedir. Nöromodülasyon teknikleri ile kortekste belirli alanların aktivitesi değiştirilerek, bu değişim sonucunda ilgili alanla ilişkili olan davranış ve bilişsel performans değişiklikleri gözlenebilmektedir. TDAU'nun kullanıldığı çalışmalar ile sağlıklı bireylerde beyin-davranış ilişkisine nedensel açıklamalar üretmenin yanında çeşitli nörodejeneratif hastalıklarda belirtileri azaltıcı tedaviler geliştirerek hastaların günlük işlevselliğini arttırmak da hedeflenmiştir (Doruk ve ark., 2014; Ferrucci ve ark., 2008a; Nejati ve ark., 2020). Araştırmaların bir kısmında ise herhangi bir hastalığı bulunmayan, sağlıklı bireylerde bilişsel performansı arttırmak amacıyla tDAU'nun etkisi incelenmiştir (Fregni ve ark., 2005; Manenti ve ark., 2013; Sandrini ve ark., 2019).

Sağlıklı bireylerle yürütülen nöromodülasyon tekniklerinin kullanıldığı çalışmaların bulguları, bu tekniklerin günlük hayatta karşılaşılan bazı sorunlara da çözüm sağlayabilmesi fikrinin önünü açmıştır. Bu sorunlardan biri ceza davalarında görgü tanığının bellek hataları nedeniyle masum kişilerin cezalandırılması ve dolayısıyla suçluların tespit edilememesidir. Araştırmalar, tanıkların olayla ilgili bellek hatalarının yaygınlığını ve bu hatalara bağlı olarak çok sayıda masum kişinin cezalandırıldığını ortaya

koymaktadır (Gross ve ark., 2005; Thompson, 2009). Görgü tanıklarının bellek hataları yanlış mahkumiyetlerin önde gelen nedenlerinden biridir. Günümüzde ceza davalarında DNA eşleştirme gibi kesin ve net sonuçlar ortaya koyan yöntemler olsa da bir suç olayına dair tek kanıtın tanık belleği olduğu vakalar göz önünde bulundurularak görgü tanıklarının belleğine duyulan ihtiyacın hiçbir zaman ortadan kalkmayacağı kabul edilmektedir. Bu nedenle hukuk alanının bir konusu olmasına rağmen bellek ile yakın ilişkisi dolayısıyla tanık belleğini etkileyen değişkenlerin neler olduğu, bu değişkenlerin nasıl kontrol edilebileceği ve görgü tanıklarından gerçeğe en yakın, doğru ifadenin nasıl alınabileceği üzerine psikolojide bir literatür oluşturulmuştur.

Görgü tanıklarının bellek doğruluğunu etkileyen sayısız değişken ile ilgili çalışmalar yürüten Wells (1978) bu değişkenleri ikiye ayırmıştır. Bunlar olaya, olayın failine veya tanığa ait özellikler gibi kontrol edilemeyen değişkenler olabileceği gibi olay sonrası tanığın ifadesi alınırken uygulanan işlemler gibi doğru şekilde kontrol edildiğinde tanıktan gerçeğe en yakın ifadenin alınmasını sağlayabilecek değişkenler de olabilir. Tanık ifadesinin alınması ve suçlunun teşhisinde uygulanan işlemler gibi yetkili mercilerin kontrol edebileceği bu değişkenlere odaklanan Wells (1978), bunları *sistem değişkenleri* olarak isimlendirmiş ve bu yöntemlerin standartlaştırılmasının tanıktan gerçeğe en yakın ifadenin alınmasını sağlayabileceğini öne sürmüştür. Nöromodülasyon tekniklerinin bellek performansına etkilerinin incelenmeye başlamasıyla birlikte araştırmacılar bu tekniklerin tanık belleğinin performansını artırıcı bir araç olarak kullanılabileceği fikrini de ortaya atmışlardır (Klaming ve Vedder, 2009; Vedder ve Klaming, 2010). Söz konusu tekniklerin bellek performansını artırıcı etkisinin kontrollü deneylerle tekrarlı şekilde tespit edilmesi; uzun vadede bu tekniklerin, *sistem değişkenleri* kapsamında tanık belleğinin doğruluğunu artırıcı bir araç olarak kullanımını sağlayabilir. Diğer taraftan bu cihazların tanık belleğinin doğruluğunu artırıcı bir araç olarak kullanılmasının kararı, cihazın olumlu etkilerinin şüpheye yer bırakmayacak şekilde sistematik olarak saptanmasını, uygulanan işlem basamaklarının detaylı şekilde tanımlanmasını ve etik boyutunun da değerlendirilmesini gerektirmektedir. Bütün bunlar

göz önünde bulundurulduğunda tDAU'nun tanık belleğinin doğruluğuna etkileri, incelenmesi gereken dikkate değer bir araştırma konusudur.

TDAU'nun çözüm sağlayabileceği bir diğer konu ise ödül ve ceza içeren durumlarda duygusal bileşenler ile ortaya çıkan dürtüselliğin tetiklediği ve sürekliliği durumunda kişinin kendisini ve sosyal çevresini olumsuz etkileyen risk alma davranışdır. İnsan bilişinin üst düzey süreçlerinin bir sonucu olarak ortaya çıkan risk alma davranışı da bir yönetici işlev ürünüdür. Son dönemde bilişsel işlevler üzerine yürütülen çalışmalar yönetici işlevleri sıcak ve soğuk süreçler olarak ikiye ayırmıştır (Nejati, Salehinejad ve Nitsche, 2018; Metcalfe ve Mischel, 1999; Salehinejad ve ark., 2021). Ödül ve ceza durumunda karar verme ve risk alma davranışının da dahil olduğu duygusal ve motivasyonel süreçler sıcak yönetici işlevler olarak tanımlanırken; çalışma belleği, ketleyici kontrol, set değiştirme gibi duygusal bileşen içermeyen beceriler soğuk yönetici işlevler olarak sınıflandırılırlar. Güncel araştırmalar sıcak ve soğuk işlevleri birbirlerinden kesin bir çizgiyle ayırmadan spektrum benzeri bir yapıyla tanımlamaktadır (Nejati, Salehinejad ve Nitsche, 2018; Salehinejad ve ark., 2021). Sıcak yönetici işlevler açısından değerlendirildiğinde sağlıktan ekonomiye kişinin hayatıyla ilgili birçok konuda küçük ve büyük kararlarının sonucu olarak risk alma davranışıyla karşılaşılabilir. Ayrıca insanların beyinlerindeki dopaminerjik ödül sisteminin uyarıldığı durumlarda bağımlılık geliştirebildikleri bilindiğinden (De Biasi ve Dani, 2011), ödül arayıcı ve dürtüsel davranışla yakından ilişkili olan riskli durumlarda karar vermeyi inceleyen araştırma bulguları, madde ve kumar bağımlılığı gibi zarar verici davranışların altında yatan mekanizmaları açıklayarak bu davranış bozuklukları için tedavi yöntemlerinin geliştirilmesine ışık tutabilir.

Bu tez çalışmasında sağlıklı yetişkinlerde tDAU tekniğinin sırasıyla görgü tanıklığında bellek performansı, sıcak ve soğuk yönetici işlevler ile sözel ve görsel genel bellek performansları üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Sıcak yönetici işlevler kapsamında risk alma davranışı, soğuk yönetici işlevler kapsamında ise dikkat, tepki zamanı, set değiştirme, ketleyici kontrol, sözel ve görsel çalışma belleği incelenmiştir.

BİRİNCİ BÖLÜM

LİTERATÜR

1.1. GÖRGÜ TANIKLIĞI

1.1.1. Psikolojide Görgü Tanıklığının Tanımı

Tanıklık (*Testimony*) veya görgü tanığı ifadesi (*eyewitness testimony*), bir suç olayını gören veya bu olaya karışmış bir kişi tarafından verilen, suçun açıklamasını ifade eden yasal bir terim olup buna sadece olaya şahit olanlar değil sıklıkla olayın kurbanları da dahil olabilirler (Glomb, 2022). Psikolojide görgü tanıklığı konusunda çalışan ilk araştırmacılardan Stern'e (1939) göre tanıklık geçmişte yaşanmış bir olay veya deneyime dair hatırlanan öğelerin sözlü olarak yeniden üretilmesidir. Başka bir ifadeyle görgü tanıklığı, duyu organları ile gözlemlenen bir olayın kodlanarak belleğe kaydedilmesi, orada depolanması ve ardından yine bellekten geri getirilmesini içeren karmaşık bir süreçtir.

Görgü tanıkları genellikle gördüklerini anlatarak ve olaydaki faili teşhis etmeye çalışarak yetkili kişilere yardımcı olurlar (Zajac ve ark, 2016). Bir suç olayının adli sürecinde görgü tanıklarının raporlarına önemli ölçüde güvenilmekte ve hatta bazı durumlarda soruşturma sadece tanığın ifadesiyle karara bağlanmakta olup yetkililerin tanık ifadesine verdikleri bu önem tanık belleğinin doğruluğu ve güvenilirliği ile tam olarak örtüşmemektedir (Vedder ve Klaming, 2010). Bu yönleriyle görgü tanıklığı temelde hukuk alanının bir konusu olsa da tanık ifadesi bir bellek ürünü olduğundan psikolojide önemli araştırma konularından biri haline gelmiştir. Psikoloji bilimi, görgü tanığının suçluyu teşhisiyle ilgili tek bilimsel literatürü oluşturarak adalet sistemini tanıkların teşhislerine dair sorunlar konusunda da uyarmıştır (Wells ve Olson, 2003). Tanık hataları nedeniyle masum kişilerin fail olarak teşhis edilmesinin azımsanmayacak kadar yaygın olması da tanık belleği araştırmalarının önemini ortaya koyar. Konuyla ilgili Wells (1978) masum birini cezalandırmanın suçlu birini serbest bırakmak kadar adaletsiz olduğunu belirterek tanık belleği araştırmalarının önemini vurgulamıştır.

Görgü tanıklığının güvenilirliğindeki şüphelere rağmen bir suç ve o suça şahit olan birileri olduğu müddetçe hukuk sistemi tanık ifadesi kavramını hiçbir zaman ortadan kaldırmayacaktır. Çünkü mağdurun bir suçun işlendiğine dair ilk raporu da polis memurlarının bir suç ihbarı aldıklarına yönelik ifadeleri de kendi içinde bir tanıklıktır (Wells, 1978). Dolayısıyla tanık ifadesi kusurlarına ve eksikliklerine rağmen adil bir yargı sürecindeki anahtar kavramlardan biridir. Bu nedenle doğru bilgiler içeren, güvenilir ifadeler için tanıkların bellek performansını iyileştirici yöntemlerin geliştirilmesine her zaman ihtiyaç olacaktır (Veder ve Klaming, 2010).

Görgü tanıklığı araştırmalarının yöntemsel ve teorik bazı sorunları bulunmaktadır. Bu sorunlardan birincisi “gerçeğe yakın deneyler yapamamak” üzerinedir. Araştırmanın bilimsel bilgi üretmenin yanı sıra pratik faydayı da hedeflediği tanık belleği gibi konularda laboratuvar ve gerçek ortam farklılıkları dikkat çekmektedir. Araştırmalarda etik çerçeveler içerisinde gerçek görgü tanıklarının deneyimlerine benzeyen güçlü deneysel desenler oluşturmak önemlidir (Glomb, 2022). Ekolojik geçerlilik olarak da ifade edilen bu durum deneylerden elde edilen bilgilerin gerçek hayata uygulanabilirliğini sorgular. Şüphesiz gerçekte bir suça tanıklık etmek, kontrollü koşullardaki bir fotoğraf veya video olayına tanıklıktan farklıdır. Bu farklılıkları bertaraf edebilmek amacıyla araştırmacılar deneylerini gerçek hayata benzetmeye çalışmışlardır (Sauerland ve ark., 2016; Stern, 1939). Bunu sağlamanın bir yolu, olayın katılımcıların bulundukları ortamda ve onların şahit olabileceği bir şekilde sahnelenmesidir. Burada olay deneyci tarafından üretilen sahte bir olay dahi olsa, o olayı videodan izlemek ile olayı doğrudan yaşayarak deneyimlemek farklı olacaktır. Bir diğer yöntem de olay videosu izletilirken, bir soruşturma kapsamında katılımcıların yardımına ihtiyaç olduğu gibi olayın içine bir gerçeklik katılması olabilir (Areh, 2011). Bu, katılımcıların araştırmayı ciddiye almaları için önemlidir. Sorulara verdikleri yanıtların bilimsel bilgi üretme amacının yanı sıra gerçek bir soruşturmada kullanılacağı düşüncesi katılımcıda gerçek görgü tanığınıninkine benzer bir sorumluluk bilincini sağlayabilir. Bu amaçla mevcut araştırmada da olay videosunun öncesindeki yönergede bu çalışmadan elde edilen verilerin görgü tanıklığı soruşturmalarına katkı sağlayıcı nitelikte olduğuna yer verilmiş ve katılımcılar, videoyu

dikkatli izlemeleri ve ifadelerini gerçeğe en yakın şekilde vermeleri konusunda teşvik edilmiştir.

Tanık belleği araştırmaları ile ilgili ikinci bir sorun ise “tanıklığın farklı biçimleri” üzerinedir. Bir tanığın ifadesi olayın detaylarını ve olaydaki failin tarifini içerebileceği gibi şüphelinin veya olayda kullanılan silah ve araçların teşhisini de içerebilir (Glomb, 2022). Bu da tanıklığın farklı biçimleri olduğu anlamına gelir. Psikolojideki görgü tanıklığı araştırmalarında, tanıklığın bu farklı biçimleri içerdikleri farklı bilişsel becerilerin test edilmesiyle araştırılır. Örneğin tanığın olaya dair verdiği ilk ifadesi bir hatırlama göreviyken, failin fotoğraftan teşhisi bir tanıma görevidir. Tanıklığın bu farklı biçimleri, tanık belleğini etkileyen değişkenlerin fazlalığı ve bu değişkenlerin birbiriyle etkileşimleri de göz önüne alındığında tanık belleği araştırmalarında dikkate alınması ve kontrol edilmesi gereken çok fazla değişken bulunmaktadır. Örneğin “cinsiyet” değişkeni, tanığın cinsiyetinin yanı sıra olaydaki failin cinsiyeti açısından da tanığın bellek doğruluğunu etkileyebilmektedir. Bu değişkenlerin hepsinin ve tüm etkileşimlerinin etkisini inceleyen tek bir araştırma deseni neredeyse imkansızdır (Wells, 1978). Bu nedenle tanık belleğini etkileyen tüm değişkenlerin belirlenmesinden ziyade bu değişkenleri belirli bir sistem içerisinde incelemek ve kontrol edebilmek teorik açıdan daha uygulanabilir. Bir sonraki başlıkta literatürdeki sistematik bir sınıflandırma üzerinden tanık belleğinin doğruluğunu etkileyen bu değişkenlerin bir kısmına yer verilecektir.

1.1.2. Görgü Tanığının Belleğini Etkileyen Değişkenler

Bellekteki bir olay anısı normal koşullar altında bile değişebilir ve gerçekte olan olaydan farklılaşabilir. Adil bir yargı süreci için hayati olan tanık belleği ise birçok değişkenden etkilenecek bozulabilir. Buna bağlı olarak görgü tanıkları sıklıkla hata yaptıkları, yanlış ifadeler verdikleri ve yanlış teşhisler yaptıkları için güvenilir olmayan bilgi kaynakları olarak gösterilmektedirler (Glomb, 2022). Tanık belleğini bozucu etkisi

olan değişkenler Wells (1978) tarafından “sistem değişkenleri” (*system variables*) ve “tahmin değişkenleri” (*estimator variables*) olarak iki grup altında incelenmiştir. Bu ayrıma göre, tahmin değişkenleri, isminden de anlaşılacağı üzere, etkisini sadece geriye dönük tahmin edebileceğimiz değişkenleri ifade ederken, sistem değişkenleri soruşturma ve yargı sürecinde yetkili mercilerin kontrol edebileceği değişkenlerdir. Tahmin değişkenlerinden olaya dair özelliklere örnek olarak; olayın geçtiği ortam koşulları, olayın ciddiyeti, içeriği, olaydaki suçun niteliği, karmaşıklığı ve süresi verilebilir. Failin ve tanığın cinsiyetleri, ırkları ve yaşları da fail ve tanıkla ilgili olan tahmin değişkenleridir. Sistem değişkenleri ise olay ve tanıklık arasında geçen zaman, robot resimler (*composite sketch*), sabıka fotoğrafları (*mugshot*), sorgulama ve fotoğraftan teşhis yöntemleri olarak sıralanabilir (Wells, 1978).

Tahmin Değişkenleri: Olaya Dair Özellikler. Tanık olunan olayın ciddiyeti dolayısıyla ne kadar duygusal yük içerdiği olayı hatırlamakta önemlidir. Olayın ciddiyetinin fazla olduğu durumda düşük olduğu duruma kıyasla tanıkların suçluyu daha doğru teşhis ettikleri gösterilmiştir (Leippe, Wells ve Olstrom, 1978). Bahsi geçen çalışmada olayın ciddiyeti pahalı veya ucuz bir ürünün hırsızlığı üzerinden derecelendirilmiştir. Diğer taraftan olayın stres gibi daha yoğun duygusal bileşenler içerdiği ciddi durumlarda da tanık doğruluğunun olumsuz etkilendiği görülmüştür (Morgan III ve ark., 2013). Bu nedenle fiziksel yaralama, cinsel saldırı ve cinayet gibi daha ciddi sonuçları olabilecek olayların içerdikleri duygusal yük nedeniyle belleği bozucu etkisi kuvvetli olabilir. Olay içeriği ile ilgili yürütülen çalışmalarda olayda bir silah yer aldığına hatırlamanın daha kötü olduğu ile ilgili bulgular da mevcuttur (Carlson ve ark., 2016; Mansour, Hamilton ve Gibson, 2019). Bu durum literatürde silah odağı etkisi (*weapon focus effect*) olarak isimlendirilmiştir.

Tahmin Değişkenleri: Faile ve Tanığa Dair Özellikler. Cinsiyet, ırk ve yaş gibi olaydaki fail ile olaya tanıklık eden kişiye ait özelliklerin tanığın bellek doğruluğu üzerinde etkileri olabilir. Araştırmaların bir kısmı insanların kendisiyle aynı cinsiyetten

olan kişileri daha doğru hatırlaması olarak tanımlanan “hemcins yanlılığı” (*own-gender bias*) etkisini tespit etmiştir (Areh ve Walsh, 2020; Shaw ve Skolnick, 1994; Spring, Saltzstein ve Siegel, 2021; Wright ve Sladden, 2003). Buna karşın Fazlıc, Deljkić ve Bull’un (2020) çalışmasında hemcins yanlılığı saptanmamıştır. Tanıklıkta cinsiyetin bir etkisinin olmadığını gösteren çalışmaların (Butler ve Pallone, 2002; Butts ve ark., 1995) yanı sıra bazı çalışmalarda genel olarak tanıklıkta kadınların erkeklere kıyasla daha iyi performans gösterdiği tespit edilmiştir (Areh, 2011; Lindholm ve Christianson, 1998). Kadınların bu üstünlüğü bazı araştırmacılar tarafından kadınların sözel yeteneklerde iyi olmasına bağlamıştır. Bu açıklamaya göre kadınlar episodik bellek görevlerinde sözel etiketler kullanarak daha iyi performans göstermektedirler (Lewin ve Herlitz, 2002).

Bir diğer değişken olan ırk ile ilgili de araştırmalar tanıkların kendi ırklarından kişileri yanlış teşhis etme olasılığının başka ırktan birini yanlış teşhis etme oranına göre daha düşük olduğunu göstermiştir (Wells ve Olson, 2001). Bir meta analiz çalışması, bireylerin kendileriyle aynı ırktan kişileri başka ırktan yüzlere kıyasla daha doğru tanıyıp daha az hata yaptıklarını ortaya koymuştur (Meissner ve Brigham, 2001). Ayrıca yine ırk ile ilgili çalışmalarda burada da yer verilen ekolojik geçerlilik konusu vurgulanmıştır. Laboratuvar çalışmalarının birçoğunda beyaz ırka mensup üniversite öğrencilerinin kullanıldığı belirtilerek bu çalışmalardan elde edilen bulguları topluma genellemenin doğru bir yaklaşım olup olmadığı da tartışılmıştır (Wilson, Hugenberg ve Bergstein, 2013).

Tanıklıkta farklı yaş gruplarının etkisini değerlendiren çalışmalarda ise özellikle çocuk tanıkların belleklerinin daha etkiye açık ve doğruluğunun şüpheli olduğu tespit edilmiştir (Coxon ve Valentine, 1997; Sutherland ve Hayne, 2001). Çocuk tanıklara kıyasla yetişkin tanıkların insanlarda daha çok güven uyandırdığı gösterilmiştir (Bruer ve Pozzulo, 2014).

Bu özelliklerin yanı sıra tanığın kişilik özelliklerinin (Areh ve Umek, 2007), kaygı ve stres düzeyinin (Deffenbacher ve ark., 2004; Siegel ve Loftus, 1978; Morgan III ve ark., 2013) ve tanığın ifadesine duyduğu güvenin (Berkowitz ve ark., 2022) bellek doğruluğuna etkilerini değerlendiren çalışmalar, tanık belleğinin tahmin değişkenleri

açısından birçok etkiye açık olduğunu göstermesi yönüyle önemlidir. Kısaca olayın, failin ve tanığın kendisinin yukarıda da yer verilen özelliklerinden etkilenen bir belleğin, tanık ifade vermeye başlamadan çok önce bozulmaya başladığını söylemek yanlış olmaz. Bu bölümün başında da belirtildiği üzere gerçek bir soruşturmada bu değişkenlerin tanık belleği üzerindeki etkileri kontrol edilemez sadece tahmin edilebilir. Dolayısıyla bu değişkenlerin hem tekil etkilerinin hem de birbirleriyle etkileşimlerinin ortaya çıkardığı çoğul etkileri göz önünde bulundurarak bir soruşturmayı yürütmek önemlidir.

Sistem Değişkenleri. Tanığın olaya tanık olduğu an ile olaya dair verdiği ilk ifadesi arasında geçen zaman, sorgulamada dikkat edilmesi gerekenler, robot resimler ve teşhis için oluşturulan sıralama (*line up*) yöntemleri gibi uygulamaları içeren sistem değişkenleri kontrol edilebilir ve bu alandaki çalışmaların sonuçları soruşturma sürecini geliştirerek görgü tanıklarının bellek doğruluklarını arttırıcı yönde fayda sağlayabilir (Wells, 1978; Wells ve Olson, 2003). Laboratuvar koşullarından farklı olarak gerçek hayatta önemli bir sorun, bir tanığın olaya tanık olduğu an (kodlama) ile ilk ifadesi (geri getirme) arasında haftalar hatta aylar olmasıdır (Klaming ve Vedder, 2009). Bir başka koşulda ise soruşturma devam ederken tanıktan farklı zamanlarda tekrar ifade vermesi istenebilir. Bu durumda tanık olayı tekrarlı şekilde anlatacak ve bu tekrarlı ifadeler ile tanığın belleğindeki olaya dair ilk anı sürekli değişime uğrayacaktır. Bir diğer önemli nokta tanığın ifadesi alınırken yönlendirme ve yorumlardan olabildiğince uzak durmaktır. Yapılan çalışmalar tanıkların belleklerinin yönlendirmelerden de etkilendiğini göstermiştir (Schreiber ve ark., 2006; Thorley, 2013).

Sistem değişkenlerinin uygun şekilde kontrolü tanık belleğindeki bozulmaları olabildiğince en aza indirmeyi hedefler. Sistem değişkenleri, tanığın olaydaki kişinin teşhisini yapacağı sıralamayı görmesinden önce tanıklara verilen talimatlar ile sıralamanın nasıl yapılandırıldığı gibi süreçleri içerir (Wells ve Olson, 2003). Bazı durumlarda tanıkların teşhis öncesinde bir ressam ile birlikte failin yüzünün bir robot resmini oluşturması istenebilir. Yapılan bir çalışmada; yüze maruz kalma ile teşhis aşaması arasındaki zamanda katılımcılardan bir grup, bir ressam ile birlikte hedef yüzün bir robot

resmini oluşturmuşlar ve teşhis aşamasında bu grubun, robot resim oluşturmayan diğer gruba kıyasla daha fazla hata yaptığı görülmüştür (Hall ve Ostrom, 1975; aktaran Wells, 1978).

Genellikle uygulanan bir işlem olan sıralamada tanıklar şüphelileri bir grup masum olduğu bilinen dolgu kişi (*fillers*) arasından teşhis eder. Sıralama, gerçek kişiler veya bu dolgu kişilerin fotoğrafları ile yapılabilir. Soruşturma sürecinde şüphelilerin fotoğraftan teşhisinde eş zamanlı (*simultaneous*) ve sıralı (*sequential*) olmak üzere iki yöntem kullanılmaktadır. Yetkili mercilerce en çok tercih edilen eş zamanlı sıralama, tanığa sıralamadaki tüm kişilerin tek seferde sunulduğu teşhis yöntemi iken; ardışık sıralamada ise kişiler sırayla sunulmaktadır (Wells ve Olson, 2003). Eşzamanlı sıralamaya kıyasla, ardışık sıralamada daha az yanlış teşhis yapıldığını (Sporer, 1993) ve dolgu kişilerin daha az oranda suçlu olarak teşhis edildiğini (Wells, Steblay ve Dysart, 2014) gösteren çalışmalar vardır. Literatürde bu bulgulara dayanılarak polis uygulamalarında eşzamanlı yerine ardışık sıralamaların tavsiye edilmesine karşın bu tür bir tavsiye için henüz erken olduğu, ardışık sıralamanın üstünlüğünün kullanılan yöntemlere bağlı olarak değişebileceği bu nedenle daha fazla çalışmanın gerekliliği de öne sürülmüştür (McQuiston-Surrett, Malpass, Tredoux, 2006).

Sistem değişkenlerinin etkilerinin incelendiği araştırmalardan hareketle Wells ve arkadaşları (2020) tanıkların teşhislerindeki uygulamalarda izlenmesi gereken bazı öneriler sunmuşlardır. Bu öneriler; mümkün olan en kısa sürede tanığın suçluyu tarif ettiği ifadesi alınmalı; birinin bir teşhise dahil edilmeden önce bir suçtan şüpheli olduğuna dair yazılı kanıta dayalı gerçekler olmalı; teşhisler, teşhisi yürüten kişinin de gerçek şüpheliyi bilmediği çift kör yöntem ile yürütülmeli; her sıralamada sadece bir şüpheli olmalı ve sıralama şüpheliyi fiziksel veya bağlamsal açıdan öne çıkarmayacak şekilde yani şüpheliyle benzer özelliklerde en az beş dolgu kişiyi içermeli; polis ön görüşmede tanığın vermediği bir bilgiyi kesinlikle tanığa açık etmemeli; teşhis öncesinde tanığa şüphelinin o sıralamada olmayabileceği hatırlatılmalı şeklinde sıralanabilir (Wells ve ark., 2020). Mevcut araştırmada da bu önerilerle uyumlu şekilde, katılımcıların olay videosunu

izlemelerinin hemen ardından olaya dair ifadeleri hatırlama testi ile müdahale edilmeksizin alınmıştır. Ayrıca olaydaki hırsız ve hırsızın suç ortağı için ayrı teşhis slaytları oluşturulmuş ve bu teşhis slaytlarında hedef fotoğraflara (hırsızın ve suç ortağının fotoğrafları) beşer tane dolgu fotoğraf eşlik etmiştir. Son olarak teşhis slaydının başında verilen yönergede şüphelinin sıralamada bulunmayabileceği bilgisi de yer almıştır.

Sistem değişkenlerinin etkilerini araştıran çalışmalardan elde edilen bilgilere dayanarak soruşturmalarda kullanılan teknik ve yöntemlere gereken önemin verilmesi halinde tanıklardan en doğru bilgileri almak mümkün olacaktır. Bu değişkenlerin yanı sıra bilim ve teknolojiadaki gelişmelerin sunduğu tDAU gibi nöromodülasyon tekniklerinin de tanıklıkta bellek doğruluğunu iyileştirici etkileri olabilir. Mevcut araştırma kapsamında yapılan literatür taramasında tDAU'nun doğrudan tanık belleği üzerindeki etkisini inceleyen araştırmaya rastlanmamış yine bir nöromodülasyon tekniği olan transmanyetik uyarım tekniğinin (TMU) tanık belleğini geliştirici bir araç olarak ceza davalarında kullanılabileceğinin tartışıldığı makaleler bulunmuştur. Bu makalelerden birinde Vedder ve Klaming (2010) sinirbilimin geleceğin bilimi olduğunu, şu an kulağa çok gerçekçi gözükme de TMU gibi tekniklerin gelecekte insanlığın faydası için kullanılabileceğini savunmuştur. Nöromodülasyon tekniklerinin tanıklar üzerinde belleği geliştirici olarak kullanılması, etik ve uygulamada karşılaşılabilecek sorunlar nedeniyle çeşitli zorlukları barındırsa da imkansız değildir. Bunun bir göstergesi de geçmişten günümüze bilim ve teknolojiye yaşanan hızlı gelişme ve bu gelişmeye gösterilen uyumdur. Örneğin, ilerleyen bölümlerde yer verileceği üzere, nöromodülasyon tekniklerinin tarihsel gelişiminin elektrikli balıklardan, ilk bataryalara ve ardından günümüzdeki modern TMU ve tDAU cihazlarına kadar olan sürecini göz önünde bulundurduğumuzda bu tekniklerin adli olayların soruşturma sürecinde kullanılması uzak bir ihtimal olmayabilir.

Nöromodülasyon cihazlarının günlük hayatta kullanımına ilişkin bazı etik ve teorik sorunlar bulunmaktadır. Vedder ve Klaming (2010) bu sorunları; bu tekniği polisin mi savcılarının mı, avukatların mı yoksa hakimlerin mi kullanacağı; bu tekniğin kullanımının gönüllü mü olacağı, TMU ile tanık belleğinin iyileştirilmesinden elde edilen

bilgilerin kanıt niteliği taşıyıp taşımayacağı, güvenilir olup olmayacağı gibi sorular ile gündeme getirmişlerdir. Son olarak halihazırdaki TMU cihazlarının beyin sadece yüzey alanlarını uyarırken alt beyin yapılarını uyaramaması, bu tekniklerin şu anda hafıza geliştirme amacıyla kullanımını kısıtlayabileceği de belirtilmiştir (Vedder ve Klaming, 2010). Bu bilgilerin yanı sıra Lucke ve Hall (2010) TMU gibi nöromodülasyon tekniklerinin bilişsel becerilerde kısa süreli iyileşmeler sağlasalar dahi mahkemede tanıkların bellek doğruluğunu iyileştirici bir araç olarak kullanımının yakın gelecekte çok olası görünmediğini vurgulamışlardır. Araştırmacılara göre, TMU'nun tanık belleğini güçlendirmesiyle elde edilen kanıtların bilimsel kanıt kurallarına uygunluğu şüphelidir. Ayrıca mahkemelerdeki yetkili kişiler TMU ile elde edilen kanıtları yanlış yorumlayabilirler ya da bu tür tekniklerin kullanımı çeşitli psikiyatrik bozuklukları veya madde bağımlılığı öyküsü olan tanıklarda mümkün olmayabilir (Lucke ve Hall, 2010).

Görgü tanıklığında bellek doğruluğunu iyileştirme amacıyla kullanılabilecek nöromodülasyon yöntemlerinin potansiyelini öne çıkarmak için konuyla ilgili daha çok araştırmanın yapılarak bir literatürün oluşturulmasının gerekliliği de vurgulanmıştır (Vedder ve Klaming, 2010). Literatürde görgü tanıklığıyla ilgili, fotoğraftan yüz tanıma becerisinde prefrontal kortekse uygulanan tDAU'nun etkisinin araştırıldığı bir tez çalışması bulunmaktadır (Bkz: Gray, 2016). Buna karşın mevcut araştırma kapsamında yapılan literatür taramasında, doğrudan tanık belleği üzerinde tDAU'nun etkisinin incelendiği bir araştırmaya rastlanmamıştır. Dolayısıyla bu araştırmanın, olay videosunun izletilmesinin ardından hatırlama ve tanıma testlerinin uygulandığı geleneksel yöntemi kullanarak görgü tanığının bellek doğruluğu üzerinde tDAU'nun etkisini inceleyen, öncül bir çalışma olduğu düşünülmektedir.

1.1.3. Görgü Tanıklığı ile İlişkili Beyin Alanları

Bellek süreçleri; kodlama, depolama ve geri getirme aşamalarını içerir. Görgü tanığının olaya dair hatırladıklarını sözel olarak ifade ettiği veya bir sıralamadan faili teşhis ettiği durumlar, bellek süreçlerinin son aşaması olan olayın bellekten geri

getirilmesidir. Dolayısıyla görgü tanığının ifadesi aslında çoktan kodlanmış ve belirli bir şekilde depolanmış olayın hatırlanmasından ibarettir. Teorik açıdan bellek kavramı bu üç süreç ile basitleştirilse de her bir süreç, korteks ve korteks altı yapılarıdaki sinir ağlarının karmaşık aktivasyonlarının ürünüdür. Farklı bellek süreçlerinde farklı beyin yapılarının aktivasyonunun oluşacağı gibi (Tulving ve ark., 1994; Fletcher ve ark., 1995), belleğe kodlanan bilgi türüne göre de aktif olan beyin bölgeleri değişebilmektedir (Golby ve ark., 2001). Farklı bellek süreçlerinde farklı beyin alanlarının aktif olmasıyla ilgili, Tulving ve arkadaşları (1994) episodik bellek süreçlerindeki kodlama ve hatırlamada hemisferik asimetrinin tespit edildiği çalışmalarında, sol prefrontal korteksin kodlama süreçlerinde sağ prefrontal korteksin ise hatırlama süreçlerinde rol oynadığını göstermişlerdir. Benzer şekilde bir diğer çalışmada da episodik bellekte kodlamanın sol prefrontal korteks ve singulat korteksin retrosplenial alanının aktivasyonu ile ilişkili olduğu görülürken; episodik bellekten hatırlama ile ilgili çift taraflı precuneus ve sağ prefrontal aktivasyonu gözlenmiştir (Fletcher ve ark., 1995). Belleğe kodlanan bilginin türüne göre beyindeki aktivasyon alanlarının değişmesiyle ilgili ise Golby ve arkadaşlarının (2001) kodlama esnasında medial temporal lob ve prefrontal korteksi beyin görüntüleme tekniğiyle inceledikleri çalışmada; sözel kodlamada sol hemisferdeki inferior prefrontal korteks ve medial temporal lob aktivasyonu tespit edilirken; görsel desen kodlamada aynı alanların sağ hemisferdeki karşılıklarının aktif olduğu görülmüştür. Aynı çalışmada sahneler ve yüzlerin kodlanmasıyla ilgili de her iki hemisferde medial temporal lob ve prefrontal korteks alanlarının simetrik aktivasyonları kaydedilmiştir (Golby ve ark., 2001).

Belleğe daha önceden kodlanmış bir yüzün sonradan doğru bir şekilde hatırlanması ve tanınması da şüphesiz görgü tanıklığı için önemlidir. İşlevsel nöroanatomi çalışmaları beyinde yüz ve nesne tanımak için farklı bölgelerin özelleştiğini ortaya koymuştur. Buna göre, yüz tanımada ağırlıklı olarak sağ hemisferde ventromedial alanın önemli olduğu kaydedilmiş ve bir yüzün kime ait olduğuyla ilgili her iki hemisferde anterior temporal korteks ve fusiform girus aktivasyonuna da rastlanmıştır (Sergent, Ohta ve Macdonald, 1992). Daha yakın tarihli görüntüleme çalışmalarında ise yüz tanımada

fusiform yüz alanının yanı sıra anterior temporal kortekse doğru daha geniş bir alanın aktif olduğu tespit edilmiştir (Borghesani ve ark., 2019; Nasr ve Tootell, 2012).

Görgü tanığının belleği söz konusu olduğunda olayın bellekten geri getirilmesiyle ilgili hangi bölgelerin aktif olduğunun bilinmesinin yanı sıra o bilginin kaynağının tespit edilmesinde ilgili olan beyin bölgelerini de bilmek, nöromodülasyon tekniklerinin tanık belleği performansını arttırıcı bir araç olarak kullanılması durumunda önemli olacaktır. Tanıkların, belleği bozucu etkisi olan olay sonrası bilgiye maruz kaldıktan sonra kendi gözlemleri ile olay sonrası bilginin kaynağını ayırt etmekte zorlandığı bilinmektedir (Alpar, Er ve Uçar Boyraz, 2007). Kaynak izleme olarak tanımlanan bu kavram, bireyin, bir anıyı kendi gözlemleriyle mi edindiğini yoksa başka kaynaklardan gelen bilgilere mi dayandığını ayırt edebilme becerisidir. Bir anıyı hatırlama esnasında anının kaynağının doğru şekilde tespit edilmesi sahte anılara (*false memories*) bağlı bellek hatalarının da önüne geçebilir. Kaynak izleme ile ilgili beyin bölgelerinin ise frontal ve temporal loblar ile diensefalik alanlar olduğu ve bu alanların hatırlama ile ilgili süreçlere farklı şekillerde dahil oldukları kaydedilmiştir (Johnson, Hashtroudi ve Lindsay, 1993). Söz konusu bölgelerin hasarına bağlı vaka çalışmalarından hareketle araştırmacılar, frontal lobların kaynak izlemede daha ön planda olduğu kadar anı içeriğiyle de ilgili olduğunu, benzer şekilde temporal ve diensefalik alanların da anı içeriğinde önemli olduğu kadar kaynak izleme esnasında da devrede olabileceğini belirtmişlerdir (Johnson, Hashtroudi ve Lindsay, 1993).

Frontal loblarla ilişkili olarak özellikle prefrontal korteksin bellek süreçlerinde daha çok bilişsel kontrol ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Hatırlama ile prefrontal korteksin ilişkisinin incelendiği bir tDAU çalışmasında episodik bellek ile ilişkili hatırlama görevlerinde dorsolateral prefrontal korteks (DLPFK) uyarımının hatırlamada doğruluğu arttırdığı görülmüş olup bu artışın özellikle hatırlanması istenen bilginin zorlaştığı durumda kaydedildiği belirtilmiştir (Gray ve ark., 2015). Araştırmacılar bunu, episodik hatırlamada DLPFK alanının nedensel bir rol üstlendiği ve hatırlama görevinin daha zor olduğu durumda daha fazla bilişsel kontrol gerekeceğinden DLPFK alanının

uyarılmasının bu bilişsel kontrole katkı sağlayarak daha iyi hatırlama performansı sağladığı şeklinde yorumlamışlardır (Gray ve ark., 2015). Episodik belleğin tDAU ile araştırıldığı bir diğer çalışmada ise episodik anılarla ilişkili kodlama ve depolama süreçlerinde aktif olan sinir ağlarının genişliği de göz önünde bulundurularak uyarım için hedef bölgeler olarak DLPFK ve anterior temporal lob (ATL) alanları tercih edilmiştir (Penolazzi ve ark., 2010).

Özetle, bellek hem kodlama, depolama ve hatırlama gibi içerdiği süreçler açısından hem de sözel, görsel, semantik, episodik gibi kodlanan materyal ve kodlama türleri açısından fazla sayıda bileşeni içerir. Bu nedenle bellek ve beyin ilişkisine dair yapılan ilk çalışmalarda görece daha küçük ve belirli beyin alanlarının aktif olduğu lokalizasyoncu bir bakış açısı hakimken günümüze doğru diğer bilişsel işlevlerde de olduğu gibi bellek süreçlerinde de çok daha çeşitli ve geniş beyin bölgelerinin aktif olduğu kabul edilmektedir.

1.2. YÖNETİCİ İŞLEVLER

1.2.1. Yönetici İşlevlerin Tanımı, Özellikleri ve Gelişimi

İngilizce’de “executive” terimi¹ hiyerarşide hem rütbeye göre emir veren kişi anlamında “yönetici” (Örneğin, *CEO: chief executive officer*) hem de bu emirleri yerine getiren kişi anlamında “yürütücü” olarak kullanılabilir (Zelazo ve ark., 1997). Yönetici işlevler (*executive functions*) birçok üst düzey bilişsel beceriyi kapsayan şemsiye bir kavram olarak ifade edilse de bu işlevlerin tam olarak ne olduğuyla ilgili fikir birliğine varılamamıştır (Kluwe-Schiavon, 2017). Tranel, Anderson ve Benton (1994), “yönetici işlev” kavramının popülerliğine rağmen oldukça belirsiz kaldığını, konuyla ilgili araştırmacıların görüşlerinin de farklılaştığını vurgulayarak bu işlevleri muhakeme, karar

¹ “Executive Functions” terimindeki “executive” kelimesinin Türkçe çevirisi olarak bazı metinlerde “yürütücü” kullanılsa da bu tez kapsamında İyilikçi ve Amado’nun (2011) Bilişsel Psikoloji Terimler Sözlüğü’ndeki çevirisi dikkate alınarak “yönetici” tercih edilmiştir.

verme, planlama ve sosyal davranış gibi bilişsel kapasiteler ile tanımlamışlar ve bu kapasitelerin hiyerarşik açıdan en üst seviyede olduklarını belirtmişlerdir. Morgan ve Lilienfeld (2000) ise yönetici işlevleri, hedef odaklı davranışı ortaya koyan bilişsel süreçlerin geneline işaret eden şemsiye bir kavram olarak tanımlamışlardır. Günlük hayatta farkında olmadan kullanılan çok sayıda bilişsel beceriyi içermesi ve bu becerilerin hem kortekste ilgili oldukları yapıların iç içeliği hem de ortaya çıkardıkları davranışların birbirlerini tamamlaması dolayısıyla yönetici işlevler için birçok metinde sıklıkla “şemsiye” benzetmesi kullanılmaktadır. Bu nedenle yönetici işlev çatısı altındaki bilişsel süreçlerin birbirinden kesin çizgilerle ayırtılamadığını belirtmek yanlış olmaz. Üst düzey bir bilişsel işlevi yürütürken genellikle bu işlev için gerekli olan başka bir üst düzey bilişsel işlev de devreye girecektir. Örneğin, 150 liraya bir ürün satın almaya karar veriyoruz ve kasaya geldiğimizde kasiyer eğer 280 lira ödersek ürünün sınırsız garantisi olacağını söylüyor. Bu durumda ürünü satın almak için ne kadar ödeyeceğimize karar verirken her iki fiyatı aklımızda tutarak aradaki farkı hesaplamamız ve ödeyeceğimiz fiyat farkının verilecek garantiye değip değmeyeceğine de karar vermemiz gerekiyor. Bu örnek üzerinden düşünüldüğünde, her ikisi de yönetici işlev bileşenlerinden olan garantiyi satın alıp almamaya “karar verme” ile ödenecek paranın miktarını kısa süreli akılda tutarak aradaki farkı hesaplamak için gerekli olan “çalışma belleği” süreçlerinin birlikte çalıştığı söylenebilir. Bunun gibi günlük hayatta karşılaştığımız basit veya karmaşık birçok durumun sonucunda ortaya çıkan davranışlarımızın altında birden fazla üst düzey bilişsel işlev eş zamanlı devreye girmekte ve onlarla ilişkili beyin bölgeleri de aktif olmaktadır.

Bazı araştırmacılar yönetici işlev olarak incelenen bilişsel süreçlerin özelliklerini tanımlamışlardır. Buna göre; bahsi geçen süreçler, insan bilişinin en üst seviyesidir, operasyonel olarak tanımlanmaları zor olduğundan ölçülmesi ve sayısallaştırılması da zordur, kişilik ve bilinç kavramlarıyla iç içe olup beynin frontal lobuyla ve daha özelde ise prefrontal korteksiyle yakından ilişkilidirler (Tranel, Anderson ve Benton, 1994). Miller ve Cohen (2001) prefrontal korteksin işlevine ilişkin bir teori önerdikleri makalelerinde yönetici işlevleri, bilişsel kontrol olarak ele almışlar ve hedefe yönelik davranışa giden yolda gerekli olan yukarıdan-aşağıya (*top-down*) üst düzey bilişsel

süreçler ile tanımlamıştır. Anderson (2008) ise yönetici işlevleri, bölünmez tek bir süreçten ziyade birbiriyle yakından ilişkili çok sayıda üst düzey bilişsel beceriden oluşan psikolojik bir yapı olarak tanımlamıştır.

Yönetici işlevlerin bu tez kapsamında yer verilen tanımlarındaki ortak nokta insan bilişi hiyerarşik açıdan değerlendirildiğinde bu işlevlerin en üst düzeyde olduğudur. Diğer taraftan kavramın soyut doğasıyla da ilgili olarak bu işlevlerin tam olarak ne olduğuyla ilgili tanımlardaki farklılıklar ve belirsizlik de dikkat çekmektedir. Bu belirsizlik ve karmaşanın bir nedeni olarak “yönetici işlevler” ile “frontal işlevler” tanımlamalarının sıklıkla birbirlerinin yerine kullanılması öne sürülmüştür (Tranel, Anderson ve Benton, 1994). Yazarlar, beyinde anatomik olarak belirli bir bölgeyi ifade eden “frontal” kelimesinin birden fazla bilişsel süreci ifade eden ve psikolojik bir terim olan “yönetici” yerine kullanılmasının karışıklık yarattığını öne sürmüşlerdir. Yönetici işlevlerin frontal loblar ile ilişkili olduğu aşıkardır fakat nasıl ki renk algısı veya nesne tanıma becerileri için “oksipital işlevler” ifadesi kullanılamıyor ise “yönetici işlevler” için de “frontal işlevler”in kullanılması doğru değildir (Tranel, Anderson ve Benton, 1994). Ayrıca günümüzde yönetici işlev kapsamında incelenen bilişsel becerilerin önemli bir kısmının sadece frontal loblar ile ilişkili olmadığı, bu becerilerde frontal lobların yanı sıra diğer korteks bölgelerinin ve hatta korteks altı yapıların da devreye girdiği bilinmektedir. Dolayısıyla yönetici işlevlerden sorumlu olarak öne çıkan prefrontal korteksin bölümleri, diğer korteks ve korteks altı yapılarıyla karmaşık bağlantılara sahiptir.

Frontal lob ve yönetici işlev terimlerinin yakın ilişkisine rağmen karıştırılmaması önemli olsa da “yönetici işlev” kavramının ortaya atılıp geliştirilmesinde frontal korteks hasarı olan vaka gözlemleri kayda değer yer tutmaktadır. Konuyla ilgili en ünlü vakalardan biri olan Phineas Gage, demir bir çubuğun serebrumunun sol anterior bölgesini parçaladığı bir kaza geçirir (Harlow, 1848). Kaza sonrasında Gage şaşırtıcı bir şekilde hayattadır. Hatta Gage’in temel entelektüel ve bilişsel becerilerinde belirgin bozulmalar gözlenmemiş fakat bu kaza sonrasında kaprisli, inatçı, küfürlü konuşan, muhakeme becerisi zayıflamış ve çevresindekileri hiç düşünmeden hareket eden biri haline gelerek

önemli kişilik değişiklikleri yaşadığı belirtilmiştir (Benton, 1994; Tranel, Anderson ve Benton, 1994). Bir diğer vakada ise orbital ve alt medial frontal korteksin çift taraflı çıkartılmasından sonra hastada sekiz yıl boyunca devam eden derin davranış değişiklikleri gözlenmiş olup, hastanın kişisel ve mesleki sorumluluklarını yerine getirememesine rağmen zekasının şaşırtıcı şekilde iyi olması hasta rolü yaptığını düşündürmüştür (Eslinger ve Damasio, 1985). İnsanlarda yapılan bu gözlemlerin yanı sıra maymunların frontal loblarının tamamına yakınının çıkartıldığı çalışmada Ferrier (1876), maymunların zeka, temel motor ve duysal yetilerinde herhangi bir bozukluk gözlememesine rağmen, “dikkat” ve “akıllı gözlem” becerilerini kaybettiklerini kayda geçirmiş olup bahsi geçen “akıllı gözlem” fikrinin günümüzde soyut muhakeme, içgörü ve bilişsel esneklik kavramlarının öncüsü olduğu düşünülmüştür (Ferrier, 1876; aktaran Tranel, Anderson ve Benton, 1994). Frontal hasara bağlı davranış değişikliği yaşayan bu vakalardan edinilen bilgiler beyin-davranış ilişkisini açıklamaya katkı sağlamıştır. Ayrıca yirminci yüzyılın ortalarında geliştirilmeye başlanan nöropsikolojik testler ile birlikte frontal lobların işleyişi anlaşılmaya başlanmış ve yönetici işlevlere yönelik araştırmalar da hız kazanmıştır (Gazzaley ve D’Esposito, 2007). Teknolojik ilerlemelerin sonucu olarak günümüzde de artan sıklıkta kullanılan nörogörüntüleme ve nöromodülasyon cihazları ile prefrontal korteksin yapısına, karmaşık nöral bağlantılarla ilişkili olduğu diğer korteks bölgelerine ve korteks altı yapılara yönelik bilgilerimiz de derinleşmektedir.

Yönetici işlev kavramı, insan davranışının çok boyutlu ve karmaşık bir düzleme taşınmasını ve hayvan davranışından daha kolay ayrıştırılmasını sağlamıştır. Konuyla ilgili Zinchenko ve Enikolopova (2017) belirsiz koşullar altında karar verme davranışı üzerine yürütülen araştırmaların, insan davranışını bütünsel bir eylem olarak değerlendirerek bu eylemin önemli özelliklerini ortaya çıkardığını ve insan davranışının nicel özelliklerini hayvan davranışından ayırdığını belirtmişlerdir. De Luca ve Leventer (2008) ise yönetici işlevlerden ayrıştırıldığımızda, çevremizle anlamlı bir şekilde etkileşime girmekten yoksun kalacağımızı ve sadece belirli uyaranlara refleksif tepkiler veren canlılar olacağımızı vurgulamışlardır.

Günlük hayatta basit, otomatik davranışlarımızdan başlayarak karşımıza çıkan yeni ve beklenmedik her durumda ortaya koyduğumuz eylemlerin temeline oturtulan bu psikolojik kavram çocukluktan genç yetişkinliğe doğru yükselen bir eğride gelişmekte, yetişkinlikte bu gelişim yavaşlayarak durmakta ve yaşlılıkla birlikte düşüşe geçmektedir. Bir bebeğin ilkel refleksler olarak değerlendirilen davranışları, çocuklukla birlikte oyun kurma ve bunu sürdürme, özerklik ve yaratıcılık gibi becerilerin gelişmesiyle devam etmekte ve yetişkinlikte aile kurma, kariyer planlama süreçlerini yürütebilmeyi sağlarken, yaşlılıkta ise kendi kendine yeterliliğin azalmaya başlamasıyla bu süreçler gerilemektedir (De Luca ve Leventer, 2008). Kısaca yönetici işlevler, hayat boyu gelişimiyle ve gerilemesiyle bireyin davranışını şekillendiren anahtar bir kavram olarak karşımıza çıkar.

Yönetici işlevler; dikkat süreçleri, çalışma belleği, planlama, hedef belirleme, muhakeme yapma, problem çözme, zihinsel esneklik, uygun olmayan eylemi bastırma, oto kontrol ve öz düzenleme gibi soyut bilişsel beceriler ile birlikte ödül ve cezaya duyarlı karar verme süreçleri, sosyal etkileşimler ve duygusal bileşenler gibi sosyal ve duygusal açıdan da önemli olan karmaşık süreçleri içine alır. Bu işlevler tek bir bilişsel süreci içermediğinden bu işlevlerin bozukluğu durumunda da bilişsel, duygusal ve sosyal açılardan uygun olmayan ve günlük hayatı zorlaştıran çeşitli davranış örüntüleri ortaya çıkabilir. Bunlar odaklanma ve dikkati sürdürmede zorluk, çalışma belleği performansında düşüş, bir eylemi planlama ve sürdürmede zorlanma, muhakemede zayıflık, aktivite değişimine direnme, hatalardan öğrenme becerisinden yoksunluk gibi daha akademik alanları ilgilendiren bilişsel bozukluklar olabileceği gibi yönetici işlev bozukluğu olan kişilerde uygun olmayan çeşitli duygusal, ahlaki ve sosyal tepkiler de görülebilir (Anderson, 2008). Bilişsel, duygusal ve sosyal olmak üzere farklı süreçleri içermesi ve nörolojik temellerinin karmaşıklığı dolayısıyla yönetici işlevleri anlayabilmek ve daha kolay araştırabilmek amacıyla birçok model geliştirilmiştir. Bir sonraki başlıkta bu modellere kısaca yer verilerek mevcut araştırmanın konusu olan sıcak ve soğuk yönetici işlev kavramlarıyla ilgili bilgiler verilecektir.

1.2.2. Yönetici İşlev Modelleri: Sıcak ve Soğuk Yönetici İşlevler

Yönetici süreçleri daha iyi anlayıp, değerlendirebilmek ve beynin bölümleriyle ilişkisini tespit edebilmek amacıyla çeşitli modeller geliştirmiştir. Önerilen bu modeller arasından yönetici işlevleri tüm alt bileşenleriyle ele alan ve genel olarak kabul gören tek bir model bulunmamakla birlikte modellerin bakış açılarında da farklılıklar vardır. Modellerin bir kısmının çalışma belleği, problem çözme gibi yönetici işlev kapsamındaki bilişsel süreçlerin işleyişine modüler olarak odaklandığı görülürken, bir diğer kısmının ise daha bütüncül, gelişim odaklı olduğu belirtilmiştir (Anderson, 2008).

İlk modellerde “merkezi yönetici” veya “denetleyici sistem” (*central executive* veya *supervisory system*) terimleri dikkat çekmektedir. Örneğin Baddeley (1996) çalışma belleği modelinde; ‘merkezi yönetici’ bileşenini, seçici dikkatten sorumlu, eşzamanlı aktiviteleri koordine eden ve ‘görsel-mekansal kopyalama’, ‘fonolojik döngü’ ve daha sonradan modele eklediği ‘episodik tampon’ (Baddeley, 2000) üzerinde denetleyici bir sistem olarak tanımlamıştır. Başka bir modelde ise davranış üzerinde dikkatin rolü ön plana alınmış ve eylemlerimiz ‘otomatik eylemler’ ve ‘kasıtlı dikkat gerektirenler’ olarak ikiye ayrılmıştır (Norman ve Shallice, 1986). Bu ayrıma göre; insan davranışı herhangi bir kasıtlı dikkat gerektirmeden, sorunsuz bir şekilde kendiliğinden ‘otomatik’ olarak devam eder. Otomatik eylemlerin durdurulması veya alışılmışın dışında yeni davranışların ortaya konması gerektiğinde ise dikkat süreçlerinin gerektiği kasıtlı bir müdahaleye ihtiyaç vardır. Bu müdahaleler çatışan davranış şemalarını organize ederek uygun davranışın ortaya konmasını sağlar. Norman ve Shallice’e (1986) göre bu çatışmaların önemli bir bölümü eylemin yürütülmesinden çok başlatılmasıyla ortaya çıkmaktadır ve bu çatışmaları çözümlmek için modelin “çatışma programlaması” ve “yönetici dikkat sistemi” olmak üzere iki bileşeni bulunmaktadır. Rekabet eden iki şema arasındaki seçimi çatışma programlaması yaparken; yeni bir davranış planlaması için yönetici dikkat sistemi gereklidir (Norman ve Shallice, 1986).

Bu modeller yönetici işlevlere dair teorik bir çerçeve sunmasıyla önemli olsa da merkezi yöneticiye dair bakış açısı onun parçalı ama birbiriyle yakından ilişkili bir dizi

üst düzey beceriyi temsil ettiği yönünde evrilmiştir (De Luca ve Leventer, 2008). Konuyla ilgili Parkin (1998), davranışı ortaya çıkaran bilinç ve irade gibi soyut kavramları somutlaştırması dolayısıyla “merkezi yönetici” fikrinin çekici geldiğini belirtmiş fakat nöropsikoloji ve nörogörüntüleme çalışmalarından elde edilen kanıtlara dayanarak merkezi yönetici fikrinden vazgeçilmesi gerektiğinin de altını çizmiştir. Bunun yerine farklı nöral yapılarla ilişkili olan farklı yönetici görevlerin kapsamlı heterojen modellerini savunmuştur. Parkin’e (1998) göre bilinç ve irade varsa beyinde birçok farklı sistemin birlikte hareketinden oluşmalıdırlar; tek bir beyin bölgesinden çıktıklarına dair hiçbir kanıt yer almamaktadır. Geleneksel bakış açısına göre ise yönetici işlevler bölünmeyen tek bir birim olarak değerlendirilmiş ve bu işlevlerin beyindeki izdüşümü de frontal loblar olarak gösterilmiştir (De Luca ve Leventer, 2008). Frontal loblarda meydana gelen hasarların yönetici işlev olarak nitelendirilen bilişsel becerilerde bozulmalara yol açması bu görüşü desteklemiştir. Artan vaka çalışmalarıyla birlikte frontal loblardaki her hasarın her zaman yönetici işlev bozukluğuna yol açmadığı veya bazı yönetici işlev bozukluklarına frontal lob hasarının eşlik etmediği görüldüğünden bu durum önceki bölümde de bahsi geçen frontal loblara yerleştirilmiş yönetici işlevler anlayışının değişmesini sağlamıştır (Anderson, 2008; De Luca ve Leventer, 2008).

Set değiştirme, ketleme ve çalışma belleği bileşenlerinin temel yönetici işlevler olarak değerlendirildiği bir çalışmada yönetici işlev bileşenlerinin hem birlikte ele alınmasının hem de farklılaştıkları noktaların tanınmasının önemli olduğu belirtilmiştir (Miyake ve ark., 2000). Yakın dönemde yönetici işlevlerin sıcak ve soğuk olarak ikiye ayrılması da söz konusu süreçlerin farklılaştıkları noktaları belirginleştirerek bu soyut, psikolojik kavramın anlaşılmasında yol gösterici olmuştur. Bu ayrıma göre bilişsel soğuk süreçler (*cold* veya *cool*) daha soyut ve karmaşık problemlerde devreye girerken, duygusal sıcak süreçler (*hot* veya *warm*) duygu düzenleme ve motivasyon gibi duygusal bileşen içeren süreçlerde devreye girmektedir (Metcalf ve Mischel, 1999).

Metcalf ve Mischel (1999) soğuk yönetici işlevleri “*know*” sistemi olarak adlandırmışlar ve bu sistemin özelliklerini bilişsel, karmaşık, bilinçli düşünmeyi

gerektiren, yavaş işleyen, geç gelişen, stres ile zayıflatılabilen ve oto kontrolü içeren süreçler olarak sıralarken; sıcak yönetici işlevleri ise “go” sistemi olarak adlandırmışlar ve özelliklerini de duygusal, basit, bilinçli düşünmeyi gerektirmeyen, hızlı işleyen, erken gelişen, stres ile öne çıkan ve uyaran kontrolünü içeren süreçler olarak sıralamışlardır. Salehinejad ve arkadaşları (2021) yönetici işlevlerin sıcak ve soğuk sistemler olarak ayrıldığı modelin, diğer model ve organizasyon şemalarına kıyasla bazı avantajları olduğunu kaydetmişlerdir. İlk olarak bu modele göre hem bilişsel süreçler hem de duygusal (*emotional*) süreçler dikkate alınmıştır. Başka bir ifade ile insan davranışının kasıtlı düşünme ve akıl yürütmeden kaynağını alan bilişsel yönünün yanı sıra otomatik, duygusal ve sosyal bileşenleri içeren duygusal yönü de ele alınmıştır. İkinci olarak bu modelde yönetici işlevler, spektrum benzeri bir şekilde incelenir; dolayısıyla yönetici işlevlerin kapsamına giren tüm bilişsel süreçler bağlamına göre sıcak veya soğuk sisteme dahil olabilir. Son olarak ise bu modelde beynin daha geniş bölgelerinin yönetici işlevlerle ilgili olduğu düşünülmektedir (Salehinejad ve ark., 2021). Bu modele göre, dikkatin kontrolü, çalışma belleği, tepki ketleme (*response inhibition*), set değiştirme, akıcılık, bilişsel esneklik, eş zamanlı görevleri yürütme, problem çözme, hata tespit etme, performansı izleme gibi duygusal bir bağlamda yer almayan bilişsel süreçler soğuk yönetici işlevler olarak sınıflandırılırken; duygu düzenleme (*emotion regulation*), ödül ve ceza işleme süreçleri, riskli ve duygusal temelli karar verme becerileri (*affective decision*), sosyal biliş ile duygusal ve motivasyonel özelliklere sahip herhangi bir soğuk yönetici işlev bileşeni de sıcak yönetici işlev sınıfında yer alabilmektedir (Salehinejad ve ark., 2021).

Sıcak ve soğuk yönetici işlev sisteminin en temel ayrımı duygusal ve motivasyonel bileşenlerin varlığı üzerinden yapılmaktadır. Bir davranış duygusal, motivasyonel ve sosyal sonuçlar içerdiğinde muhakkak bu bileşenleri işleyen beyin alanları da devreye girecektir. Dolayısıyla bu iki sistemin ayrımı yapılırken bu işlevlerin beyinde ilişkili oldukları fizyolojik yapıların yanı sıra bu yapıların filogenetik yaşları da dikkate alınmaktadır. Evrimsel açıdan yaşlı olarak değerlendirilen limbik sistemle ilişkili beyin yapıları duyguların işlenmesi (*affective process*) için gereklidir. Öte yandan filogenetik

açından daha genç beyin yapıları olan lateral prefrontal korteksin dorsal alanları bir eylemin uzun vadedeki sonuçlarını göz önünde bulundurarak ihtiyatlı² düşünmeyi ve bilişsel kontrolü (*deliberative process*) sağlamak için devreye girecektir. Yönetici işlevlerin geleneksel tanımlarından hareketle “karar verme” yetisinin akıl yürütme, muhakeme, planlama, öngörme gibi soyut bilişsel becerileri içererek sadece soğuk sisteme dahil edilmesi gerektiği düşünülebilir. Fakat ahlaki ikilemler içeren muhakemede, riskli durumlarda ve ekonomik kararların sonucu olarak ödül veya ceza içeren durumlarda “karar verme” davranışı güçlü motivasyonel ve duygusal tetikleyicileri dolayısıyla sıcak bilişin bir parçası olarak da değerlendirilmektedir. Örneğin, “ekonomik insan” modeli (*homo economicus*) insan davranışını, bilinçli ve kontrollü düşüncenin çıktısı olarak tamamen akılcı bir temele dayandırır. Bu model, insan davranışını tüm sosyal ve duygusal bağlamların dışında ele alarak davranışın öznel faydayı en üst düzeye çıkarmaya çalışan yönünü savunsa da araştırmalar insanların çoğu zaman ekonomik insan modelinin önerdiği şekilde akılcı kararlar almadığını, ortaya çıkan davranışların kişilik özellikleri, mizaç ve cinsiyet gibi bireyler arası farklılıklara da bağlı olduğunu göstermiştir (Wischniewski ve ark., 2009).

Birey için kazançlı olmayan hatta bireyi tehlikeye atan durumlarda akılcı olmayan ve mantık dışı eylemlerden söz edilebilir. Bu eylemler sigara, alkol, madde kullanımı, riskli cinsel davranışlar ve kumar oynama gibi bağımlılık oluşturarak kişiye ciddi zararlar veren eylemler olabileceği gibi, günlük hayatta sıklıkla rastlanan çok şekerli, yağlı beslenme, düzenli bir egzersiz ve uyku rutini oluşturamama gibi uzun vadede risk oluşturabilecek eylemlerin de bu bağlamda akılcı olduğu söylenemez. Bu akılcı olmayan

² İngilizce’de karar verme davranışının altındaki duygusal süreçler için “affective processes”; duygulardan bağımsız bilişsel kontrolü içeren, üzerine düşünüp taşınarak karar verme süreçleri için ise “deliberative processes” kullanılmaktadır. Bu tez kapsamında “affective processes” için Türkçe’de “duygusal temelli süreçler” kullanılmıştır. İngilizce “deliberative” kelimesinin Türkçe karşılıkları “üzerinde düşünülmüş”, “tedbirli”, “müzakereci”, “ihtiyatlı”, “istişari” ve “bilinçli” olarak sıralanmaktadır. İhtiyatlı kelimesinin ise Türkçe sözlükteki anlamı “Herhangi bir konuda ileriye düşünerek ölçülü davranan, ..., sakıngan” olarak tanımlanmıştır (TDK Güncel Türkçe Sözlük, 2002). Bu anlamın, soğuk yönetici süreçleri daha iyi kapsadığı düşünüldüğünden “deliberative” kelimesinin Türkçe karşılığı olarak bu tez kapsamında “ihtiyatlı” kelimesi tercih edilmiştir.

davranışların nedeni olarak, beynimizin genellikle birlikte hareket eden; fakat bazen benzer koşulların farklı değerlendirilmesiyle rekabet haline geçen sistemlerden oluşması gösterilmektedir (Cohen, 2005). Riskli durumlarda karar verme davranışı da rekabet halindeki sıcak ve soğuk sistemlerin fizyolojik mekanizmasıyla açıklanmıştır (Figner ve arkadaşları, 2009). İki sistemin de temelindeki nöral yapıların gelişim seyri, farklı hızlarda ilerlemektedir. Buna göre, duygusal sıcak sistemin ilgili olduğu korteks altı yapıların gelişimi ergenlikte hızla artarken; bilişsel kontrol ile ihtiyatlı düşünmeyi sağlayan soğuk sistemden sorumlu prefrontal korteksin gelişimi yetişkinlik dönemine kadar devam eder ve daha geç olgunlaşır (Steinberg, 2008). Başka bir ifade ile bilişsel kontrolü sağlayan soğuk sistem sadece filogenetik açıdan değil bireysel düzeyde de geç olgunlaşan, yavaş gelişen dolayısıyla her yönüyle “ihtiyatlı” bir sistemdir. Cohen (2005), bu tür nöral mekanizmaların işleyişini anlayabilmek amacıyla sunulan evrimsel açıklamaların, belirsizlik dolayısıyla bazı çevrelerce eleştirildiğini belirtmiştir. Evrimsel bakış açısıyla bu mekanizmaların gelişimsel seyri kesin olarak tespit edilemez fakat bu evrimsel açıklamalar bu mekanizmaların doğasına dair yanıtlara ulaştırabilecek test edilebilir hipotezler oluşturmak için kullanılabilirler (Cohen, 2005). Dolayısıyla bu tür davranışların arkasındaki nörolojik yapıları anlayabilmek için oluşturulan hipotezlerin test edildiği araştırmalar risk alma ve bağımlılık gibi zararlı davranışlar için müdahalelerin geliştirilmesini de sağlayabilir.

İnsanların beyindeki ödül sistemini tetikleyen uyaranlara bağımlı hale gelebildikleri bilinmektedir (Davis, 2017; De Biasi ve Dani, 2011, Volkow ve Morales, 2015). Dolayısıyla bağımlılığın incelendiği klinik araştırmalarda beyindeki ödül ve cezaya duyarlı sistemi faaliyete geçiren görevler tercih edilmekte olup bu görevlerin başında Iowa Kumar Görevi (Bechara ve ark., 1994) gelmektedir. İkisi avantajlı ikisi dezavantajlı toplam dört deste bulunan görevde katılımcıların yapması gereken diledikleri desteden çekecekleri kartlar ile mümkün olduğunca fazla para kazanmaktır. Bu görevde ventromedial prefrontal lezyonları olan hastaların sağlıklı kontrollere kıyasla daha dezavantajlı seçimler yaptıkları görülmüştür (Bechara ve ark., 1994). Bu hastaların, eylemlerinin uzun vadedeki sonuçlarını görmezden gelen, başkalarının duygularına karşı

duyarsız, yapılan hatalardan ders çıkaramayan ve sonuç olarak riskli davranış sergileyen kişiler oldukları görülmüştür (Zinchenko ve Enikolopova, 2017). İnsanların bu tür ödül veya ceza içeren riskli durumlardaki karar verme sürecini açıklamak için somatik işaretleme hipotezi önerilmiştir (Damasio, 1996). Buna göre “somatik belirteçler” ismi verilen bilinçaltı düzeyde sinyallerin karar verme aşamasında yol gösterici olduğu öne sürülmüştür. Bu somatik belirteçlerin işlenmesinde ventromedial prefrontal korteksin önemli olduğu bilinmekte olup son dönemde elde edilen bulgular DLPFK alanının da riskli kararlarda önemli olduğunu göstermiştir (Zinchenko ve Enikolopova, 2017).

1.2.3. Sıcak ve Soğuk Yönetici İşlevler ile İlişkili Beyin Alanları

Frontal lob hasarına bağlı davranış bozukluğu gösteren vaka gözlemlerinden edinilen ilk bilgilere dayanılarak yönetici işlevler genel olarak frontal loblara yerleştirilmiştir. İnsan korteksinin %33’ünü oluşturan frontal loblar geniş bir bölge olup merkezi sulkusun önünden başlayarak korteksin ön tarafını kaplamaktadır (Cohen, 2005; Morgan ve Lilienfeld, 2000). Yönetici işlevlerin, bu kadar geniş bir bölgeye yerleştirilmesi bazı araştırmacılar tarafından bir gezgini “Avrupa” yazan bir adrese yönlendirmeye benzetilerek lokalizasyonun belirsizliği yönünden eleştirilmiştir (David, 1992). Zamanla bu işlevlerin beynin sadece ön bölgesiyle ilişkilendirilerek prefrontal kortekse yerleştirilmesinin doğru olmadığı görüşü de yaygınlaşmıştır. Bu görüşlerin önemli dayanaklarından birini, bazı yönetici işlev bozukluklarında frontal lob hasarının görülmemesi oluşturmuştur. Günümüzde yönetici işlevler, farklı duyuşal bilgi işleme (görsel, işitsel vb. gibi) türleri ile bellek güncelleme, hatırlama, duyuşal değerlendirmeden sorumlu sistemleri içeren birbiriyle ilişkili bölgelerin ürünü olarak değerlendirildiğinde; bu işlevlerin, prefrontal korteks, beyin sapı, oksipital, temporal, parietal loblar hatta limbik sistem ve korteks altı yapıları da içeren geniş bir ağla ilişkili olduğu düşünülmektedir (Salehinejad ve ark., 2021; Stuss ve Benson, 1984).

Bilişsel kontrol, düşünce ve eylemi içsel hedeflere göre düzenleme gibi üst düzey mekanizmalarda prefrontal korteksin uzun süredir önemli rol oynadığı düşünülmekle

birlikte nörogörüntüleme çalışmaları da prefrontal korteksin özellikle dorsolateral bölgesinin yönetici işlevlerin merkezi olarak gösterildiği teorilere kaynak oluşturmıştır (Miller ve Cohen, 2001). En temel yönetici işlev mekanizmalarından biri olarak değerlendirilen çalışma belleğinin incelendiği tDAU çalışmalarında, uyarım için en çok tercih edilen korteks alanlarından birisi kısa süreli depolama ile ilgili önemli olan DLPFK alanıdır (Tremblay ve ark., 2014). Hemisferik açıdan ise aynı korteks alanında solun daha çok sözel, sağın ise görsel-mekansal çalışma belleği ile ilişkili olduğu kaydedilmiştir (Baddeley, 2003).

Kortekste yapısal ve işlevsel açıdan farklılaşan “aşağıdan yukarıya” (*bottom-up*) ve “yukarıdan aşağıya” (*top-down*) olmak üzere iki farklı bilgi işleme türü tanımlanmıştır. Miller ve Cohen (2001), aşağıdan yukarıya bilgi işlemeyi, duyuşsal uyarılara verilen tepkiler olarak yani beklenmedik durumlarda ortaya çıkan otomatik davranışlar ile açıklamışlardır. Bunlar, doğuştan veya deneyimle gelişen öğrenilmiş davranışlar olup dikkat gerektirmedikleri için oldukça hızlı şekilde yürütülebilirler; fakat esnek olmadıklarından yeni durumlara uyarlanamayabilirler. Buna karşın yukarıdan aşağıya bilgi işlemede ortaya çıkan davranışın yeni durumlara, o anki koşullara göre yönlendirildiği belirtilmektedir (Miller ve Cohen, 2001). Bahsi geçen “aşağıdan yukarıya” otomatik işlemlerin temelinde korteks altı yapıların ön planda olduğu, “yukarıdan aşağıya” işlemlerde ise prefrontal korteksin önemli olduğu düşünülmektedir.

Bilgi işleme türlerinin yanı sıra sıcak ve soğuk sistemler olarak bakıldığında da yine hem korteks hem de korteks altı yapıların önemli olduğu görülmektedir. Soğuk yönetici işlevlerin ilişkili olduğu yapılar DLPFK, lateral prefrontal korteks, anterior singulat korteks ve inferior frontal korteks olarak sıralanırken; sıcak yönetici işlevlerin ise prefrontal korteksin daha çok ventral ve medial alanlarıyla (VMPFK), ventrolateral prefrontal korteks ve orbitofrontal korteks (OFK) ile ilişkili olduğu belirtilmiştir (Salehinejad ve ark., 2021). Korteks altı yapılarda ise soğuk yönetici işlevlerin hipokampus ve bazal ganglialar ile sıcak yönetici işlevlerin de amigdala, insula, limbik sistem ve striatum ile ilişkili olduğu düşünülmektedir (Salehinejad ve ark., 2021). Hayvan

ve insan modelli çalışmalar orbitofrontal korteksin ödül ve ceza analizi ile fayda-zarar değerlendirmesiyle ilgili olduğunu önermektedir (Rankin, 2007). Medial orbitofrontal korteks hipotalamik çekirdekler ile güçlü bağlantılara sahipken, lateral orbitofrontal korteks ise anterior temporal ve insular bölgeler ile güçlü bağlantılara sahiptir (Miller, 2007).

Mevcut araştırmada da yönetici işlevler sıcak ve soğuk sistemler olarak incelenmiştir. Bu bağlamda risk alma davranışı sıcak yönetici işlev olarak incelenirken; dikkat, tepki zamanı, set değiştirme, ketleyici kontrol, sözel ve görsel çalışma belleği de soğuk yönetici işlevler olarak dikkate alınmıştır. Bu amaçla prefrontal korteksin özellikle dorsolateral ve orbitofrontal alanlarının tDAU ile uyarılmasının söz konusu işlevlere etkisi incelenmiştir.

1.3. TRANSKRANİYAL DOğRU AKIM UYARIMI (tDAU)

1.3.1. Korteksin Elektriksel Uyarımının Tarihi

Günümüzde sağlıklı ve bilinci açık bir insanın kafa derisine, hatta saçlarına dahi zarar vermeden, ciddi ve kalıcı bir yan etkiye maruz bırakmadan, beynin belirli bir bölgesini uyararak o bölgedeki sinir ağlarının aktivitesini geçici süreyle değiştiren cihazlar kullanılabilmektedir. Bilimsel araştırma amacıyla sıklıkla kullanılan bu cihazlar, bilim ve teknolojiadaki ilerlemelerin sonucunda modern nöromodülasyon teknikleri olarak isimlendirilmiştir. Bu tekniklerden biri transkraniyal doğru akım uyarımı (*transcranial direct current stimulation*) olup kısaca tDAU (*tDCS*) olarak bilinmektedir.

Beyin birçok gizemi hala çözülmekte olan bir organ olmasına rağmen korteks ve davranış ilişkisine dair bazı bilgiler artık yerleşmiştir. Örneğin, motor kortekse yapılan elektriksel uyarımın sonucunda o bölgedeki sinir hücrelerinin temsil ettiği karşı beden yarısında, ilgili kaslarda bir harekete yol açtığı bilinmektedir. Buna karşın ilk nöro bilimciler bu bilgiye ulaşabilmek için 19. ve 20. yüzyılların başında bir dizi deney ile uzun tartışmalar yürütmüşlerdir (Zago ve ark., 2008). Beynin elektriksel uyarımına dair

Çalışmaların iki yüzyılı aşan bir gemişı olduğu söylenebilir. Günümüzde korteksin elektriksel uyarımı için kullanılan teknikler herhangi bir deri altı işlem, acı, ağrı içermemesi ve yan etkisinin olabildiğince az olması gibi özellikleri ile oldukça ilerlemiş olsa da bugünlere gelene kadar tarihte yapılan ilk çalışmalar ünlü kurgusal karakter Viktor Frankenstein'in deneylerini aratmamaktadır. Günümüzde yaygın şekilde kullanılan geliştirilmiş tDAU cihazı ile ilgili bilgilere geçmeden önce bu bölümde, elektrik akımının tarihsel süreçte tedavi edici özelliğinin keşifleriyle ilgili bilgiler verilecektir.

Beyin davranış ilişkisinin incelenmesinde korteks üzerinde elektriksel uyarımın etkilerinin ilk kez keşfedildiği araştırmalar hem örneklemeleri hem de kullanılan teknik ve uygulamalar açısından dikkat çekmektedir. Bu ilk çalışmalar, hayvanlar, kadavralar, idam edilmiş mahkumların bedenleri, kafatasını aşındırıcı tümörü bulunan veya kaza sonucu travmatik beyin hasarı geçirmiş hastalar ile basit bir baş ağrısı yaşayan kişiler üzerinde elektriksel uyarımın etkilerini incelemek amacıyla yürütülmüştür. İlk çalışmalarda kullanılan tekniklerde elektriksel akımın kaynağı olarak vücutlarında elektrik üretebilen vatoz, kedi balığı gibi suda yaşayan çeşitli hayvan türlerinin ardından geliştirilmiş bataryaların da kullanıldığı kayda geçirilmiştir (Priori, 2003; Kellaway, 1946; Zago ve ark., 2008). Yine bu çalışmalarda elektriksel akımın uygulama yöntemlerinin de bir kısmının herhangi bir deri altı müdahale içermeksizin uygulandığı, bir diğer kısmının ise kafatasının altındaki beyin zarları üzerinden veya doğrudan serebral korteks üzerinden uygulandığı bilinmektedir.

Antik dönemde elektrik akımının tedavi amacıyla kullanıldığı çalışmalardan biri milattan sonra 43-48 yıllarında Scribonius Largus tarafından kaydedilmiştir. Largus, güçlü doğru akım verebilen canlı bir torpido balığını baş ağrısı çeken hastanın kafa derisi üzerine yerleştirdiğinde ağrı kesici etkisi ile birlikte geçici bir uyuşukluğa yol açtığını gözlemlemiş olup (Priori, 2003); baş ağrısının yanı sıra gut hastalığının tedavisi için de balığın elektriksel güçlerini önermiştir (Kellaway, 1946). 11. yüzyılda yaşamış hekimlerden Ibn-Sidah da epilepsi hastalarını tedavi edebilmek amacıyla canlı, elektrikli kedi balığının frontal blėeye yerleştirilmesini önermiştir (Ad-Damiri, t.y.; aktaran

Kellaway, 1946). Elektriksel uyarımın kullanıldığı bu ilk tedavi girişimlerinde elektrik akımının kaynağı olan balıklar kafa üzerine yerleştirildiğinden herhangi bir deri altı cerrahi işlem kullanılmadığı söylenebilir. Dolayısıyla geçmişteki bu girişimlerin, günümüzdeki deri altı uygulama içermeyen geliştirilmiş transkraniyal (*transcranial*) uyarım cihazlarının ilkel örnekleri olduğu düşünülebilir. Diğer taraftan elektrik akımının kortekse uygulanmasının tarihinde, günümüzde kafa içi (*intracranial*) olarak bilinen, derin beyin uyarımını (*deep brain stimulation*) içeren deri altı tekniklerin cerrahi müdahaleler yoluyla uygulandığı da kaydedilmiştir. Bu tez araştırması kapsamında kullanılan teknik deri altı uygulama içermemesine rağmen elektrik akımının fizyolojik ve tedavi edici etkilerinin keşfini tarihsel süreçte bütüncül olarak aktarabilmek amacıyla bu başlıkta kafa içi elektriksel akım uygulayan ilk çalışmalara da yer verilmiştir.

Elektrofizyolojinin öncü isimlerinden Luigi Galvani'nin yeğeni ve asistanı İtalyan fizikçi Giovanni Aldini (1762-1834), kurbağa kasının elektrikle uyarılmasından hareketle ölü hayvanlar ve idam edilmiş mahkumların bedenleri üzerindeki deneyleri sonucunda sadece kasların değil kafatası altındaki beyin dokusunun da doğrudan elektrik ile uyarılabileceği ve bu uyarımın kaslara iletilebildiği sonucuna ulaşmıştır (Parent, 2004). Aldini, anatomist Carlo Mondini'nin (1729-1803) yardımıyla idam edilmiş iki mahkumun kafatasının üst bölümünü çıkararak beyin zarı ve korteks yüzeyini doğrudan uyarmış ve bunun korkutucu yüz ifadelerine neden olduğunu kayda geçirmiştir (Zago ve ark., 2008). Aldini, sonrasında yaptığı çalışmalar ile kişilik bozukluğu bulunan hastaları tedavi ettiğini belirterek; elektrik akımının transkraniyal uygulamasını takiben tam bir iyileşme bildirmiştir (Parent, 2004).

Yaşayan insanda korteksin elektriksel uyarımından elde edilen bulguların kayda geçirildiği ilk çalışmalardan birinin Amerikan Nöroloji Derneği kurucularından Roberts Bartholow (1831-1904) tarafından yürütüldüğü kaydedilmiştir (Casciato ve Ritaccio, 2016; Zago ve ark., 2008). Beynin derin uyarımının ilk örneklerinden birini gerçekleştiren Bartholow, farklı uzunluklarda iğne elektrotlar ile doğrudan korteks yapılarını uyarmıştır. Buna olanak sağlayan durum ise hastanın kafatasındaki bir tümörün cerrahi yöntemle

temizlenmesi sonucu yaklaşık 5 santimetre çapında parietal lobun bir kısmını açığa çıkaran bir delik oluşmasıdır (Zago ve ark., 2008). Çalışmanın kayıtlarında hastanın uyarım esnasında motor tepkiler verdiği belirtilse de bazı araştırmacılar Bartholow'un somatosensoriyel korteksi uyarımış olabileceğini belirtmişlerdir (Walker, 1957; aktaran Zago ve ark., 2008).

Bir diğer önemli çalışma İtalya'da nöropsikiyatrist Ezio Sciamanna (1850-1905) tarafından kaza sonucu parietal bölgedeki kafatası kırığının onarımı için baş delgi ameliyatı (trepanasyon) uygulanan bir hasta üzerinde yürütülmüştür (Zago ve ark., 2008). Sciamanna, uyarımı hem faradik akım (alternatif) hem de galvanik (doğru) akım kullanarak tek kutuplu elektrotlar aracılığıyla başlangıçta dura mater üzerine; daha sonra ilgili bölgedeki enfeksiyon nedeniyle dura materin korteks yüzeyinden ayrılması sonucu doğrudan kortekse uygulamıştır (Casciato ve Ritaccio, 2016). Sciamanna'nın galvanik akım ile yaptığı her uyarımda yüz, dil, göz kapakları, parmaklar, önkol, baş ve boyunda karşı beden yarısında güvenilir motor tepkiler elde ettiği kaydedilmiştir (Casciato ve Ritaccio, 2016; Zago ve ark., 2008).

Açık beyine elektrik akımının uygulandığı ilk çalışmalardan bir diğerini de İtalyan asıllı Arjantinli beyin cerrahı Alberto Alberti (1856-1913) yürütmüştür (Zago ve ark., 2008). Alberti de kafatasında aşındırıcı bir tümör nedeniyle açıklık oluşan ve beyin zarlarından dura matere ulaşmayı mümkün kılan bir vaka üzerinde sekiz ayı aşkın süre boyunca çalışmıştır (Alberti, 1884; 1886; aktaran Zago ve ark., 2008). Tümör nedeniyle hastanın kraniyal kubbesi aşınmış, üst frontal ve parietal loblar ile oksipital lobun bir kısmı açığa çıkmıştır. Alberti, akımın yoğunluğunu arttırdığında hareketin daha büyük olduğunu kaydederek; dura materin ilk deneylerde son birkaç aya göre daha ince olduğunu ve daha sonraki uyarılarda istenen hareketi elde etmek için akım yoğunluğunu artırmak zorunda olduğunu belirtmiştir. Ayrıca hareketler ile ilgili sorulduğunda hasta, nedenini bilmediği halde bacaklarını ve kollarını hareket ettirmek zorunda gibi hissettiğini söylemiş ve nasıl tanımlayacağını bilmediği bir hissiyattan bahsetmiştir (Zago ve ark., 2008).

İnsan korteksinin elektriksel uyarımının etkilerinin araştırıldığı bu ilk çalışmaların ortak özelliği kaza ya da çeşitli hastalıklar sonucu korteks yapıları açıkta kalarak ulaşılabilir olan hastalar üzerinde yürütülmesidir. Hatta bu nedenle kendi dönemlerinde katılımcı güvenliği ve rızası gibi hususlarda etik soruları da gündeme getirmiş ve tartışma yaratan çalışmalar arasında yerlerini almışlardır. Bu ilk araştırmalar korteksin elektriksel olarak uyarılabilmesini ortaya koyması açısından önemlidir. Bu araştırmaların yürütüldüğü dönemde korteksin lokalizasyonu ile ilgili günümüzdeki bilgilere henüz sahip olunmadığından bu araştırmaların bulguları kortikal uyarım haritalamasına yönelik dikkate değer ilk araştırmalar olarak tarihte yerini almıştır (Casciato ve Ritaccio, 2016). Elektriksel uyarım kullanılarak yapılan kortikal uyarım haritalamasına dair 19. yüzyılda yürütülen bu çalışmaların devamını 20. yüzyılda Penfield ve Boldrey (1937) getirmiştir.

Yakın geçmişte ise sağlıklı insanlar ile yürütülen ilk nöromodülasyon çalışmaları günümüzde kullanılan modern tekniklere ortam hazırlamıştır. Bu çalışmalardan birinde motor kortekse uygulanan transkraniyal elektrik uyarımı (TEU) sonucunda karşı beden yarısındaki kol ve bacakta seğirme benzeri kas hareketleri gözlenmiştir (Merton ve Morton, 1980). Aynı çalışmada görsel korteksin uyarılması ile yanıtıcı görsel duyumlar olarak tanımlanan görsel alanda ışık benzeri duyumların *-phosphenes-* olduğu da kayda geçirilmiştir.

1.3.2. TDAU Etki Mekanizması ve Özellikleri

TDAU, düşük genlikte, doğru akım ile yaşayan beyindeki sinir hücrelerinin etkinliğini değiştiren, deri altı uygulama içermeyen (*non-invasive*) bir nöromodülasyon tekniğidir (Brunoni ve ark., 2012; Fonteneau ve ark., 2019; Lewis ve ark., 2016). Bu tanımdaki “yaşayan beyin” ifadesi tDAU’nun sağlıklı bireylere bilinci açık olarak herhangi bir ağrı hissettirmeden ve ciddi bir yan etkiye maruz bırakmadan uygulanabildiğini vurgulaması açısından önemlidir. Günümüzde nöromodülasyon teknikleri üzerine yürütülen araştırmalarda sıklıkla tercih edilen tDAU, 0.5 ile 2 miliamper

(mA) arasında değişen, zayıf elektriksel akımın, en az iki elektrodun baş bölgesine yerleştirilmesiyle uygulanır (Dubljević, Saigle ve Racine, 2014). Teknoloji ve bilimdeki ilerlemelerin sonucunda geliştirilen tDAU cihazları uyarımın dalga formunu oluşturan, pille çalışan, akımı kontrol eden bir uyarıcı içermekte olup bu uyarıcı, uyarımın başında ve sonunda artıp ve azalan onlarca dakikaya kadar birkaç mA'lık sürekli bir doğru akım oluşturur (Truong ve Bikson, 2018). Farklı ülkelerden çeşitli firmaların ürettiği tDAU cihazları bulunmaktadır. Bunlardan bazıları; neuroConn (*Ilmenau, Almanya*), Soterix Medical Inc (*New York, ABD*), Neuroelectrics Starstim (*Barselona, İspanya*), Sooma (*Helsinki, Finlandiya*) olarak sıralanabilir (Fonteneau ve ark., 2019). TDAU cihazları, fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRG); pozitron emisyon tomografisi (PET) veya elektroensefalografi (EEG) gibi diğer elektrofizyolojik ölçüm ve nörogörüntüleme teknikleriyle birlikte kullanılarak da davranışın altında yatan nörolojik yapılara dair bilgilere ulaşmayı sağlamaktadır (Nitsche ve ark., 2008). Bu tez çalışmasında neuroConn (*Ilmenau, Almanya*) cihazı kullanılmış olup bu cihaz ile ilgili detaylı bilgilere yöntem başlığı altında yer verilmiştir.

TDAU korteksteki spontane elektriksel aktiviteyi baş bölgesine yerleştirilen elektrotlar ile değiştirir. Anot ve katot olarak isimlendirilen bu elektrotlar sıklıkla uluslararası 10-20 EEG sistemine göre (*sol dorsolateral prefrontal korteks – DLPFK için F3*) ya da anatomik işaretlere göre (*supraorbital alan*) yerleştirilir (Sandrini ve ark., 2020). Uyarımın etkileri akımın kutuplaşmasına bağlı olup kafatasında belirli bir bölgeye yerleştirilen artı yüklü anot elektrotu, altındaki sinir hücrelerine depolarizasyon yönünde etki ederek bu hücrelerin uyarılabilirliklerini arttırırken; eksi yüklü katot elektrotu ise uygulandığı bölgedeki sinir hücrelerine hiperpolarizasyon yönünde etki ederek bu hücrelerin uyarılabilirliklerini azaltır (Nitsche ve ark., 2008; Nitsche ve Paulus, 2000). Anot ve katot elektrotlarının çalışma prensipleri her ne kadar bilinse de bazı araştırmacılar literatürde anotla uyarımın etkilerinin daha iyi tanımlandığını fakat katotla uyarımın etkilerinin tartışmalı olduğunu öne sürerek sadece anotla uyarım koşulunu tercih ettiklerini belirtmişlerdir (Bona ve Silvanto, 2014). TDAU ile yürütülen araştırmalarda sıklıkla tercih edilen elektrot yerleşiminde uyarılabilirliği arttırılması istenen korteks

alanına anot elektrodu yerleştirilirken, katot elektrodu farklı bir korteks alanına veya bazı çalışmalarda ise omuz (deltoid kası) gibi korteks ile ilgisi olmayan bir vücut bölgesine yerleştirilmektedir. Korteks bölgelerinin birbiriyle yüksek ilişkisi dikkate alındığında ilgisiz bir korteks alanını uyarmanın dahi bireyin performansını etkileyebileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Penolazzi ve arkadaşları (2010) tek taraflı uyarımın kontrolsüz etkilere yol açabileceğine dikkat çekerek çalışmalarında çift taraflı uyarım kullandıklarını belirtmişlerdir. Bu nedenle her iki elektrot da kafa bölgesine yerleştirildiğinde çift taraflı uyarım (*bilateral stimulation*) ile incelenen değişkenlerin kontrolü daha iyi sağlanarak, iki hemisferde ters yönde, eşit yoğunlukta uyarım oluşturulduğu belirtilmektedir (Penolazzi ve ark, 2010)

TDAU'nun bilimsel araştırmalarda ve tedavi etme amacıyla giderek artan bir sıklıkla tercih edilmesinin nedenleri güvenli olması, deri altı uygulama içermemesi, ciddi yan etkilerinin bulunmaması, ekonomik ve taşınabilir bir cihaz ile uygulanabilmesi olarak sıralanabilir. Ayrıca deneysel araştırmaların güvenilirliğini arttıran yöntemlerden sahte (*sham*) uyarım koşulu ve çift kör kontrol yöntemlerinin rahatlıkla uygulanabilmesi de tDAU'nun kullanılmasında önemli bir tercih sebebidir.

Sahte uyarım, çoğu durumda, gerçek tDAU ile oluşturulan duyumları taklit etmek ve katılımcıları uygulamanın koşuluna (gerçek veya sahte uyarım koşulu) kör tutmak için ilk birkaç saniye süresince gerçek (aktif) bir uyarımı içermektedir (Fonteneau ve ark., 2019). Ardından hiçbir uyarım verilmez fakat uyarımın başında verilen ilk birkaç saniyelik gerçek uyarımın kafa derisinde oluşturduğu karıncalanma ve kaşıntı gibi hisler nedeniyle katılımcı gerçek uyarım aldığını düşünebilir. Gerçek uyarım koşulunda kişiye uygulama süresince düşük düzeyde (en fazla 2 mA) akım verilir. Bu akım ilk anda kaşıntı, karıncalanma gibi hisler uyandırır da kişi zamanla bu duyumlara alışarak ilk andaki duyarlılığı göstermeyebilir. Sahte uyarım koşulunda ise, sadece uygulama başında ve sonundaki 10-20 saniyelik sürede gerçek akım verilmekte olup uygulamanın esas süresi boyunca akım verilmez. Sahte uyarım koşulunda akım sadece uygulamanın başında ve sonunda kısa süreliğine verildiğinden kişi bu esnada gerçek akım koşulundakine benzeyen

kaşıntı ve karıncalanma hissini yaşayabilir. Böylece sahte uyarım koşulunda gerçek uyarım koşulundaki duyumların taklidi yapılmış olur ve katılımcının hangi uyarım koşulunda olduğunu ayırt edememesi sağlanır (Fonteneau ve ark., 2019).

Deneyci yanlılığının önüne geçebilmek amacıyla kullanılan çift taraflı körlüğü sağlayabilmek için ise cihaza girilen kodlar sayesinde katılımcının gerçek ya da sahte uyarım alacağı belirlenir. Uygulama öncesinde deneyci tarafından cihaza girilmesi gereken bu kodlar uygulama esnasında orada bulunmayan başka bir deneyci tarafından belirlenirse, uygulamayı yapan deneycinin katılımcının gerçek mi yoksa sahte mi uyarım koşulunda olduğunu bilmemesi sağlanır. Mevcut araştırmada da bu şekilde bir yol izlenerek çift körlüğü sağlayabilmek için, katılımcıları deneye alan ve sonrasında testlerini puanlayan araştırmacının, katılımcıların atandıkları grubu bilmemesi sağlanmıştır.

TDAU'nun kullanıldığı araştırmaların sayısı giderek artsa da bu araştırma bulgularının birbirinden farklılaştığı görülmektedir. Bunun nedenleri arasında araştırmaların yöntemsel farklılıklarının yanı sıra tDAU parametrelerinin çeşitliliği de gösterilmektedir. TDAU'nun etkisi, akımın mili amper cinsinden yoğunluğu, uyarımın süresi, elektrotların yerleştirildiği alanlar, incelenen korteks bölgesindeki sinirsel ağlar gibi çok sayıda değişkene bağlıdır (Penolazzi ve ark., 2010). Nitsche ve arkadaşları (2008) tDAU deneylerinde elektrotların konumlarının mümkün olduğunca doğru bir şekilde belirtilmesi gerektiğini çünkü farklı akım yönlerinin farklı etkilere neden olabileceğini de vurgulamışlardır. Ayrıca elektrotların sayısı, boyutu, uyarımın tek veya çift taraflı olması, çevrimiçi (*online*) veya çevrimdışı (*offline*) yöntemin tercih edilmesi de uyarım etkilerini değiştirebilir. Çevrimiçi yöntem, incelenen bilişsel işleve duyarlı görevin uyarım esnasında eş zamanlı şekilde uygulanmasıdır. Çevrimdışı yöntem ise uyarım sonrasında ilgili bilişsel görevin uygulanması, yani tDAU ve bilişsel görevin eşzamanlı değil, ardışık şekilde uygulanmasıdır.

Çevrimiçi ve çevrimdışı yöntemlerin etkilerinin karşılaştırıldığı araştırmalarda, çevrimdışı uyarımın çevrimiçiye kıyasla daha etkili performans artışları sağladığını gösteren çalışmaların yanı sıra (Pirulli, Fertonani ve Miniussi, 2013; Friebs ve Frings,

2019); çevrimiçi uyarımın çevrimdışına kıyasla daha iyi performans sağladığına yönelik sonuçlar da kaydedilmiştir (Oldrati, Colombo ve Antonietti, 2018). Bu araştırmalardan Pirulli, Fertoni ve Miniussi (2013), görsel algısal öğrenme görevi öncesinde (çevrimdışı) ve esnasında (çevrimiçi) anotta uyarımın etkilerini karşılaştırmışlar ve sonuçlar tDAU'nun görevden önce yani çevrimdışı uygulandığında performansta daha çok iyileşme sağladığını göstermiştir. Friehs ve Frings (2019) ise sağlıklı yetişkin örneklemede çevrimiçi ve sahte uyarımla kıyaslandığında çevrimdışı tDAU'nun ardından önemli ölçüde daha büyük bir performans artışı bulduklarını belirtmişlerdir. Buna karşın Oldrati, Colombo ve Antonietti (2018) çevrimdışına kıyasla çevrimiçi uygulamanın performansta daha büyük iyileşmeler sağladığını gösterirken; Medvedeva ve arkadaşları (2019) ise çevrimdışı uyarım sonucunda bir etkinin görülmediğini kaydetmişlerdir.

Çevrimdışı yöntemin tercih edildiği, uzun süren deneysel işlemlerin yürütüldüğü çalışmalarda tDAU tamamlandıktan sonra kortekste devam eden uyarım sonrası ardıl etkilerin (*after effects*) ne kadar daha sürdüğü önemlidir. Konuyla ilgili araştırmacılar farklı sürelerle işaret etseler de hepsinin ortak noktasının uyarımın tamamlanmasının ardından belirli bir süreye kadar uyarımın etkilerinin devam edeceği ve zamanla azalarak ortadan kalkacağı yönündedir. Başka bir ifade ile uyarımın tamamlanmasının ardından uyarılan bölgedeki sinir hücrelerinde etki bir süre daha devam etmektedir. Örneğin tekrarlı tDAU oturumlarıyla, birkaç dakika devam eden sürekli uyarımın birkaç saat hatta bir günden fazla süren fizyolojik değişikliklere neden olabileceğini belirten araştırmacılar olduğu gibi (Monte-Silva ve ark., 2013); 9-13 dakikalık uyarımın etkilerinin, uyarımın tamamlanmasının ardından 90 dakikaya kadar devam ettiğini kaydeden araştırmacılar da bulunmaktadır (Nitsche ve Paulus, 2001). Tekrarlı uyarımın kümülatif etkilerinin incelendiği bir çalışmada ise 2 mA yoğunluktaki akımın 20 dakika süresince verildiği durumda kortekste uyarılabilirlikte en az iki saate kadar devam eden değişikliklere neden olduğu görülmüştür (Alonzo ve ark., 2012). Bir diğer çalışmada ise (Boggio ve ark., 2009) bilişsel görevler uyarımın başlangıcından 5 dakika kadar sonra başlatılmış ve bunun nedeni olarak da kortekste uyarımın ardından önemli etkilere yönelik değişiklikleri alabilmek için en az 3 dakikalık bir uyarıma ihtiyaç olduğu belirtilmiştir. Priori (2003), 1-

1,5 mA yoğunlukta 10 dakika ve daha fazla süreyle iletilen doğru akımın korteksin uyarılabilirliğini arttırmak veya azaltmanın yanı sıra uyarılabilirlikte belirli bir süre devam eden değişikliklere neden olabileceğini ve bunun en azından motor kortekste, neredeyse bir saat sürebileceğini belirtmiştir. Literatürde prefrontal uyarımın etkilerinin çevrimdışı yöntemle incelendiği araştırmalarda uyarım süresinin genellikle 8 ila 30 dakika arasında değişmekte olduğu görülmüştür (Sandrini ve ark., 2020; Tremblay ve ark., 2014). Uyarım süresinin arttırılmasının yanı sıra akım yoğunluğunu arttırmak da daha uzun süreli ardıl etkileri sağlayabilmektedir (Nitsche ve Paulus, 2008).

TDAU gibi nöromodülasyon tekniklerinin kullanıldığı araştırmalarda akım yoğunluğu, güvenlik açısından da önemli bir konudur. Bikson ve arkadaşları (2016) tDAU çalışmalarında güvenlik üzerine yayınladıkları derlemede güvenliği ciddi, olumsuz bir yan etkinin olmamasıyla tanımlamışlardır. Iyer ve arkadaşları (2005) ise sağlıklı bireylerde 2 mA'ya kadar akım yoğunluğunun güvenli olduğunu göstermişlerdir. Güvenlik ile ilgili, tDAU müdahalelerinin önemli bir kısmında cihazlar, geçmişte test edilen en yüksek akım yoğunluğu olan 2 mA ile sınırlandırılrsa da kabul edilen güvenlik sınırları dahilinde iskemik inme geçiren hastalar üzerinde 4 mA'ya kadar akım yoğunluğundaki protokollerin güvenle kullanıldığı belirtilmiştir (Chhatbar ve ark., 2017).

TDAU gibi elektrotların kullanıldığı nöromodülasyon çalışmalarında akım yoğunluğunun herhangi bir dirençle karşılaşmadan uyarılması hedeflenen korteks bölgesine ulaşabilmesi için çeşitli ön hazırlıklar yapılır. Bu amaçla uygulamanın yapılacağı alandaki derinin hazırlığı, direnci azaltmak ve elektrotların uygulandığı elektrik alanının homojenliğini geliştirmeyi sağlar (Nitsche ve ark., 2008). Bunun için araştırmacılar baş bölgesinde elektrotların uygulanacağı bölgeyi alkollü çözelti ile temizlemek gibi yöntemlere de başvurabilirler. Ayrıca lastik elektrotların yerleştirildiği süngerler de uygulama öncesinde içinde belirli oranda sodyum içeren serum çözeltisine batırılıp ıslatılarak kullanılırlar. Böylece akımın büyük bir direnç ile karşılaşmadan saçlı deri ve kafatası üzerinden uyarılması hedeflenen korteks bölgesine ulaşması kolaylaştırılmış olur.

1.3.3. TDAU ve Bilişsel Performans

Deri altı uygulama içermeyen tDAU tekniği, uygulandığı korteks bölgesindeki sinirsel ağlar ile bu ağlarla ilişkili bilişsel süreçler arasında nedensel bir ilişki kurmayı sağlar (Zhu ve ark., 2020). Bu, günümüzde nöromodülasyon tekniklerinin bilişsel süreçlerin araştırılmasında sıklıkla tercih edilmesinin en önemli nedenlerinden biridir. Böylece aktivitesi değiştirilen korteks bölgesinin kullanılan test veya görevde öne çıkan bilişsel süreçle ilişkisi ortaya çıkartılır ve beyin-davranış ilişkisine dair açıklamalar getirilebilir. Bir diğer önemli neden ise söz konusu bilişsel işlev performansının değiştirilebildiği, yani arttırıldığı veya azaltıldığı durumlarda, nörorehabilitasyon ile sinir hücrelerinin hasarına bağlı ilerleyen nörodejeneratif bozuklukların belirtilerini hafifletme, psikiyatrik hastalıkları tedavi etme, belirli davranış bozukluklarının üstesinden gelme ve hatta sağlıklı bireylerde ilgili işleve dair performansı arttırmaya çalışmaktır. Bilişsel işlevlerin geliştirilmesi bireysel açıdan, okulda notların, işte performansın artmasıyla kişiye başarı veya daha yüksek kazanç sağlayabilirken toplumsal düzeyde ise görgü tanıklığı gibi durumlarda bellek doğruluğunu iyileştirerek nöromodülasyon tekniklerinin adalet sisteminde bir araç olarak kullanılmasına zemin hazırlayabilir (Vedder ve Klaming, 2010).

Bu bölümde bilişsel işlevler üzerinde tDAU'nun etkilerinin incelendiği araştırmaların bulgularına yer verilmiştir. Bu tez araştırmasında tDAU'nun etkisinin incelendiği bilişsel beceriler genel başlıklarıyla tanık belleği, sıcak-soğuk yönetici işlevler ile genel sözel-görsel bellek performansıdır. Wong, Gray ve Gallo (2018) daha önce kodlanmış olayların hatırlama doğruluğunun arttırılmasının istenebileceği görgü tanıklığı gibi birçok durum olmasına rağmen literatürde nispeten daha az sayıda tDAU çalışmasının bellekte hatırlama süreçlerini hedeflediğini belirtmişlerdir. Dolayısıyla tDAU'nun halihazırda kodlanmış olayların hatırlanmasına etkilerini inceleyen çalışmaların azlığı dikkat çekicidir. Mevcut tez araştırması kapsamında yapılan literatür taramasına dayanarak doğrudan görgü tanıklığında bellek performansı üzerinde tDAU'nun etkisinin incelendiği bir çalışmanın yok denecek kadar az olduğu söylenebilir. Bu nedenle ilerleyen

bölümlerde tDAU'nun bilişsel süreçler üzerindeki etkisinin incelendiği araştırmalara yer verilirken bildiğimiz kadarıyla görgü tanığının belleğinin nöromodülasyon teknikleriyle incelendiği yayınlanmış bir çalışma olmadığı için bellek başlığı altında ifade edilebilir bellek, episodik bellek gibi uzun süreli belleğin alt türleri ile ilgili yürütülen tDAU araştırmalarına yer verilmiştir. Yönetici işlevler bağlamında öncelikle sıcak yönetici işlev olarak sınıflandırılan ödül ve cezaya duyarlı karar verme ile ilişkili risk alma davranışı ardından soğuk yönetici işlevlerden dikkat, tepki zamanı, set değiştirme, ketleyici kontrol ile sözel ve görsel çalışma belleği gibi işlevlerin incelendiği tDAU çalışmalarına yer verilmiştir.

1.3.3.1. TDAU ve Bellek Çalışmaları

Bellek süreçlerinin altında yatan sinir ağlarının karmaşıklığı nedeniyle tDAU'nun kullanıldığı bellek araştırmalarında her geçen gün yeni bulgulara ulaşılmaktadır. TDAU'nun bellek üzerindeki etkilerinin test edildiği araştırmaların önemli bir kısmı çalışma belleğini (Abellaneda-Pérez ve ark, 2020; Ankri ve ark., 2020; Cerreta, Mruczek ve Berryhill, 2020; Ferruci ve ark., 2008b; Fregni ve ark, 2005; Grigorescu ve ark., 2020; Hoy ve ark., 2013; Luque-Casado ve ark, 2020; Murphy ve ark., 2020; Nejati ve ark, 2020; Oliveira ve ark., 2013; Saldanha ve ark., 2020; Zhu ve ark., 2020), bir diğer önemli kısmı da uzun süreli belleğin türlerinden episodik bellek (Habich ve ark., 2017; 2020; Manenti ve ark., 2013; Medvedeva ve ark., 2019; Sandrini ve ark., 2019; 2020) ve ifade edilebilir belleği (Pisoni ve ark., 2015a) incelemiştir. Bu bölümde tDAU'nun bellek türlerinden episodik bellek ve ifade edilebilir bellek üzerindeki etkisinin incelendiği araştırmaların bulgularına yer verilmiştir. Çalışma belleği ise bir yönetici işlev bileşeni olarak değerlendirildiğinden tDAU'nun çalışma belleği üzerindeki etkisinin incelendiği araştırmaların bulguları yönetici işlevler başlığında ele alınmıştır.

Episodik bellek, bireyin kişisel geçmişine dair anılarının depolandığı, kişinin yaşantısı süresince başından geçen olayların içeriği, zamanı, mekanı gibi bilgilerinin

tutulduğu uzun süreli belleğin alt türlerinden biri olup otobiyografik bellek ile yakından ilişkilidir. Sağlıklı bir yetişkinde ilerleyen yaşla birlikte episodik bellek performansında azalma beklenen bir durumdur. Alzheimer tipi demans gibi sinir hücrelerinin bozulmasının neden olduğu nörodejeneratif hastalıklarda episodik bellek performansındaki hızlı düşüş belirgindir ve bu durum bireyin günlük hayatını zorlaştırabilir. TDAU gibi nöromodülasyon teknikleri ise sağlıklı ve hasta bireylerde performansın iyileştirilmesinde gelecek vaat eden bir yöntem olarak tanımlanır. Dolayısıyla hem hasta hem de sağlıklı örnekleme bilimsel araştırma ve performansı artırıcı olarak sıklıkla tercih edilen bir yöntem haline gelmiştir.

Episodik bellek ile ilgili olduğu düşünülen beyin bölgeleri hipokampus ve temporal lob gibi hippokampo-temporoparietal bağlantılar ve prefrontal korteks alanlarıdır (Antonenko ve ark., 2019; Flecher ve Henson; 2001). Literatürde episodik ve ifade edilebilir bellek üzerinde tDAU'nun etkisinin incelendiği ve uyarımın olumlu etkilerini gösteren birçok araştırma bulunmakta olup bu çalışmaların önemli bir kısmı prefrontal korteksi (Gomes ve ark., 2019; Habich ve ark., 2017; Javadi ve Walsh., 2012; Krebs ve ark., 2020; Leshikar ve ark., 2017; Manenti ve ark., 2013, 2016, 2017, 2020; Medvedeva ve ark., 2019; Sandrini ve ark., 2016, 2019; Wong, Gray ve Gallo, 2018); bir diğer kısmı da temporal ve parietal alanları (Antonenko ve ark., 2019; Boggio ve ark., 2009; Ferrucci ve ark., 2008a; Jones, Gözenman ve Berryhill, 2014; Pisoni ve ark., 2015a; Ross ve ark., 2011) hedef uyarım bölgesi olarak seçmiştir. Episodik bellek üzerinde tDAU'nun etkinliğini inceleyen meta analiz ve derleme çalışmalarında yer verilen araştırmaların da prefrontal kortekste sıklıkla DLPFK'yi ve temporoparietal alanları hedef uyarım bölgesi olarak seçtiği görülmektedir (Huo ve ark., 2021; Sandrini ve ark., 2020). Bu çalışmalardan birinde DLPFK veya posterior parietal kortekse (PPK) anotla uyarım alan genç ve yaşlı bireylerin sözel episodik belleğinde gelişme olup olmayacağı test edilmiştir (Manenti ve ark., 2013). Sonuçlar gençlerde, sol ve sağ hemisferdeki DLPFK ve PPK alanlarının uyarımının daha iyi episodik bellek performansı sağladığını; yaşlılarda ise sol hemisferdeki DLPFK ve PPK alanlarının uyarımının daha iyi bir performans sağladığını göstermiştir.

Sözel episodik belleğin tDAU ile çalışıldığı bir diğer çalışmada ise sol ventrolateral prefrontal korteksin (VLPFK) anotla uyarımının etkileri, uygulamanın zamanı, bellek görevinin doğası ve katılımcıların yaşının bir işlevi olarak değerlendirilmiştir (Medvedeva ve ark., 2019). Çalışmanın sonuçlarında bellek performansında güçlü bir artışı, sadece kasıtlı ezberleme esnasında anotla uyarım koşulu göstermiş olup performanstaki bu güçlü artışın genç ve yaşlı erişkinlerde belirgin olduğu kaydedilmiştir. Buna karşın rastgele ezberleme veya hatırlama esnasındaki uyarımın bellek performansına herhangi bir etkisi olmadığı, belleğin kodlama veya hatırlama öncesinde çevrimdışı yöntemden etkilenmediği de tespit edilmiştir (Medvedeva ve ark., 2019). Bu bulgu, sol VLPFK alanının anotla uyarılmasının episodik bellek üzerindeki etkilerinin uygulama zamanına ve bellek görevinin doğasına bağlı olduğunu göstermiştir. Bir diğer çalışmada Sandrini ve arkadaşları (2019) tarafından kodlama sonrasında uygulanan tDAU'nun yaşlılarda episodik belleği sağlamlaştırması üzerine yürütülmüştür. Bu çalışmada kodlama sonrasında aktif grupta sol DLPFK anotla, karşı hemisferde ise supraorbital alan katotla uyarılmış olup katılımcıların sözlü hatırlama performansları iki gün ve bir ay sonra test edilmiştir. Sonuçlar sahte uyarım grubuyla karşılaştırıldığında aktif uyarım grubunun bir ayda hatırlama performansının arttığını göstermiştir. Özetle Sandrini ve arkadaşları (2019) kodlamadan sonra çevrimdışı uyarımın sağlıklı yaşlı erişkinlerde episodik anıları sağlamlaştırdığını göstermiştir. Sandrini ve arkadaşlarının (2019) bu bulgusu ile Medvedeva ve arkadaşlarının (2019) bulgusu karşılaştırıldığında prefrontal korteksin uyarıldığı bellek araştırmalarında çevrimdışı yöntem kullanıldığında uyarım zamanının kritik olduğu görülmektedir. Kodlama ve hatırlama öncesi çevrimdışı uyarımın bellekte herhangi bir etkisi görünmezken (Medvedeva ve ark., 2019); kodlama sonrası çevrimdışı uyarımın episodik anıların sağlamlaştırılmasında rolü olabileceği de gösterilmiştir (Sandrini ve ark., 2019).

Kodlama esnasında uygulanan tDAU'nun da bellek performansını iyileştirdiğine dair araştırmalar bulunmaktadır (Boggio ve ark., 2009; Leshikar ve ark., 2017). Boggio ve arkadaşları (2009) kodlama ve hatırlama esnasında ATL alanına uygulanan elektriksel uyarımın gerçek anılarda anlamlı bir değişiklik olmaksızın sahte anıları azalttığını

göstermişlerdir. Leshikar ve arkadaşlarının (2017) çalışmasında ise kodlama esnasında DLPMK alanının uyarılmasının hatırlama performansını iyileştirdiği tespit edilmiştir. Buna göre katılımcılar DLPMK alanına uygulanan aktif veya sahte uyarım esnasında yüzde ad çiftlerini kodlamışlar ve ardından hem o gün hem de bir gün sonra ipuçlu hatırlama ve tanıma testi yapılmıştır. Sonuçlar, aktif uyarımın sahte uyarıma kıyasla hem birinci hem de ikinci günde daha iyi hatırlama performansı sağladığını gösterirken; tanıma belleği performansı açısından her iki günde de uyarım grupları arasında bir farklılık gözlenmemiştir. Araştırmacılar, kodlama esnasında uygulanan tDAU'nun performanstaki iyileşmenin ancak hatırlamaya dayanan test koşullarında etkili olduğunu tanıma belleği performansında bir etkisi olmadığını belirtmişlerdir (Leshikar ve ark., 2017). Episodik belleğin incelendiği bir çalışmada yine prefrontal kortekse tDAU uygulamasında günün saatinin önemi test edilmiş olup sabah saatlerinde uygulanan aktif tDAU'nun sahte uyarıma kıyasla hatırlama doğruluğunu iyileştirdiğini göstermiştir (Wong, Gray ve Gallo, 2018).

TDAU'nun episodik bellek çalışmalarında kullanıldığı bazı araştırma bulguları ise katılımcı durumunun da uyarımın etkisini belirlediğini göstermiştir (Krebs ve ark., 2020; Habich ve ark., 2017). Bu çalışmalardan birinde hafif bilişsel bozukluk ve Alzheimer tipi demans teşhisi olan bireylerde tDAU'nun bellek performansı üzerindeki etkisinin eğitim düzeyi ile doğrudan ilişkili olduğu görülmüştür (Krebs ve ark., 2020). Sonuçlar hafif bilişsel bozukluğu olan, eğitim düzeyi yüksek olan katılımcıların uyarımdan önemli ölçüde fayda gördüğü, Alzheimer demanslıların ise sadece eğitim düzeyi düşük olduğunda uyarımdan belirgin şekilde fayda sağladığı tespit edilmiştir. Özetle daha iyi durumda bir belleğe sahip olanlar eğitim düzeyleri de yüksekse uyarımdan belirgin şekilde fayda sağlamışlar; bellek performansı kötü olanların ise sadece eğitim düzeyi düşük olduğunda fayda sağladığı görülmüştür. Potansiyel Alzheimer hastalarının temporoparietal alanlarına uygulanan tDAU'nun etkilerinin incelendiği bir diğer çalışmanın sonuçları da anotta uyarımın tanıma belleğinde hatırlanan kelime doğruluğunda artış, katotla uyarımın düşüş ve sahte uyarımın herhangi bir değişiklik yapmadığı görülmüştür (Ferruci ve ark., 2008a). Habich ve arkadaşlarının (2017) araştırmasında ise katılımcıların ilk performansına bağlı

olarak uyarımdan aldıkları faydanın değiştiği gözlenmiştir. Sonuçlar grup düzeyinde önemli ölçüde faydalı bir tDAU etkisi olmamasına rağmen başta düşük performans gösteren katılımcıların sol DLPFK alanına uygulanan anot uyarımından en yüksek faydayı sağlayacak şekilde sözel episodik bellek performanslarına olumlu etkisi tespit edilmiştir (Habich ve ark., 2017). Hafif bilişsel bozukluk tanısı olan yaşlılarda uzun süreli tDAU kullanımının episodik bellek üzerindeki etkisine yönelik bir araştırmada ise 2 mA akım yoğunluğunda uyarım arka arkaya beş hafta boyunca haftada iki defa 30 dakika süreyle 10 seans uygulanmıştır (Gomes ve ark., 2019). Sol DLPFK alanının anotla uyarıldığı bu çalışmanın bulguları hafif bilişsel bozukluk tanısına sahip yaşlılarda hatırlama, sözel akıcılık ve yönetici işlevleri geliştirmede aktif uyarımın sahte uyarıma üstün olduğunu göstermiştir (Gomes ve ark., 2019).

TDAU'nun episodik bellek üzerindeki etkilerinin ileri yaşı yetişkinlerde incelendiği bir meta analiz çalışmasının sonuçları da sahte uyarım gruplarıyla karşılaştırıldığında aktif uyarım gruplarında hem hemen uyarım sonrasında hem de uzun vadeli takiplerde önemli hafıza gelişmeleri gösterdiği yönündedir (Huo ve ark, 2021). Meta analiz, 20 dakika veya daha kısa süreli uyarımın, çift taraflı uyarımın veya daha büyük uyarım alanlarının yaşı erişkinlerde episodik bellek performansı açısından daha önemli faydalar sağlayacağını göstermiştir (Huo ve ark., 2021). Fizyolojik ve patolojik yaşlanmada tDAU'nun episodik bellek üzerindeki etkisinin incelendiği araştırmaların derlemesinde ise prefrontal ve temporoparietal kortekslerin uyarılmasının episodik bellek üzerinde olumlu etkileri olduğu belirtilmiştir (Sandrini ve ark., 2020). Manenti ve arkadaşlarının (2017) çalışmasında ise sol DLPFK alanının anotla uyarılmasının bağlamsal bir hatırlatıcıdan sonra episodik anıların sağlamlaştırılma sürecini kolaylaştırarak uzun vadeli faydalı etkiler sağlayabileceği önerilmiştir. Ayrıca yine Manenti ve arkadaşlarının (2020) başka bir araştırmasında da sol prefrontal korteksin anotla sağ supraorbital alanın katotla uyarıldığı bir çalışmada aktif uyarımın, sahte uyarıma kıyasla tanıma belleği performansını arttırdığı görülmüştür.

TDAU'nun episodik bellek üzerindeki bu olumlu etkilerine karşın literatürde uyarımın herhangi bir etkisinin tespit edilmediği araştırmaların (Habich ve ark., 2020; Dubravac ve Meier, 2020) yanı sıra uyarımın bellek performansında yanlış alarm oranını arttırarak daha kötü bir performansa neden olduğu Leach ve arkadaşlarının (2016) bir çalışması ile anot ve katot uyarımının beklenenin tersi yönde etki yaptığı Zwissler ve Plewnia'nın (2013) araştırma bulguları da mevcuttur. Habich ve arkadaşlarının (2020) çalışması tDAU'nun sözel episodik bellek performansında ve nörotransmitter seviyesinde önemli bir etkisinin bulunamadığını göstermiştir. Dubravac ve Meier (2020) ise kodlama esnasında seçici dikkatin uzun süreli bellek üzerindeki etkisinde dorsal ve ventral ağların etkilerini araştırmışlardır. Bunun için kodlama esnasında sol üst ve sağ alt pariyetal korteksi uyarılmışlardır. Araştırmacıların beklentisi dorsal ağ aktivitesindeki artışın seçici dikkati arttırması, ventral ağdaki artan aktivitenin ise dikkati bozması ve sonuç olarak seçici dikkatteki iyileşmenin daha iyi bellek performansına kötüleşmenin ise daha kötü bellek performansına neden olacağını düşünmüşlerdir. Sonuçlar ise uyarımın anlamlı bir etkisinin olmadığını göstermiştir (Dubravac ve Meier, 2020). Genel kanı anot uyarımının performansta iyileşmeyi sağlayacağı yönünde olsa da bazı araştırmalar anotla uyarımda da performans düşüklüğü rapor edebilmektedir. Örneğin, Zwissler ve Plewnia'nın (2017) çalışması anotla uyarımı yanlış alarm oranlarının sahte uyarımdakinden önemli ölçüde daha fazla olmasıyla, katotla uyarımı ise önemli ölçüde daha az yanlış alarm oranı ile ilişkilendirmiştir.

Bartl ve arkadaşlarının (2020) derlemesinde ise sol ventrolateral prefrontal ve temporoparietal alanların episodik bellek ile ilgili olduğu düşünülse de önemli etkilerin sadece tekli çalışmalardan elde edilen bulgulara dayandığı görülmüş olup etkinin birden fazla çalışmaya dayandığı durumlarda aktif uyarımın sahte uyarıma kıyasla sözel hatırlamada artış sağladığına dair bir kanıt bulunamadığını belirtmişlerdir. Sonuç olarak araştırmacılar daha fazla tekrar çalışmasının yapılmasının gerekliliği üzerinde durmuşlar ve daha açık ve katı raporlama standartlarının geliştirilmesinin tDAU literatüründe uyarımın etkilerini daha iyi öngörerek kanıtların kalitesini iyileştirebileceğini vurgulamışlardır (Bartl ve ark., 2020). Benzer şekilde özellikle teori geliştirilebilmesi ve

uygulamaların ilerleyebilmesi için episodik bellek ve tDAU çalışmalarının titizlikle yürütülmesi gerektiğinin altını çizen Galli ve arkadaşları (2019) anot ve katot uyarımının bellek doğruluğu ve tepki süreleri üzerindeki etkilerini değerlendirebilmek için dört meta analiz yürütmüşlerdir. Araştırmacıların meta analize dahil ettikleri tüm çalışmalarda en azından bir grup koşulunda tDAU'nun anlamlı etkisi rapor edilse de meta analiz sonucu istatistiksel açıdan anlamlı olmayan sifıra yakın bir etki ortaya çıkarmıştır. Literatürde ayrıca anot uyarımının etkisini uyarım süresi ve kullanılan bilişsel görevin belirlediğini, katot uyarımının etkisini de uyarım bölgesinin belirlediğine ilişkin bilgiler mevcut olup episodik belleğin tDAU ile araştırıldığı çalışmalarda çelişkili sonuçların nedeni olarak uyarım parametrelerinin, kullanılan deneysel desenin ve çıktı ölçümlerinin farklılığı ileri sürülmüştür (Galli ve ark., 2019).

1.3.3.2. TDAU ve Yönetici İşlevler

Sıcak Yönetici İşlevler.

Kişinin karar verme esnasında bir strateji geliştirmesi veya çalışma belleği gibi bilişsel becerilerden faydalanması gerekiyorsa ağırlıklı olarak ihtiyatlı süreçleri kullanacaktır. Bir diğer süreç ise duygusal ve motivasyonel tetikleyicilerin devrede olduğu duygusal temelli karar vermedir. Dürtüsel ve ödül arayan davranışı (*reward-seeking behaviour*) içeren bu tür karar verme bileşenleri sıcak yönetici işlev süreçleri olarak değerlendirilir. Yönetici işlevler ile ilgili bölümde detaylı olarak yer verildiği üzere, risk alma davranışı üzerinden sıcak yönetici işlevlerin değerlendirildiği tDAU çalışmalarında sıklıkla tercih edilen korteks bölgelerinin her iki hemisferdeki DLPFK ve OFK alanları olduğu görülmüştür.

TDAU'nun risk alma davranışı üzerinde etkisi olduğunu gösteren çalışmalar sağlıklı bireylerin yanı sıra (Fecteau ve ark., 2007a, 2007b; Nejati, Salehinejad ve Nitsche, 2018; Pripfl ve ark., 2013; Yang ve ark., 2017; Ye ve ark., 2015); kumar bağımlılığı

(Salatino ve ark., 2021) ve klinik olarak dürtüselliği (Gilmore ve ark., 2018) olan kişiler gibi çeşitli davranış bozuklukları olan örneklemeler üzerinde yürütülmüştür.

Prefrontal kortekse uygulanan tDAU'nun risk alma davranışı üzerindeki etkisinin incelendiği bir çalışmada, sol DLPFK anot/sağ OFK katot; sağ OFK anot/sol DLPFK katot olmak üzere iki aktif uyarım grubu ve bir sahte uyarım grubu kullanılmış olup sonuçlar, aktif uyarım gruplarının ikisinin de daha az risk alma davranışı göstermesine rağmen özellikle sol DLPFK alanının anotla uyarıldığı grupta önemli ölçüde daha az risk alma davranışını göstermiştir (Nejati, Salehinejad ve Nitsche, 2018). Benzer bir riskten kaçınma davranışı sol ve sağ hemisferdeki DLPFK alanının çift taraflı uyarıldığı durumda tespit edilirken tek taraflı uyarıldığı koşulda (DLPFK/OFK) tespit edilememiştir (Bkz. Fecteau ve ark., 2007a). Söz konusu araştırmada, Fecteau ve arkadaşları (2007a) DLPFK alanını hem çift taraflı hem de tek taraflı olarak uyardıkları iki farklı çalışma yürütmüşlerdir. Buna göre çift taraflı uyarımda sol ve sağ hemisferdeki DLPFK alanları anot ve katot olarak, karşılıklı şekilde uyarılmıştır. Tek taraflı uyarımda ise bir hemisferde DLPFK uyarılırken karşı hemisferde *supraorbital alan* (OFK) uyarılmıştır. Sonuçlar çift taraflı DLPFK uyarımının her iki hemisferin aktivite dengesini değiştirmesi dolayısıyla risk alma davranışını azalttığını ortaya koyarken; tek taraflı uyarımın sahte uyarım grubundan risk alma davranışı açısından farklılaşmadığı görülmüştür (Fecteau ve ark., 2007a).

Fecteau ve arkadaşlarının (2007b) başka bir çalışmasında da DLPFK alanının anot sağ/katot sol uyarıldığı grupta diğer gruplara (anot sol/katot sağ ve sahte) kıyasla katılımcıların daha güvenli olasılıklara yönelerek risk alma davranışlarının azaldığı bildirilmiştir. Fecteau ve arkadaşlarının (2007b) bu çalışmasında, sol DLPFK aktivitesini anot ile arttırdıkları koşulda risk alma davranışına bir etkisini bulamamalarının, aynı araştırmacıların önceki (2007a) çalışmasının sonucuyla (DLPFK alanının çift taraflı uyarıldığı iki koşulda da risk alma davranışının azalması) uyuşmadığı görülmüştür. Araştırmacılar bu farklılığın nedeninin her iki çalışmada kullandıkları risk alma davranışını değerlendiren görevlerdeki farklılıktan kaynaklanmış olabileceğini belirtmişlerdir. Buna göre ilk çalışmalarında (Fecteau ve ark., 2007a) belirsiz durumlar

altında risk alma davranışını içeren Balon Analog Risk Görevi kullanılırken, diğer çalışmalarında (Fecteau ve ark., 2007b) herhangi bir strateji ve çalışma belleği yükü gerektirmeksizin risk alma davranışını değerlendirdiği belirtilen Risk Görevi’ni kullanmışlardır. Riskli durumlarda karar vermeyi değerlendiren görevler, çalışma belleği gibi bilişsel yükler içerdiğinde yönetici işlevlerin soğuk tarafına kayabilirler (Salehinejad ve ark., 2021). Dolayısıyla bu tür karar verme davranışını değerlendiren görevlerde sıcak ve soğuk yönetici işlev ayrımının yapılması zordur. Konuyla ilgili Figner ve arkadaşları (2009) geliştirdikleri Kolombiya Kart Görevi’nin sıcak ve soğuk iki farklı versiyonunda risk içeren durumlarda karar verme ve risk alma davranışında duygusal ve ihtiyatlı süreçlerin ayrımını yapmışlardır. Bu nedenle mevcut araştırmada da risk alma davranışının değerlendirilmesinde Kolombiya Kart Görevi’nin sıcak versiyonu kullanılmış olup görev ile ilgili detaylı bilgi yöntem bölümünde verilmiştir.

Sıcak yönetici işlevler bağlamında tDAU’nun risk alma davranışı üzerindeki etkisini inceleyen bir diğer çalışmada ise Kolombiya Kart Görevi’nin sıcak ve soğuk versiyonu kullanılmıştır. Pripfl ve arkadaşlarının (2013) yürüttüğü çalışmada DLPMK alanına uygulanan tDAU’nun risk alma davranışı üzerine etkisi olduğu ve bu etkinin uyarılan hemisfer, görev türü (sıcak-soğuk riskli karar verme), ve kişilik tarafından modüle edildiği gösterilmiştir. Katılımcıların sigara içip içmemesi risk almada kişiliğin rolü olarak değerlendirilmiştir. DLPMK alanının (anot sol/katot sağ) uyarımı görevin soğuk biliş versiyonunda hem sigara içen hem de içmeyen grupta ihtiyatlı düşünme sürecini tetikleyerek risk almayı azaltmıştır. Görevin sıcak versiyonunda ise anot sağ/katot sol uyarım sigara içenlerde sağ DLPMK aktivasyonunu arttırmış ve bu durum öz kontrolün güçlenmesiyle birlikte risk arayan dürtüselliğin kontrol edilmesini sağlayarak daha muhafazakar kararları ortaya çıkarırken, sigara içmeyenlerde riskten kaçınmanın engellenmesi daha riskli kararları ortaya çıkarmıştır (Pripfl ve ark., 2013). Araştırmacılara göre, sigara içenlerde dürtüsellik ve heyecan arayışının artan bilişsel kontrolü, riskli kararların azalmasına neden olurken; halihazırda riskten kaçınan, kayba daha duyarlı olan sigara içmeyen kişilerde bilişsel kontrol riskli seçimlerde dikkatli olunmasını işaret eden

aşağıdan yukarıya itici dürtülerin etkisini engelleyebilir ve bu sistemin baskılanması daha riskli kararlara neden olur (Pripfl ve ark., 2013).

Riskli karar verme ve risk alma davranışı çeşitli psikiyatrik bozukluklarda öne çıkan dürtüsel kişilik özelliğinin bir sonucu olarak görülür (Gilmore ve ark., 2018). Literatürde dürtüsellğe bağlı risk alma ve karar verme bozuklukları olan hastalar ile yürütölmüş araştırmalarda da DLPFK alanının uyarılmasının dürtüsellik, karar verme ve risk alma davranışlarında iyileşme ile sonuçlandığı kaydedilmiş ve tDAU ile dürtüsellğe dayalı psikiyatrik rahatsızlıklarda terapötik bir yaklaşım oluşturulabileceğı üzerinde durulmuştur (Gilmore ve ark., 2018; Salatino ve ark., 2021). Hasta örneklem çalışmalarında sağlıklı katılımcılardan farklı olarak tDAU'nun tekrarlı şekilde uygulandığı görölmektedir. Gilmore ve arkadaşları (2018), klinik dürtüsel davranış öyküsü olan eski askerlerde günde iki defa beş gün uyarım kullanılırken; Salatino ve arkadaşlarının (2021) vaka çalışmasında altı seanslık bir uyarım tercih edilmiştir. Bu tür tekrarlı seanslarda uyarımın birikimli etkisine bağlı olarak uyarılabilirlikte daha fazla artış sağlanabileceğı de kaydedildiğinden (Alonzo ve ark., 2012) özellikle hasta gruplarıyla yürütölen tDAU çalışmalarında tekrarlı uyarım yöntemi tercih edilmektedir (Dinn ve ark., 2016; Doruk ve ark., 2014; Gangemi, Colombo ve Fabio, 2021; Trojak ve ark., 2016).

Prefrontal kortekse uygulanan tDAU'nun risk alma davranışı üzerindeki etkisini değerlendiren Khaleghi ve arkadaşlarının (2020) yürüttüğü meta analiz çalışması sağlıklı kişilerde DLPFK alanının tek taraflı uyarılmasının korteks ve korteks altı yapıların aktivitesini modöle ettiğı ve korteks altı yapılarda dopaminerjik aktiviteyi arttırdığını ve bunun da riskten kaçınmayı sağlayarak daha muhafazakar kararlar ile sonuçlandığını belirtmişlerdir. Sağlıklı ve psikiyatrik bozukluğu bulunan bireylerde risk almayla ilişkili dürtüsel davranış üzerinde olumlu bir etkisinin olup olmadığının değerlendirilmesi amacıyla yapılan bir derleme çalışmasında ise tDAU'nun etkilerinin dürtüsellik ile ilgili görevlerin performansında iyileşmeyi sağladığı görölmüştür (Mayer ve ark., 2020). Söz konusu derlemede araştırmaların hedef uyarım bölgesi olarak DLPFK alanını tercih ettiğini; ayrıca çift taraflı uyarımın tek taraflı uyarıma kıyasla daha çok tercih edildiğini bildirmişlerdir. OFK alanının ise çok daha az sayıda araştırma tarafından hedef uyarım

bölgesi olarak tercih edildiği belirtilmiştir (Mayer ve ark., 2020). Dürtüsellik ve risk alma davranışının altındaki fizyolojik yapılarla yakın ilişkisine rağmen OFK alanının nispeten çok daha az sayıdaki tDAU araştırması tarafından hedef bölge olarak seçilmesi konuyla ilgili literatürün gelişmekte olduğunun göstergesidir.

Prefrontal kortekse uygulanan tDAU sonucunda risk alma davranışında azalma ve dürtüsellikte iyileşmeye işaret eden bu bulguların yanı sıra uyarımın herhangi bir etkisinin tespit edilmediği çalışmalar da bulunmaktadır (Minati ve ark., 2012; Russo ve ark., 2017). Minati ve arkadaşları (2012) DLPFK alanının aktivitesini anot sol/katot sağ, anot sağ/katot sol ve sahte olmak üzere üç farklı koşulda uyararak risk alma davranışı üzerindeki etkisini incelemiş olup sonuçlar tDAU'nun risk almaya eğilimi etkilemediğini göstermiştir. Uyarım etkisini saptamayan bir diğer çalışma da tDAU araştırmalarının genel bir sorunu olan örneklem büyüklüğü konusunu gündeme getirmiştir. Russo ve arkadaşları (2017) bu bölümün başında da yer verilmiş olan Fecteau ve arkadaşlarının (2007a) ($N = 44$), DLPFK alanının çift taraflı uyarımının risk almayı azalttığına yönelik etkisini gösterdikleri çalışmalarını daha büyük örneklem ile ($N = 117$) tekrar etmişlerdir. Bu büyük ölçekli tekrar çalışmasında DLPFK alanının hem tek hem de çift taraflı uyarımından elde ettikleri sonuçların sahte uyarıma kıyasla belirsizlik altında riskli karar verme davranışı üzerinde bir etkisinin olmadığını göstermişlerdir (Russo ve ark., 2017). Araştırmacılar buradan hareketle, nöromodülasyon çalışmalarında güvenilir sonuçlar elde edebilmek için örneklem büyüklüğünün dikkate alınması gerektiğinin altını çizmişlerdir.

Soğuk Yönetici İşlevler.

Duygulardan bağımsız, geleceğe yönelik, hedef odaklı, soyut bilişsel işlevleri içeren mantıksal temelli üst düzey beceriler soğuk yönetici işlevler olarak tanımlanır (Nejati, Salehinejad ve Nitsche, 2018). Bunlar arasında önde gelen işlevlerin, çalışma belleği, zihinsel set değiştirme ve güçlü tepkilerin ketlenmesi olduğu bildirilmiştir (Miyake ve ark., 2000). Özellikle akademik başarıyla da ilişkili olması ve diğer birçok işleve temel oluşturması dolayısıyla nöromodülasyon tekniklerinin çalışma belleği üzerinde etkisinin incelendiği çok sayıda araştırma bulunmaktadır. Bu araştırmalar, beyin-

davranış ilişkisini anlamaya çalışmanın yanı sıra hem sağlıklı bireylerde performansı arttırma (Ankri ve ark., 2020; Ferrucci ve ark., 2008b; Fregni ve ark., 2005; Ohn ve ark., 2008; Teo ve ark., 2011; Zhu ve ark., 2020) hem de çeşitli nörolojik veya psikiyatrik bozuklukları bulunan hastalarda (Boggio ve ark., 2006; Oliveira ve ark., 2013; Nejati ve ark., 2020) bozukluğun çalışma belleği üzerindeki etkilerini azaltması ve belirtileri tedavi edici özelliklerinin keşfedilmesi amacıyla yürütülmüştür.

Uyarımın çalışma belleğine etkilerinin incelendiği tDAU araştırmalarında en yaygın elektrot yerleşiminin sol DLPFK alanının anotla ve sağ *supraorbital alanın* (OFK) katotla uyarıldığı protokol olduğu kaydedilmiştir (Gomes ve ark., 2019). Fregni ve arkadaşları (2005), sağlıklı bireylerle yürüttükleri çalışmada sol DLPFK alanının anotla sağ OFK alanının katotla uyarıldığı koşulda katılımcıların çalışma belleği performansında iyileşme sağladığını göstermiştir. Buna karşın daha güncel bir araştırmada sol DLPFK alanının uyarılmasının çalışma belleği üzerinde kolaylaştırıcı bir etkisi tespit edilememiş olup araştırma sağ DLPFK alanının çift taraflı uyarılmasının olumlu etkilerini göstermiştir (Zivanovic ve ark., 2021).

Çalışma belleği performansını arttırmak amacıyla yürütülen araştırmaların bir kısmı uyarımda tDAU parametrelerinin etkisini incelenmiştir. Uyarımın zamana bağlı etkilerinin incelendiği bir çalışmada, DLPFK alanının anotla 1 mA akım yoğunluğunda uyarılmasının sözel çalışma belleğinde doğruluğu arttırdığı ve bu artışın uyarımın tamamlanmasının ardından 30 dakika kadar devam ettiği görülmüştür (Ohn ve ark., 2008). Uyarımda akım yoğunluğu ile birlikte zamana bağlı etkilerin incelendiği bir diğer çalışmada ise; sahte uyarım koşuluyla kıyaslandığında katılımcıların 2 mA koşulunda uyarımın son beş dakikasında tepki zamanlarında iyileşme gösterilirken; 1 mA koşulunda, sahte koşula kıyasla uyarımın 10-15 dakikalarında anlamlılığa yakın bir iyileşme eğiliminin görüldüğü kaydedilmiştir (Teo ve ark., 2011). Bu bulgular uyarımın çalışma belleği performansına etkisi incelendiğinde, uyarımda zamana bağlı etkiler ile akım yoğunluğu gibi değişkenlerin de dikkate alınmasını önermektedir.

TDAU parametrelerinin yanı sıra uyarımın etkilerinin stres ve eğitim düzeyi gibi katılımcıya bağlı faktörlerden de etkilendiğini gösteren çalışmalar bulunmaktadır. Güncel

bir çalışmada tDAU'nun etkilerinin stres gibi çeşitli faktörler tarafından değişebildiği gösterilmiştir (Ankri ve ark., 2020). Buna göre katılımcılarda düşük stres seviyelerinde uyarımın çalışma belleğini artırıcı bir etkisinin olabileceği belirtilirken; daha yüksek stres seviyelerinde olumsuz etkileri olabilmektedir (Ankri ve ark., 2020). Başka bir çalışmada da yaşlı yetişkinlerde hem sol hem de sağ DLPFK uyarımının sözel ve görsel çalışma belleğine etkisi incelenmiş olup eğitim düzeyi yüksek olan grup her iki uyarım koşulunda da performansta ilerleme gösterirken, eğitim düzeyi düşük olan grupta sözel çalışma belleğinde bir ilerleme görülmemiş hatta sağ DLPFK uyarımının görsel çalışma belleğinde performans düşüklüğüne neden olduğu tespit edilmiştir (Berryhill ve Jones, 2012).

Uyarımın soğuk yönetici işlevler üzerindeki etkisi çeşitli hasta grupları üzerinde de incelenmiştir. Antidepresan kullanmayan major depresif bozukluğu olan hastalarda yürütülen bir çalışmada DLPFK alanının (anot sol/katot sağ) aktif olarak uyarıldığı grupta sahte uyarıma kıyasla doğru tepki oranını artırarak çalışma belleği performansını iyileştirdiği görülmüştür (Oliveira ve ark., 2013). Dikkat eksikliği ve hiperaktivite bozukluğu (DEHB) olan çocuklarda da DLPFK (anot sol/katot sağ) uyarımının çalışma belleği görevinde sahte uyarım grubuna kıyasla daha iyi performans sağladığı tespit edilmiştir (Nejati ve ark., 2020). Bu bulgudan hareketle araştırmacılar, DLPFK alanının çalışma belleğindeki kritik önemine dayanarak özellikle sol hemisferdeki DLPFK alanının uyarılmasının çalışma belleği ve yönetici kontrolü geliştirmek için kullanılabileceğini önermişlerdir (Nejati ve ark., 2020). Parkinson hastalarında çalışma belleği performansını iyileştirmek amacıyla farklı akım yoğunluklarının kullanıldığı bir çalışmada; sol DLPFK alanının 2 mA ile uyarıldığı durumda, sahte uyarım koşuluna ve aynı alanın 1 mA ile uyarıldığı koşula kıyasla, görev performansında anlamlı bir iyileşmenin olduğu tespit edilmiştir (Boggio ve ark., 2006).

Sol veya sağ DLPFK alanının anotla uyarıldığı, sağlıklı ve nöropsikiyatrik hastalığı bulunan katılımcı grupları ile yapılan araştırmaların meta analizinde; sağlıklı gruplarda çevrimiçi uygulamada bir etki gözlenmezken; çevrimdışı uygulamada anodun çalışma belleği doğruluğu ve tepki zamanında iyileşmeye yönelik bir etki ortaya çıkardığı

tespit edilmiştir (Hill, Fitzgerald ve Hoy, 2016). Nöropsikiyatrik gruplarda ise anotla uyarım sadece çevrimiçi uygulamalarda performanstaki doğruluğu iyileştirirken; tepki zamanlarında her iki uygulama türünün de bir etkisi görülmemiştir (Hill, Fitzgerald ve Hoy, 2016). Çalışma belleğinin incelendiği tDAU araştırmalarının bulguları karışık sonuçlar ortaya koymaktadır ve uyarım parametreleri, uygulanan yöntemler, bireysel farklılıklar, katılımcının uyarım esnasındaki durumu ve daha da önemlisi kullanılan görevler gibi birden fazla faktörün etkisini içerdiğinden bu sonuçların yorumlaması da zordur (Polizzotto ve ark., 2020). Bu nedenle tDAU tekniğinin kullanıldığı araştırmalarda uyarım parametrelerinin daha dikkatli belirlenerek standartlaştırılması, tDAU ile ilişkisi olabilecek diğer değişkenlerin kontrollerinin sağlanması ve güçlü deneysel desenlerin uygulanmasının sonuçların daha iyi yorumlanmasını sağlayacağı ve beyin-davranış ilişkisine dair anlayışımızı geliştireceği vurgulanmıştır (Hill, Fitzgerald ve Hoy, 2016; Trembley ve ark., 2014).

Çalışma belleğinin yanı sıra dikkat, yönetici ketleyici kontrol, bilişsel esneklik ve görev değiştirme (*task switching*) gibi soğuk yönetici işlevlerin diğer bileşenleri üzerinde de tDAU'nun etkileri incelenmiştir. Sağlıklı ve hasta örneklemeler üzerinde yürütülen bu çalışmalarda da sıklıkla DLPFK ve OFK alanlarının hedef uyarım bölgeleri olarak tercih edildiği görülmektedir. Dikkat ile ilgili yürütülen bir çalışmada sağlıklı bireylerde sağ DLPFK alanının anot, sol OFK alanının katotla uyarıldığı grubun sahte uyarım grubuna kıyasla görsel-mekansal dikkat performansının daha iyi olduğu görülmüştür (Jeon ve Han, 2012). Bu bölümün başında da yer verilen Nejati ve arkadaşlarının (2020) araştırmasında, çalışma belleğinin yanı sıra ketleyici kontrol ve bilişsel esneklik performansları da değerlendirilmiştir. Buna göre, sol DLPFK alanının (anot sol/katot sağ) çift taraflı uyarımı ketleyici kontrol işlevinde bir gelişme sağlamamış olup araştırmacılar bu sonucu sağ DLPFK aktivitesindeki düşüşle ilişkilendirmişlerdir. Buna karşın sağ OFK alanını anotla ve sol DLPFK alanını katotla karşılıklı uyardıkları ikinci bir deneyde ketleyici kontrolde ilerleme tespit etmiş olup bunu, ketleyici kontrolle ilgili olan sağ DLPFK alanının, sağ OFK alanına yakınlığı nedeniyle dolaylı olarak uyarılmış olabileceğiyle açıklamışlardır (Nejati ve ark., 2020). Aynı çalışmada bilişsel esneklik ve görev değiştirme

performansında sadece DLPFK alanının uyarıldığı koşulda bir ilerleme görülmezken, DLPFK-OFK alanlarının birlikte uyarıldığı koşulda daha iyi performans sergilendiği tespit edilmiş olup araştırmacılar bu bulgulara göre, belirli bozuklukların belirtilerinin iyileştirilmesi için göreve duyarlı uyarım protokollerinin kullanılmasını önermişlerdir (Nejati ve ark., 2020). Parkinson hastaları ile yürütülen bir çalışmada ise hem sol hem de sağ DLPFK alanlarının 10 seanslık aktif uyarımının yönetici işlev becerilerinde bir aylık takibe kadar devam eden iyileşmeler sağladığının tespit edildiği bildirilmiştir (Doruk ve ark., 2014).

Burada yer verilen araştırmaların bulgularından da anlaşılacağı üzere, yönetici işlevler çok sayıda bilişsel sürecin eş zamanlı koordinasyonunu gerektirmektedir. Prefrontal korteksin, diğer korteks ve korteks altı yapılarla karmaşık nöral bağlantıları dolayısıyla, bu işlevlerin fizyolojik alt yapısını oluşturması şaşırtıcı değildir. Bu nedenle sıcak ve soğuk yönetici işlevlerin araştırıldığı tDAU çalışmalarında prefrontal korteksin dorsolateral (DLPFK) ve orbitofrontal (OFK) alanlarının sıklıkla hedef uyarım bölgesi olarak tercih edildiği görülmektedir. Literatüre dayanarak mevcut araştırmada sıcak ve soğuk yönetici işlevlere etkisini değerlendirebilmek için DLPFK ve OFK alanlarının karşılıklı uyarımı tercih edilmiştir. Bir sonraki bölümde, mevcut araştırmanın ilk olarak amacı ve hipotezlerine; ardından da yöntemine yer verilmiştir.

İKİNCİ BÖLÜM

ARAŞTIRMA

2. ARAŞTIRMANIN AMACI

Bu araştırmada nöromodülasyon tekniği olarak tanımlanan tDAU'nun farklı korteks alanlarına uygulanmasının bilişsel beceriler üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bu beceriler genel başlıklarıyla *bellek* ve *yönetici işlevler*dir. Bellek bağlamında *görgü tanığının belleğinin* yanı sıra *sözel* ve *görsel bellek* performansları incelenirken; yönetici işlevler, *sıcak* ve *soğuk süreçler* olarak değerlendirilmiştir. Sıcak süreçlerden ödül ve ceza içeren durumlarda *risk alma davranışı*; soğuk süreçlerden ise *tepki zamanı*, *set değiştirme*, *ketleyici kontrol* ile *sözel* ve *görsel çalışma belleği* incelenmiştir. Literatürdeki araştırmaların sonuçlarından hareketle söz konusu işlevler ile ilgili olabilecek beyin bölgelerinin *prefrontal korteks (dorsolateral prefrontal korteks-DLPFK ve orbitofrontal korteks-OFK)* ile *anterior temporal lob (ATL)* olduğu düşünülmektedir. Mevcut araştırmada da bu korteks alanlarının sağ ve sol hemisferdeki karşılıklarının tDAU ile uyarımının bilişsel performansı artırıcı veya azaltıcı etkileri incelenmiştir. Bu araştırmada sağlıklı bireylerin sözel ve görsel bilişsel işlevlerdeki performansları üzerinde tDAU'nun etkisi tespit edilecektir. Ayrıca araştırmanın sonuçlarının tDAU'nun günlük hayattan aşağıdaki problemlere karşı çözüm sağlayıcı bir araç olarak kullanımıyla ilgili de yol gösterici olması hedeflenmiştir.

- Bir suç olayının tek kanıtı olaya tanık olan kişinin belleği olduğunda, tanığın bellek hataları tDAU ile en aza indirilebilir mi? Başka bir ifade ile tDAU mahkemelerdeki ceza davalarında görgü tanıklarının bellek doğruluğunu artırıcı bir araç olarak kullanılabilir mi?
- Madde kullanımı, kumar bağımlılığı ve sürekli riskli kararlar alma gibi kişinin kendisini ve yakın çevresini olumsuz etkileyecek durumlarda tDAU bu tür riskli davranışları kontrol etmeyi artırıcı, tedavi edici bir araç olarak kullanılabilir mi?

2.1. Araştırmanın Hipotezleri

Görgü Tanıklığında Bellek ile İlgili Hipotezler

Hipotez 1: DLPFK alanının bellek süreçlerindeki öneminden hareketle bu araştırmada sol DLPFK alanının anotla uyarılabilirliğinin arttırıldığı 1A grubundaki katılımcıların, aynı alanın katotla uyarılabilirliğinin azaltıldığı 2A grubundaki ve sahte uyarım koşulu 3S grubundaki katılımcılara kıyasla görgü tanıklığında bellek performansının daha iyi olması ve bu üç grubun görgü tanıklığındaki bellek performanslarının iyiden kötüye doğru 1A, 3S ve 2A olarak sıralanması beklenmektedir.

Hipotez 2: DLPFK alanının bellek süreçlerindeki öneminden hareketle bu araştırmada sağ DLPFK alanının anotla uyarılabilirliğinin arttırıldığı 4A grubundaki katılımcıların, aynı alanın katotla uyarılabilirliğinin azaltıldığı 5A grubundaki ve sahte uyarım koşulu 3S grubundaki katılımcılara kıyasla görgü tanıklığında bellek performansının daha iyi olması ve bu üç grubun görgü tanıklığındaki bellek performanslarının iyiden kötüye doğru 4A, 3S ve 5A olarak sıralanması beklenmektedir.

Hipotez 3: ATL alanının bellek süreçlerindeki öneminden hareketle ve görgü tanıklığının içerdiği görsel bellek süreçleri dolayısıyla bu araştırmada sağ ATL alanının anotla uyarılabilirliğinin arttırıldığı 7A grubundaki katılımcıların, aynı alanın katotla uyarılabilirliğinin azaltıldığı 8A grubundaki ve sahte uyarım koşulu 6S grubundaki katılımcılara kıyasla görgü tanıklığında bellek performansının daha iyi olması ve bu üç grubun görgü tanıklığındaki bellek performanslarının iyiden kötüye doğru 7A, 6S ve 8A olarak sıralanması beklenmektedir.

Sıcak Yönetici İşlev Süreçleriyle İlgili Hipotezler

Hipotez 4: DLPMK alanının yukarıdan aşağıya kontrol süreçlerindeki rolüne dayanarak sol DLPMK alanının anotla uyarılabilirliğinin arttırıldığı 1A grubundaki katılımcıların, aynı alanın katotla uyarılabilirliğinin azaltıldığı 2A grubundaki ve sahte uyarım koşulu 3S grubundaki katılımcılara kıyasla; dürtüsel ve ödül arayan davranış üzerinde yukarıdan aşağıya kontrolün arttırılması sonucu risk alma davranışının azalması beklenmektedir. Bu üç grubun risk alma düzeyinin düşükten yükseğe doğru 1A, 3S ve 2A olarak sıralanması beklenmektedir.

Hipotez 5: DLPMK alanının yukarıdan aşağıya kontrol süreçlerindeki rolüne dayanarak sağ DLPMK alanının anotla uyarılabilirliğinin arttırıldığı 4A grubundaki katılımcıların, aynı alanın katotla uyarılabilirliğinin azaltıldığı 5A grubundaki ve sahte uyarım koşulu 3S grubundaki katılımcılara kıyasla; dürtüsel ve ödül arayan davranış üzerinde yukarıdan aşağıya kontrolün arttırılması sonucu risk alma davranışının azalması beklenmektedir. Bu üç grubun risk alma düzeyinin düşükten yükseğe doğru 4A, 3S ve 5A olarak sıralanması beklenmektedir.

Soğuk Yönetici İşlev Süreçleriyle İlgili Hipotezler

Hipotez 6: DLPMK alanının merkezi yönetici süreçlerdeki öneminden hareketle sol DLPMK alanının anotla uyarılabilirliğinin arttırıldığı 1A grubundaki katılımcıların, aynı alanın katotla uyarılabilirliğinin azaltıldığı 2A grubundaki ve sahte uyarım koşulu 3S grubundaki katılımcılara kıyasla; tepki zamanı, set değiştirme, ketleyici kontrol ve çalışma belleği performanslarının daha iyi olması beklenmektedir. Bu üç grubun soğuk yönetici işlev performansının iyiden kötüye doğru 1A, 3S ve 2A olarak sıralanması beklenmektedir.

Hipotez 7: DLPMK alanının merkezi yönetici süreçlerdeki öneminden hareketle sağ DLPMK alanının anotla uyarılabilirliğinin arttırıldığı 4A grubundaki katılımcıların, aynı alanın katotla uyarılabilirliğinin azaltıldığı 5A grubundaki ve sahte uyarım koşulu 3S

grubundaki katılımcılara kıyasla; tepki zamanı, set değiştirme, ketleyici kontrol ve çalışma belleği performanslarının daha iyi olması beklenmektedir. Bu üç grubun soğuk yönetici işlev performansının iyiden kötüye doğru 4A, 3S ve 5A olarak sıralanması beklenmektedir.

Genel Sözel ve Görsel Bellek ile İlgili Hipotezler

Hipotez 8: Sol DLPFK alanının anotla uyarılabilirliğinin arttırıldığı 1A grubundaki katılımcıların aynı alanın katotla uyarılabilirliğinin azaltıldığı 2A grubundaki ve sahte uyarım koşulu 3S grubundaki katılımcılara kıyasla genel sözel ve görsel bellek performansının daha iyi olması ve bu üç grubun bellek performanslarının iyiden kötüye doğru 1A, 3S ve 2A olarak sıralanması beklenmektedir.

Hipotez 9: Sağ DLPFK alanının anotla uyarılabilirliğinin arttırıldığı 4A grubundaki katılımcıların aynı alanın katotla uyarılabilirliğinin azaltıldığı 5A grubundaki ve sahte uyarım koşulu 3S grubundaki katılımcılara kıyasla genel sözel ve görsel bellek performansının daha iyi olması ve bu üç grubun bellek performanslarının iyiden kötüye doğru 4A, 3S ve 5A olarak sıralanması beklenmektedir.

Hipotez 10: Sağ ATL alanının anotla uyarılabilirliğinin arttırıldığı 7A grubundaki katılımcıların görsel bellek performansının daha iyi olması beklenirken; sol ATL alanının anotla uyarılabilirliğinin arttırıldığı 8A grubundaki katılımcıların sözel bellek performansının daha iyi olması beklenmektedir. Buna göre grupların performanslarının iyiden kötüye doğru sıralamasının görsel bellek testi için 7A, 6S, 8A şeklinde olması, sözel bellek testi için 8A, 6S, 7A olması beklenmektedir.

3. YÖNTEM

3.1. Katılımcılar

Araştırmanın ölçütlerine uygun katılımcılar bulabilmek amacıyla üniversite öğrencilerine duyurular yapılmış olup araştırma hakkında bilgi verilmiştir. Bu duyurular aracılığıyla 253 üniversite öğrencisi araştırmaya katılmak için gönüllü olmuştur. Bu kişilerden araştırmanın ölçütlerine uyan 59'u kadın, 24'ü erkek toplam 83 üniversite öğrencisi araştırmaya katılmıştır. Tüm katılımcıların yaş, eğitim düzeyi, el tercihi, depresif belirtileri ile sözel ve sözel olmayan zeka ölçümleri puan ortalamaları ve standart sapma değerleri bulgular başlığının altında detaylı şekilde sunulmuştur (Bkz. 4.1. Katılımcıların Özellikleri).

Araştırmaya katılmak için gönüllü olan kişilerin aşağıdaki ölçütlere uygun olmasına dikkat edilmiştir.

- Baskın el olarak sağ elin kullanılıyor olması,
- 18 yaşından büyük, 33 yaşından küçük olunması,
- TDAU uygunluk anketine göre araştırmaya katılmasına engel olabilecek bir durumun olmaması (Villamar ve ark., 2013),
- Beck Depresyon Envanteri'nden 17'nin altında puan alınması (Hisli, 1989),
- Kısa Uluslararası Nöropsikiyatrik Görüşmeye göre herhangi bir nöropsikiyatrik bulgunun olmaması,
- Herhangi bir görme bozukluğunun olmaması; bir görme bozukluğu varsa gözlük veya lens ile düzeltilebilmesi.

3.2. Veri Toplama Araçları

3.2.1. Bilgilendirilmiş Onam Formu

İstanbul Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu yönergesine göre hazırlanan bilgilendirilmiş onam formu araştırma ve araştırmacılar ile ilgili detaylı bilgileri ve katılımcı haklarını içermektedir. Katılımcıların onam formunu imzalamadan önce

okuması ve varsa sorularını sorması için yeterli süre verilmiştir. İsimlerinin gizli kalması koşuluyla sonuçların sadece bilimsel amaçlı kullanılacağına dair izinleri bu onam formuyla alınmıştır. Onam formu iki adet hazırlanmış olup birbirinin aynı olan bu iki form hem araştırmacı hem de katılımcı tarafından deney öncesinde imzalanmıştır. Biri araştırmacıda kalmış, diğeri de katılımcıya verilmiştir.

3.2.2. Katılımcı Bilgi Formu

Katılımcıların doğum tarihi, cinsiyeti, eğitim durumu ve el tercihi gibi bilgilerinin kaydedilebilmesi amacıyla araştırmacı tarafından düzenlenmiş bir formdur. Araştırmanın laboratuvar aşamasının başında kullanılmıştır.

3.2.3. TDAU Uygunluk Anketi

Villamar ve arkadaşları (2013) tarafından geliştirilen anket, katılımcıların tDAU için uygun olup olmadıklarını değerlendirmektedir (Bkz. Ek 1). Ankette geçmişte nöbet, açıklanamayan bilinç kaybı, inme/felç, ciddi kafa travması, baş/beyin bölgesinden ameliyat, nörolojik hastalık, sık ve şiddetli baş ağrıları, kafa içi metal implant, kalp pili, merkezi sinir sistemini etkileyebilecek ilaç kullanımı, hamilelik şüphesi, ailede epilepsi gibi durumların varlığı evet/hayır olarak yanıtlanan sorular ile değerlendirilir. Söz konusu durumlardan en az birinin varlığında katılımcı tDAU için uygun olmadığından araştırmaya dahil edilmemiştir.

3.2.4. Beck Depresyon Envanteri (BDE)

Beck ve arkadaşları (1961) tarafından geliştirilen envanter depresyonun belirtilerini değerlendirmektedir. Depresyon belirtilerinin 0-3 arasında puanlanmasıyla yanıtlanan 21 maddelik envanterden 0-63 arasında bir puan alınmaktadır. Ölçeğin Türk üniversite öğrencilerindeki geçerlik ve güvenirlik çalışmaları Hisli (1989) tarafından yapılmış olup 17 ve üzerindeki puanların kesme puanı olarak kullanılabileceği belirtilmiştir.

3.2.5. Kısa Uluslararası Nöropsikiyatrik Görüşme

Sheehan ve arkadaşları (1998) tarafından DSM IV ve ICD 10’da Eksen I psikiyatrik tanılarının belirtilerini değerlendirmek amacıyla geliştirilen yapılandırılmış bir görüşmedir. Her bir psikiyatrik bozukluğun tanısıyla ilgili ölçüt sorularına verilen ‘Evet’ yanıtı o tanıyla ilgili diğer soruların sorulmasıyla devam etmeyi sağlarken, ‘Hayır’ yanıtı bir sonraki tanının ölçüt sorusuna geçilmesini sağlar. Görüşmede belirtileri değerlendirilen bozukluklar; majör depresyon (şimdi ve devamlı), distimi, manik epizod, panik bozukluk (yaşamında/şimdi), agorafobi (yaşamında/şimdi), sosyal fobi (sosyal anksiyete bozukluğu–şimdi), obsesif kompulsif bozukluk (şimdi), post travmatik stres bozukluğu (şimdi), alkolün kötüye kullanımı ve alkol bağımlılığı (şimdi), maddenin kötüye kullanımı ve madde bağımlılığı (şimdi), psikotik bozukluk (yaşamında/şimdi), yaygın anksiyete bozukluğu (şimdi) olarak sıralanabilir. Bu tez araştırmasında Örnek ve Keskiner (1998) tarafından Türkçe’ye uyarlanmış form kullanılmış olup görüşmeye göre söz konusu psikiyatrik bozuklukların belirtilerinin varlığında kişi araştırmaya dahil edilmemiştir.

Yukarıda yer verilen ön test değerlendirmeleri açısından araştırmanın ölçütlerine uyan kişilere laboratuvar uygulaması için randevu verilmiştir. Laboratuvar uygulamasında kullanılan anket, test ve görevlerin içerikleri uygulama sırasına göre aşağıda yer almaktadır.

3.2.6. Edinburgh El Tercihi Envanteri

Oldfield (1971) tarafından geliştirilen envanter ile kişinin günlük hayatta hangi elini baskın olarak kullandığı değerlendirilir. Bu çalışmada envanterin, Şişman (2014) tarafından uyarlanan formu kullanılmıştır (Bkz. Ek 2). Yazı yazmak, bir şey fırlatmak ve diş fırçası kullanmak gibi işlerde hangi elin kullanıldığı belirtilerek yanıtlanır. Baskın el tercihi beyinde hangi hemisferin baskın olduğuna yönelik bilgi verdiğinden ve bu çalışmada da tDAU ile katılımcıların her iki hemisferindeki farklı korteks bölgeleri

uyarıldığından gruplar arasında karıştırıcı bir değişken olmaması adına tüm katılımcıların baskın el tercihinin sağ el olmasına dikkat edilmiştir. Bunun için araştırmaya katılmaya gönüllü olan kişilere baskın el kullanımının hangisi olduğunu belirtmeleri istenmiştir. Bu soruya sol el veya her iki el yanıtını verenler çalışmaya çağırılmamış olup sağ el yanıtını verenlere laboratuvar randevusu verilmiştir. Laboratuvar aşamasında ise Edinburgh El Tercihi Envanteri uygulanarak seçkisiz atama sonrası gruplar arasında baskın el kullanım yüzdesi açısından anlamlı bir fark olup olmadığı kontrol edilmiştir.

3.2.7. Wechsler Yetişkinler için Zeka Ölçeği- Gözden Geçirilmiş Formu (WYZÖ-G): Sözcük Dağarcığı Alt Ölçeği

Wechsler Yetişkinler için Zeka Ölçeği Gözden Geçirilmiş Formu'nda bulunan Sözcük Dağarcığı alt ölçeği sözel zekayı değerlendirmektedir (Wechsler, 1981). Ölçeğin Türkiye standardizasyonu ön çalışması Yılmaz (2000) tarafından yapılmıştır. Ölçekte 35 madde bulunur ve katılımcılardan her bir maddedeki kelimenin anlamını söylemesi istenir. Yanıtlar sıfır, bir ve iki olarak puanlanmakta olup alınabilecek en yüksek puan 70'tir. Bu ölçek ile katılımcıların sözel zekasına dair bilgi edinilmiş ve katılımcıların gruplara seçkisiz atanmaları sonrasında oluşabilecek gruplar arası farklılıkları kontrol etmek hedeflenmiştir.

3.2.8. Desen Organizasyon Testi (DOT)

Wechsler Yetişkinler için Zeka Ölçeği'nin Küplerle Desen alt testine, daha kısa sürede uygulanabilecek bir alternatif olarak geliştirilmiştir. Killgore ve Gogel (2014) tarafından geliştirilen testte görsel mekansal beceriler değerlendirilmektedir. Testte kağıt üzerinde belirli kısımları siyah beyaz boyalı birden altıya kadar numaralandırılmış altı adet küçük kare bulunmaktadır. Kağıdın altında bu küçük karelerin birleştirilmesiyle oluşturulmuş siyah beyaz desenler ve onun altında da içi boş beyaz karelerden oluşan desenler yer almaktadır (Bkz. Ek 3). Katılımcının yapması gereken iki dakika içerisinde en alttaki boş desenlere, yukarıdaki siyah beyaz desenlerdeki küçük karelerden hangisinin gelmesi gerektiğini ilgili karenin numarasını yazarak belirtmektir. Toplamda 56 küçük kare ve bu karelerin oluşturduğu dokuz farklı desen bulunmaktadır. Katılımcının puanı,

doğru yanıtlanan toplam kare sayısı (56) ve toplam desen sayısı (9) olmak üzere iki farklı değer ile hesaplanmıştır. Mevcut araştırmada DOT, görsel mekansal becerileri değerlendirerek sözel olmayan zeka açısından gruplar arasındaki farklılıkları kontrol edebilmek amacıyla kullanılmıştır.

3.2.9. Transkraniyal Doğru Akım Uyarımı (tDAU)

Bu araştırmada tDAU, *neuroConn DC Stimulator (Ilmenau, Almanya)* cihazı ile uygulanmıştır. Taşınabilir cihazın kırmızı renkteki girişine kırmızı, mavi renkteki girişine de mavi kablolar takılır ve bu kabloların diğer ucuna siyah lastik elektrotlar yerleştirilir. Kırmızı renk artı (+) yüklü anot uyarımına, mavi renk de eksi (-) yüklü katot uyarımına işaret eder. Kırmızı kablonun ucundaki elektrot kırmızı sünger içerisine mavi kablonun ucundaki elektrot da mavi sünger içerisine yerleştirilir ve böylece lastik elektrot kafa derisiyle doğrudan temas etmez, yumuşak bir sünger içerisinde kullanılır. Cihazın çeşitli boyutlarda elektrotu bulunmakta olup bu çalışmada 35 cm² boyutlarında elektrotlar kullanılmıştır. Sünger içerisindeki elektrotlar, uygulanacak bölge üzerine yumuşak lastik veya kumaş esnek bantlar ile tutturularak deri altı bir işlem içermeksizin (*non-invasive*) uygulama yapılabilir.

Cihazın çalışma prensibine göre, anodun yerleştirildiği korteks bölgesindeki nöronların depolarizasyon sonucu uyarılabilirlikleri artarken, katodun yerleştirildiği bölgedeki nöronların hiperpolarizasyon sonucu uyarılabilirlikleri azalır. Başka bir ifadeyle anot uygulandığı bölgede aktivasyonu artırma yönünde, katot azaltma yönünde etki eder. Literatürde, tDAU'nun etkisinin uyarım tamamlandıktan saatler ve hatta günler sonra bile devam edebildiğini bildiren araştırmalar bulunmaktadır (Nitsche ve Paulus, 2001; Park ve ark., 2014). Bunun yanında başka bir araştırmada kortikal uyarılabilirliğin uygulama sonrası etkilerini elde edebilmek için 1 mA'da en az üç dakika, 0.6 mA'da ise 5 dakika süren uyarımın gerektiği de belirtilmiştir (Nitsche ve Paulus, 2000). Uyarımın belirli bir süre devam eden bu etkileri dolayısıyla araştırmalarda çevrimdışı (*offline*) yöntem sıklıkla tercih edilmektedir.

Bu tez araştırmasında da tDAU çevrimdışı yöntem ile kullanılmıştır. Yani tDAU uygulaması esnasında katılımcılara herhangi bir test ve görev verilmemiş, uyarımın tamamlanmasını takiben test ve görevlere başlanmıştır. Bu çalışmada çevrimdışı yöntemin tercih edilmesinin bir diğer nedeni de uyarım esnasında katılımcının dikkatinin cihaza, cihazın oluşturduğu kaşıntı ve karıncalanma gibi potansiyel yan etkilere kayarak o esnada tamamlaması gereken göreve odaklanma zorluğu yaşamasının önüne geçmektir. Mevcut araştırmada tDAU katılımcılara Desen Organizasyon Testini tamamlamalarının ardından 20 dakika süreyle uygulanmıştır. Literatürde iki mili amperin bir mili ampere kıyasla daha etkili olduğu gösterildiğinden (Boggio ve ark., 2006; Iyer ve ark., 2005), bu çalışmada 2 mA akım yoğunluğu tercih edilmiştir.

Bu araştırmada tDAU için hedef uyarım bölgeleri *Dorsolateral Prefrontal Korteks* (DLPFK)- *Orbitofrontal Korteks* (OFK) ve *Anterior Temporal Lob* (ATL) olarak belirlenmiş olup elektrotların baş bölgesindeki yerleşim yerleri ile aktif ve sahte uyarım koşullarına göre oluşturulmuş sekiz farklı uyarım grubu Tablo 1’de sunulmuştur. Elektrot yerleşim yerleri için 10-20 EEG sistemi kullanılmış olup sol ve sağ DLPFK için sırasıyla *F3* ve *F4*, sol ve sağ OFK için sırasıyla *Fp1* ve *Fp2*, sol ve sağ ATL için ise sırasıyla *T1* ve *T2* kullanılmıştır. *F3*’ün tespit edilmesinde *Beam F3 Sistemi* programından yararlanılmıştır (Beam ve ark., 2009).

Tablo 1’de grubun isminde sayıdan sonra gelen “A” harfi o grubun gerçek bir uyarım aldığını belirten “Aktif” (*Active*) kelimesinin baş harfiyken “S” harfi ise ilgili grubun gerçek bir uyarım almadığını belirten “Sahte” (*Sham*) kelimesinin baş harfidir.

Tablo 1 *Aktif ve Sahte Uyarım Koşulları ile Grupların Elektrot Yerleşim Düzeni*

Uyarım Grupları	Anot (+) ile Uyarılan Korteks Bölgesi	Katot (-) ile Uyarılan Korteks Bölgesi
1A Grubu	Sol DLPFK	Sağ OFK
2A Grubu	Sağ OFK	Sol DLPFK
3S Grubu	DLPFK ve OFK için sahte uyarım grubu	
4A Grubu	Sağ DLPFK	Sol OFK
5A Grubu	Sol OFK	Sağ DLPFK
6S Grubu	ATL için sahte uyarım grubu	
7A Grubu	Sağ ATL	Sol ATL
8A Grubu	Sol ATL	Sağ ATL

Not. DLPFK: Dorsolateral Prefrontal Korteks, OFK: Orbitofrontal Korteks, ATL: Anterior Temporal Lob

Tablo 1’de sunulduğu üzere prefrontal kortekste DLPFK, OFK alanları ve ATL’nin sağ ve sol hemisferdeki karşılıkları aktif olarak uyarılmıştır. Ayrıca hem DLPFK ve OFK alanları için hem de ATL alanı için iki farklı sahte uyarım koşulu bulunmaktadır. Böylece altı adet aktif uyarım grubu iki adet sahte uyarım grubu olmak üzere sekiz uyarım koşulu bulunmaktadır.

3.2.9.1. Yan Etkiler Anketi

Uyarımın tamamlanmasının hemen ardından katılımcılara tDAU’ya bağlı herhangi bir yan etki yaşayıp yaşamadığını dörtlü likert üzerinden derecelendirerek belirtmesinin istendiği kısa bir anket uygulanmıştır (Bkz. Ek 4). Villamar ve arkadaşları (2013) tarafından geliştirilen ankette baş, boyun, kafa derisinde ağrı, kafa derisinde yanma, karıncalanma hissi, deride kızamık/kızarma, uyku hali, dikkati toplamada sorunlar, akut duygu durumu değişimi ve varsa başka yan etkilerin şiddeti (1: yok, 4: şiddetli) puanlanmaktadır.

3.2.10. Görgü Tanıklığında Bellek Performansının Değerlendirilmesi

3.2.10.1. Olay Videosu

20 dakika süren tDAU uygulamasının tamamlanmasının ardından görgü tanıklığında bellek performansını değerlendirmek için katılımcılara bilgisayar ekranından bir dükkanda gerçekleşen silahlı soygun olayının videosu izletilmiştir. Bu tez araştırması kapsamında deneyci tarafından hazırlanan olay videosu bir güvenlik kamerası görüntüsüne benzetilmiş olup sessiz ve detayların anlaşılabilmesi için renkli bir videodur. Videodaki olay gerçek bir suçun kaydı olmamakla birlikte, bir tuhafiyeye dükkanında içeriye giren silahlı, soyguncu kılığındaki biri ile dükkandaki bir müşteriyi, dükkanda tezgahın arkasında duran dükkan sahibini ve daha sonrasında soyguncunun kaçmasına yardım eden suç ortağını içermektedir.

Videonun başında siyah ekranda beyaz renkle aşağıdaki yönerge belirmiştir.

*“Birazdan bir soygun olayının video görüntülerini izleyeceksiniz. Bu tür olayların adli sürecinde bazen **sadece** görgü tanıklarının ifadeleri **kanıt** olabilmektedir. Yanlış tanıklıklar sonucunda **dünyada birçok masum kişinin cezalandırıldığı bilinen bir gerçektir**. Yanlış görgü tanıklığı sonucu ortaya çıkabilecek geri dönüşü olmayan hatalardan dolayı tanıkların ne kadar doğru hatırlayabileceğini tespit etmek oldukça önemlidir. Sonuç olarak sizlerden topladığımız bu veriler hayati öneme sahiptir.*

Bu nedenle sizlerden ricamız videoyu dikkatle izleyip, olayla ilgili sorulara hatırlayabildiğiniz şekilde en doğru yanıtı vermenizdir.”

Yönergenin ardından ekrana önce dükkanın içerisindeki bir kameradan soygun anını gösteren görüntüler gelir ardından da bir yol kenarından kaydedilmiş olan hırsızın bir suç ortağından da yardım alarak kaçışını içeren görüntüler gelir. Videonun başındaki yönerge hariç, olay görüntülerinin toplam süresi 90 saniyedir.

3.2.10.2. Olay Sonrası Hatırlamanın Değerlendirilmesi

Olay videosunu izledikten hemen sonra katılımcılar videoda gördüklerini anlatmışlardır. Bu aşamada katılımcılara olayla ilgili hiçbir soru sorulmamış ve herhangi bir müdahale edilmeksizin sadece olaya dair doğru hatırladıklarını düşündükleri her bir detayı anlatmaları istenmiştir. Sadece bu aşamada katılımcıların izledikleri olaya dair söyledikleri her bir detayı kayıt altına alabilmek için katılımcıların bilgisi ve onayları dahilinde ses kayıtları alınmıştır. Veri toplama aşamasının sonunda bu ses kayıtları yazıya geçirilmiştir ve her bir katılımcının olayın hemen ardından olaya dair verdikleri bu ifadeler olaydaki detayların doğruluğu, eksik detaylar ve yanlış detaylar üzerinden puanlanmıştır. Buna göre; her doğru detay bir puan olarak değerlendirilmiştir. Katılımcıların olay içeriğiyle ilgili belirtmedikleri detaylar ihmal hataları (*omission errors*) olarak sayılırken, olayda gerçekte olanın dışında verilen yanlış ifadeler de sahte anılar (*commission errors*) olarak değerlendirilmiştir.

3.2.10.3. Tanıma Testi

Hatırlamanın ardından olayla ilgili evet-hayır ve çoktan seçmeli türde soruları içeren bir tanıma testi yapılmıştır. Tanıma testinde katılımcılara sorular araştırmacı tarafından okunmuş ve yanıtı katılımcı sesli olarak söylemiş araştırmacı da yazarak kayda geçirmiştir. Böylece katılımcının soruları yanlış okumasının, bazı soruları atlamasının veya yanlış anlamasının önüne geçilmiştir. Katılımcıların bu teste verdikleri yanıtlarda doğru sayısı ve yanlış sayısı hesaplanmıştır.

3.2.10.4. Fotoğraftan Failin ve Suç Ortağının Teşhisi

Tanıma testinin ardından katılımcı iki farklı fotoğraf dizisinden (*photo lineup*) olaydaki hırsız ve hırsızın suç ortağını teşhis etmiştir. İlk dizide dükkanı soyan hırsız, ikinci dizide videonun devamında görünen arabanın sürücüsü yani hırsızın suç ortağı teşhis edilmiştir. Bunun için bilgisayar ekranında Microsoft PowerPoint programı ile hazırlanmış slaytlar kullanılmıştır. Hırsızın ve suç ortağının teşhisi için iki ayrı slayt hazırlanmıştır. Teşhis slaytları hazırlanırken hedef fotoğrafların (hırsızın ve suç ortağının fotoğrafı) yanı sıra hedef fotoğraftaki kişiye benzeyen dolgu kişilerin fotoğrafları da

sunulmuştur. Bir teşhiste bulunması gereken dolgu fotoğraf sayısının en az beş olması gerektiğine yönelik bilgiler de göz önünde bulundurularak (Wells ve arkadaşları, 2020); slaytlarda biri teşhis edilmesi gereken hedef fotoğraf ve diğerleri karakteristik özellikler açısından hedef fotoğrafa benzeyen beş dolgu kişinin fotoğrafı olmak üzere altı fotoğraf içermiştir. Yani iki farklı teşhis slaytında altışar fotoğraf sunulmuştur. Dolgu kişilerin hedef kişiye benzemesinin nedeni teşhisin güvenilirliğini sağlamaktır. Gerçekte görgü tanıkları bir şüpheliyi teşhis ederken şüphelinin yanında şüphelinin karakteristik özelliklerine benzeyen dolgu kişiler de bulunur. Örneğin tanık faili siyah kısa saçlı biri olarak tarif etmişse fotoğraftan teşhis esnasında kısa siyah saçlı şüphelinin yanında yine kısa siyah saçlı dolgu kişiler bulunur. Böylece tanığın gerçekten failin yüzünü hatırlayıp hatırlamadığı test edilmiş olur. Aksi durumda kısa siyah saçlı olan herkes tanık için fail olabilir.

Mevcut araştırmada dolgu kişilerin fotoğrafları için Ma, Correll ve Wittenbrink'in (2015) Chicago Yüz Veri Tabanından faydalanılmıştır. Bu amaçla veri tabanındaki farklı etnik kökenlere sahip kadın ve erkek yüzleri arasından cinsiyet, ırk, yaş ve yüz özellikleri açısından hedef kişilere benzeyen fotoğraflar elenerek seçilmiştir. Bu fotoğraflardaki kişilerin yüzlerindeki izler, benler, varsa lekeler gibi ayırt edici özellikleri Adobe Photoshop CC 2019 programının 20.0.4 sürümü kullanılarak silinmiş ve hedef fotoğraftan belirgin şekilde farklılaşmamaları sağlanmıştır. Fotoğrafların hepsi siyah beyaz tonlamaya sahip olup arka planları ise düz beyaz renktedir. Fotoğraflar tam karşıdan çekilmiş her iki kulağın görüldüğü, nötr yüz ifadelerinin olduğu biyometrik fotoğraflardır. Teşhis slaytlarında hedef ve dolgu kişilerin fotoğrafları ardışık şekilde teker teker (*sequential lineup*) sunulmuştur. Bunun için her bir fotoğraf beş saniye ekranda kalmış ve fotoğrafların arasında iki saniyelik boş beyaz ekranlar yer almıştır. Katılımcı slaydı izledikten sonra videoda olduğunu düşündüğü kişinin fotoğrafının altındaki numarayı söyleyerek yanıtını vermiş, bu yanıt araştırmacı tarafından kayda geçirilmiştir.

3.2.11. Sıcak ve Soğuk Yönetici İşlevlerin Değerlendirilmesi

Mevcut araştırmada sıcak ve soğuk yönetici işlevleri değerlendirebilmek amacıyla çeşitli test ve görevler uygulanmıştır. Bu başlıkta uygulama sırasına göre bu testlere yer verilecektir. Kolombiya Kart Görevi- sıcak versiyonu, ödül ve cezaya duyarlılıkla ilişkili emosyonel bileşenleri içeren sıcak yönetici işlevi değerlendirmek amacıyla kullanılmıştır. Soğuk yönetici işlevler ise sözel ve sözel olmayan bilişsel işlevlere duyarlı testler ile değerlendirilmiştir. İz Sürme Testi A ve B Formu, Harf-Sayı Dizisi Testi, Delis- Kaplan Yönetici İşlev Sistemi- Desen Akıcılığı Testi, Geri Mekansal Uzam olmak üzere bu dört test emosyonel bileşen içermeyen soğuk yönetici işlevleri değerlendirmek amacıyla kullanılmıştır.

3.2.11.1. Kolombiya Kart Görevi (KKG)- Sıcak Versiyonu

Bilgisayar üzerinden uygulanan kart seçme görevi Figner ve arkadaşları (2009) tarafından geliştirilmiştir. Bu çalışmada sıcak yönetici işlev versiyonu kullanılan görev, ödül arayıcı dürtüsel eğilimin ortaya çıkardığı risk alma davranışını değerlendirmektedir. Görevde toplam 24 tur bulunmakta olup her bir turda ekranda 32 adet kart kapalı şekilde sunulur. Destede kazanç ve kayıp kartları olmak üzere iki tür kart vardır. Amaç olabildiğince çok kazanç kartı çevirerek en yüksek kazanç miktarını sağlamaktır. Çevrilen her kazanç kartı ile katılımcı kazanç kartının değerinde puan kazanır ve aynı tur içerisinde kart çevirmeye devam edebilir. Eğer kayıp kartı çevrilirse, kayıp kartının değerince puan katılımcının o turdaki toplam puanından düşer ve o tur sona ererek bir sonraki tura geçilir.

Her turda ekranın en üst satırında 32 kapalı karttan kaç tanesinin kayıp kartı olduğu (*number of loss cards*), kayıp kartı çekildiğinde kaybedilecek puan miktarı (*loss amount*) ve çevrilen her kazanç kartıyla ne kadar puan kazanılacağı (*gain amount*) bilgisi yer almaktadır. Bu üç değişken turdan tura iki değer arasında değişmekte olup kayıp kartı sayısı 1 veya 3 adet; kayıp miktarı 250 veya 750 puan; kazanç kartı başına kazanma miktarı da 10 veya 30 puan olabilir. Başka bir ifadeyle destede kazanç kartları sayıca çok olmasına rağmen az kazandırır; kayıp kartları ise sayıca az olmasına rağmen çevrildiğinde yüksek bir puan kaybettirerek o turdaki puanı eksi değerlere düşürebilir.

Ayrıca tek bir kayıp kartının çevrilmesiyle o tur sona erer ve bir sonraki tura geçilir. Katılımcılar her turda çevirdikleri kartın kazanç mı yoksa kayıp kartı mı olduğunun geri bildirimini anında alırlar. Katılımcı kazanç kartı seçtiği sürece o turda kart çevirmeye devam edebilir. Ancak çevirdiği her kazanç kartıyla bir sonraki çevireceği kartın kayıp kartı olma olasılığı da artmaktadır. Bu nedenle her turda katılımcı istediği noktada “Kart Çevirmeyi Durdur” ve ardından “Sonraki Tura Devam Et” seçeneğine tıklayarak o turda kazandığı puanları kaydedip bir sonraki tura geçebilir.

Görevin değerlendirdiği ödül ve cezaya duyarlı risk alma davranışının prefrontal korteks ile yakından ilişkili olduğu düşünülmektedir. Görevin soğuk versiyonunda duygusal süreçleri tetiklememek amacıyla katılımcılar hangi kartları çevirecekleri yerine o denemede çevirmek istedikleri kart sayısını belirtmişler ve kazanç-kayıp durumlarını oturum sonunda öğrenmişlerdir (Figner ve ark., 2009). Başka bir ifadeyle görevin sıcak versiyonunun soğuk versiyondan ayrıldığı noktalar; kartların tek tek çevrilmesi ve çevrilen her bir kart ile anında kazanç-kayıp (ödül-ceza) durumuna dair geri bildirimin verilmesidir. Görevin örnek ekran görüntüsü Ek 5’te sunulmuştur.

Bu araştırmada Kolombiya Kart Görevinin sıcak yönetici işlevlere duyarlı versiyonu kullanılmıştır. Soğuk yönetici işlevler ise aşağıda detayları verilen sözel ve sözel olmayan bilişsel işlev testleri ile değerlendirilmiştir.

3.2.11.2. İz Sürme Testi

Kağıt kalem ile uygulanan test iki bölümden oluşmaktadır (Bkz. Ek 6). Her bölümün başında katılımcıya yönerge verildikten sonra katılımcının testi tamamlama süresi süreölçer ile kaydedilerek not alınır. Testin A formunda kağıt üzerinde karışık şekilde yer alan çemberler 1’den 25’e kadar numaralandırılmış olup katılımcının çemberleri 1 numaralı çemberden başlayarak 25’e kadar çizgiler ile birleştirmesi gerekmektedir. Testin B formunda ise bu defa 1’den 13’e kadar sayı ve A’dan İ’ye kadar harfler yine çemberler içerisinde dağınık şekilde yer almaktadır. Bu defa bir sayı bir harf olacak şekilde sayıların küçükten büyüğe harflerin de alfabetik sıra ile birleştirilmesi gerekmektedir. Örneğin: 1-A-2-B-3-C-4-D... Her iki formda da görevi tamamlama süresi kaydedildiğinden testi olabildiğince hızlı ve hatasız bitirmek önemlidir. Testin değerlendirilmesinde görevi

tamamlama süresinin yanında, yapılan hata sayısı da performans açısından dikkate alınır (Reitan ve Wolfson, 1985; Tombaugh, 2004). A formunda sadece sayıları sıralama hatası yapılabilirken, B formunda sayı ve harfleri doğru şekilde (sayılar küçükten büyüğe, harfler alfabetik) sıralamanın yanı sıra sıralamayı yaparken bir sayı bir harf şeklindeki kural setine uygun devam etmede de hata yapılabilmektedir. İki tür hata da kaydedilir.

Testte iyi bir performans gösterebilmek için uyanıklık (*alertness*) ve göreve yönelik odaklanmış bir dikkat gereklidir (Reitan, 1958). Testin ayrıca yönetici işlevlerden sebatlılık, tepki-yanıt ketleme (*response inhibition*) ve bozucu etkiye (interference) yatkınlığı ölçtüğü (Weintraub, 2000: 130); görsel tarama, işlem hızı ve zihinsel esneklik hakkında da bilgi verdiği kaydedilmiştir (Tombaugh, 2004). Testin harf ve sayı farkını kavrama ile ilgili kısmının sol hemisfer lezyonlarına; harf ve sayıların kağıt üzerinde dağınık şekilde bulunmasının mekansal becerilerden ötürü sağ hemisfer lezyonlarına ve son olarak testin B bölümünde dikkatin bir sayı bir harf şeklinde yönlendirilmesi ise sol veya sağ hemisfer fark etmeksizin frontal lezyonlara duyarlı olduğu belirtilmiştir (Reitan, 1958).

3.2.11.3. Delis-Kaplan Yönetici İşlev Sistemi (DKYİS)- Desen Akıcılığı Testi

Delis, Kaplan ve Kramer (2001) tarafından geliştirilen testin üç bölümü bulunmaktadır. Birinci bölüm temel (*basic*), ikinci bölüm filtreleme (*filter*) üçüncü ve son bölüm de değiştirme (*switch*) olarak tanımlanmıştır (Baldo ve ark., 2001). Birinci bölümünde kağıt üzerinde içerisinde beşer adet içi dolu nokta bulunan bitişik kutular vardır. Katılımcının yapması gereken bir dakika süre içerisinde kutulardaki noktaları sadece dört düz çizgi kullanarak birleştirmek ve her kutuda farklı desenler oluşturmaktır. Başka bir ifadeyle kutular arasında birbirini tekrar eden desenler olmamalıdır. Bunu yaparken her çizginin bir nokta ile başlayıp bir nokta ile bitmesine dikkat etmelidir. Yani her çizginin başında ve sonunda bir nokta yer almalıdır. Ayrıca yine her çizginin başka bir çizgi ile bir noktada birleşmesi gereklidir. Testin ikinci bölümünde kutuların içerisinde içi dolu beş noktanın yanında içi boş beş nokta vardır. Bu defa katılımcıdan içi dolu noktaları görmezden gelip sadece içi boş noktaları kullanarak aynı kurallar dahilinde olabildiğince farklı desenler üretmesi istenir. Üçüncü ve son bölümde kutulardaki noktalar

yine ikinci bölümdeki gibidir fakat katılımcının yapması gereken, desenleri üretirken bir boş bir dolu veya bir dolu bir boş noktadan geçerek noktaları birleştirmesi ve yine her defasında farklı desenler üretmesidir (Bkz. Ek 7). Bu son bölümde katılımcı boş veya dolu istediği noktadan başlayabilir. Testin değerlendirilmesinde üç alt bölüm için de kurallara uygun çizilen doğru desenlerin sayısı, kural dışı çizilen hatalı desen sayısı ve perseverasyonu³ gösteren tekrar eden desen sayısı olmak üzere üç puan hesaplanır. Testin üç bölümü de uzamsal açıdan desen akıcılığını ölçmektedir (Shunk, Davis ve Dean, 2006; Swanson, 2005). Akıcılığın yanı sıra ikinci bölüm tepki-yanıt ketleme (response inhibition); üçüncü bölüm de bilişsel esnekliği değerlendirmekte olup testi tamamlamak görsel dikkat, motor hız, set değiştirme ve görsel-algısal becerileri de gerektirmektedir (Swanson, 2005).

3.2.11.4. Harf - Sayı Dizisi Testi

Wechsler Bellek Ölçeği'nin (Wechsler, 1997) alt testlerinden olan harf-sayı dizisi testi çalışma belleğinin yönetici boyutuna duyarlıdır (Weintraub, 2000: 129). Testte katılımcıya karışık sırada harf ve sayılardan oluşan bir dizi okunur. Katılımcıdan karışık sırada okunan bu harf ve sayıları sıralaması istenir. Bu sıralamayı yaparken önce sayıları küçükten büyüğe sonra da harfleri alfabetik olarak sıralaması gerekmektedir. Örneğin katılımcıya “J3N1” okunmuşsa katılımcının ‘13JN’ olarak yanıt vermesi istenir. Testte toplam altı satır ve her bir satırda da dört deneme ile birlikte toplam 24 sıralama görevi bulunmaktadır. Her satır bir önceki satırdaki denemelerden daha fazla sayıda harf ve sayıyı içerir. Dolayısıyla sıralanması gereken öğe sayısı her yeni satırda arttığından görev ilerledikçe zorlaşmaktadır. Doğru yapılan her sıralamada katılımcı bir puan alır ve alınabilecek en yüksek puan 24'tür. Bir satırdaki dört denemenin tamamında başarısız olunması durumunda bir sonraki sıraya geçilmeyerek test bırakılır (Bkz. Ek 8). Bu test ile sözel çalışma belleği değerlendirilmiştir.

³ Perseverasyon (*perseveration*): “Uygun olmadığı belirtildiği halde aynı sözel ya da motor tepkide ısrar etme eğilimi” olarak tanımlanmaktadır (Karakaş, 2017).

3.2.11.5. Mekansal Uzam Testi

Wechsler Bellek Ölçeği alt testlerinden (Wechsler, 1997) mekansal uzam testi görsel mekansal çalışma belleğini değerlendirmektedir. Mekansal uzam testinin ileriye doğru ve geriye doğru olmak üzere iki bölümü vardır. Testte bir tahta blok üzerinde düzensiz sırada yerleştirilmiş 10 adet küp bulunmaktadır. Küpler bir yüzlerinde birden 10'a kadar bir sayıyla numaralandırılmıştır. Test esnasında tahta blokların numaralı yüzleri deneyeceye bakacak şekilde yerleştirilir. Deneyci küplerin üzerindeki numaralardan faydalanarak belirli bir sırada bu küplere dokunur. Katılımcının, ileriye doğru mekansal uzam bölümünde deneycinin dokunduğu sırada küplere dokunması gerekirken, geriye doğru mekansal uzam bölümünde deneycinin en son dokunduğu küpten başlayarak ilk dokunduğu küpe doğru yani tam tersi sırada dokunması gerekir. Her aşamada ikişer dizi bulunmakta olup aşamalar ilerledikçe dizilerin uzunluğu ve dolayısıyla görevin zorluk derecesi artar. Doğru yapılan her dizi ile katılımcı bir puan alır. Katılımcının bir sonraki aşamaya geçebilmesi için her aşamadaki iki diziden en az birini doğru yapması gerekmektedir. Bir aşamadaki her iki dizide de hata yapılması durumunda test sonlandırılır ve katılımcının görsel mekansal menzili doğru yaptığı son dizideki öge sayısı olarak kayda geçirilir. Bu tez araştırmasında sadece mekansal uzam görevinin daha fazla bilişsel yük içeren geriye doğru mekansal uzam bölümü kullanılmıştır. Böylece tDAU'nun etki süresi dolayısıyla daha kısa sürede daha fazla bilişsel yükün etkisi değerlendirilmiştir. Test, görsel mekansal dikkat ve görsel çalışma belleği becerilerine duyarlıdır (Saavalainen ve ark., 2007).

3.2.12. Sözel ve Görsel Bellek Testleri

3.2.12.1. Wechsler Bellek Ölçeği (WBÖ)- Mantıksal Bellek Alt Testi

Wechsler Bellek Ölçeği (Wechsler, 1987) alt testlerinden sözel mantıksal belleğin değerlendirilmesi amacıyla kullanılan testte A ve B hikayesi olmak üzere iki hikaye bulunmakta olup testin anlık hatırlama ile gecikmeli hatırlama olmak üzere iki bölümü bulunmaktadır. Anlık hatırlamayı değerlendirmek için katılımcıya hikayelerden biri

okunur ve ardından bu hikayeyi olabildiğince aynı kelimelerle anlatması istenir. Mevcut araştırmada katılımcıların sözel mantıksal belleğini değerlendirebilmek amacıyla testin sadece A hikayesi, anlık hatırlama koşulunda kullanılmıştır.

3.2.12.2. Wechsler Bellek Ölçeği (WBÖ)- Görsel Üretim Alt Testi

Wechsler Bellek Ölçeği (Wechsler, 1987) alt testlerinden görsel belleği değerlendirmek için kullanılan ölçekte üç adet kart vardır. İlk iki kartta birer tane, üçüncü ve son kartta ise iki adet şekil bulunmaktadır. Şekiller ilk karttan üçüncü karta doğru karmaşıklaşır. Katılımcıya görevin içeriği açıklandıktan sonra, ilk kart 10 saniye süreyle katılımcının önüne bırakılır (Brito-Marques, Cabral-Filho ve Miranda, 2012). Bu süre boyunca katılımcıdan kartı incelemesi istenir, süre tamamlandığında kart katılımcının önünden alınır ve katılımcıdan karttaki şekli hatırladığı kadarıyla boş beyaz bir kağıda çizmesi istenir. Bu işlem sırasıyla ikinci ve üçüncü kartlar için de tekrarlanır. Katılımcının çizdiği şekiller içerdiği öğelerin doğruluğuna göre ilk kart için 0-3, ikinci kart için 0-5, üçüncü kart için ise 0-7 arasında puanlandırılır.

3.3. İşlem

Araştırmanın veri toplama aşaması öncesinde etik onay alabilmek amacıyla İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'na başvurulmuştur. Araştırma 2018/1762 dosya numarasıyla etik kurulun 11.01.2019 tarih ve 01 sayılı toplantısında görüşülerek etik yönden uygun bulunmuştur.

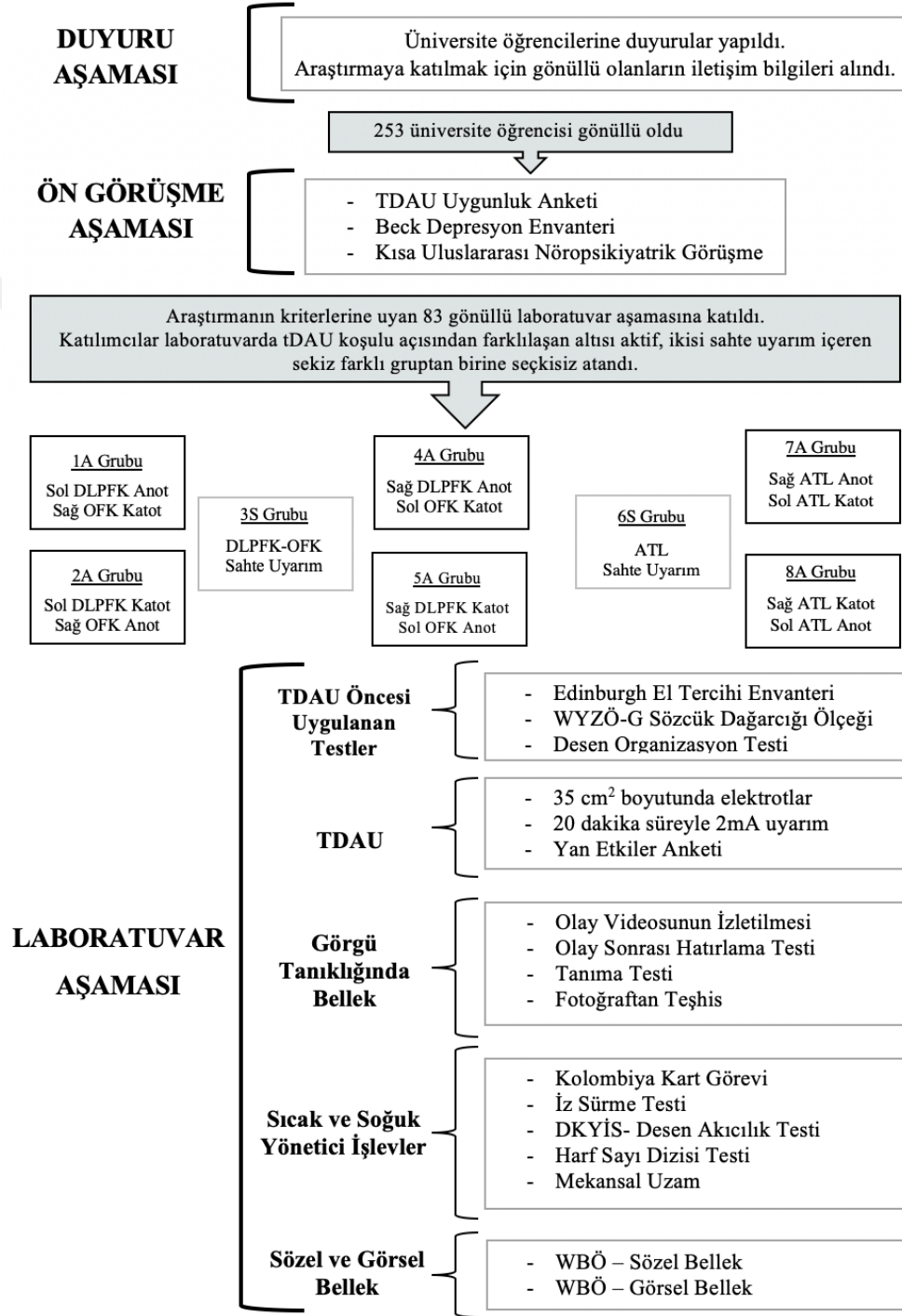
Araştırmanın katılımcılarını belirleyebilmek amacıyla İstanbul'da çeşitli devlet ve vakıf üniversitelerinde öğrencilere duyurular yapılarak araştırma hakkında bilgi verilmiş ve araştırmaya katılmak isteyenlerin isim ve iletişim bilgileri alınmıştır. Her bir katılımcı ile bireysel olarak yapılan ön görüşmelerde katılımcılara tDAU Uygunluk Anketi, Beck Depresyon Envanteri ve Kısa Uluslararası Nöropsikiyatrik Görüşme uygulanarak deneye katılmaya uygun olup olmadıkları değerlendirilmiş ve uygun bulunan katılımcılara laboratuvar randevusu verilmiştir. Laboratuvarda katılımcıya tDAU öncesinde Edinburgh El Tercihi Envanteri ile sözel ve sözel olmayan zekayı değerlendirmek için sırasıyla

WYZÖ-G Sözcük Dağarcığı ve Desen Organizasyon Testi uygulanarak temel düzey ölçümleri alınmıştır. Ardından katılımcının seçkisiz atandığı tDAU uyarım grubu koşuluna göre uyarılacak korteks alanlarının belirlenmesi amacıyla baş bölgesi ölçülmüştür. Katılımcıların aktif veya sahte uyarım gruplarından hangisine atandığını deneyci ve katılımcıların kendileri bilmemektedir. Bu çift körlüğü sağlayabilmek için, katılımcıları deneye alan araştırmacı katılımcıya laboratuvar randevusunu verdikten sonra o günün katılımcı sayısına göre kullanılacak olan cihaz kodları başka bir araştırmacı tarafından sağlanmıştır. Bu kodlar tDAU cihazının aktif mi yoksa sahte mi uyarım vereceğini belirlemektedir. Deneyi yürüten araştırmacı kodların açılımını bilmediğinden deneydeki katılımcıların aktif mi yoksa sahte mi uyarım aldığını bilmeksizin kodu cihaza girmiş ve uygulamayı başlatmıştır.

TDAU, 35 cm² boyutlarında elektrotlar ile 20 dakika süreyle 2 mA akım yoğunluğunda uygulanmış olup uyarım esnasında katılımcılar herhangi bir test veya görev yapmamışlardır. Başka bir ifadeyle uyarım, çevrimdışı yöntem ile uygulanmıştır. Uyarımın tamamlanmasını takiben önce görgü tanıklığında bellek performansını değerlendirebilmek amacıyla olay videosu izletilmiş ve olay ile ilgili hatırlama, tanıma, fotoğraftan teşhis görevleri uygulanmıştır. Ardından sıcak yönetici işlev kapsamında risk alma davranışını değerlendiren Kolombiya Kart Görevi bilgisayar üzerinden uygulanmış ve görevin tamamlanmasını takiben de soğuk yönetici işlevleri değerlendirebilmek amacıyla sırasıyla İz Sürme Testi, DKYİS- Desen Akıcılık Testi, Harf-Sayı Dizisi Testi ve Geri Mekansal Uzam Testi uygulanmıştır. Son olarak sözel mantıksal belleği değerlendiren WBÖ- Mantıksal Bellek A Hikayesi anlık hatırlama koşulu ile görsel belleği değerlendiren WBÖ- Görsel Üretim alt testi uygulanarak oturum sonlandırılmıştır.

Katılımcıların 20 dakikalık tDAU seansının tamamlanmasının ardından tüm görev ve testleri ne kadar sürede tamamladıkları kaydedilmiştir. Bunun için katılımcının deney kağıdına tDAU'nun tamamlandığı andaki saat ve WBÖ- Görsel Bellek Testinin tamamlandığı andaki saat not edilmiştir. Bu kayıtlara göre tüm katılımcıların deney oturumlarının dakika cinsinden ortalaması 73.05 ($SS = 8.97$)'tir. Araştırmanın veri toplama sürecindeki aşamalar Şekil 1'de sunulmuştur.

Şekil 1 Araştırmanın Veri Toplama Aşamaları



Not. Şekilde aktif uyarım grupları 1A, 2A, 4A, 5A, 7A ve 8A siyah çerçeve ile; sahte uyarım grupları 3S ve 6S ise gri çerçeve ile gösterilmiştir.

3.4. Analiz

Bu araştırmanın verileri *IBM SPSS İstatistik Paket Programı (Versiyon: 28.0)* ile analiz edilmiş olup istatistiksel anlamlılık düzeyi .05 olarak kabul edilmiştir.

Analizlerde ilk olarak tüm katılımcıların, yaş, eğitim düzeyi, el tercihi, depresif belirtileri ile sözel ve sözel olmayan zeka düzeyleri ile ilgili tanımlayıcı istatistikleri değerlendirilmiştir. Örneklemdeki kadın ve erkek katılımcılar arasında bu özellikler açısından fark olup olmadığının kontrolü, parametrik test varsayımları karşılandığında eşit olmayan örneklem için *Welch'in T Testi* ile (Bkz. Delacre, Lakens ve Leys, 2017); parametrik test varsayımlarının karşılanmadığı durumda *Mann-Whitney U Testi* ile yapılmıştır. TDAU koşulu açısından farklılaşan deney ve sahte uyarım kontrol gruplarında cinsiyet dağılımının farklı olup olmadığı *Fisher-Freeman-Halton Kesin Testi* ile analiz edilmiştir.

Araştırmanın hipotezleri çerçevesinde, tDAU açısından farklı korteks alanlarının uyarıldığı sekiz grup, uyarılan korteks bölgelerine göre üçlü gruplar halinde incelenmiştir. 3S grubu, prefrontal korteks (DLPFK-OFK) için oluşturulan sahte uyarım grubu olduğundan hem 1A ve 2A gruplarının karşılaştırmasında hem de 4A ve 5A gruplarının karşılaştırmasında kontrol koşulu olarak yer almıştır. 6S grubu ise *Anterior Temporal Lob* (ATL) alanı için oluşturulan sahte uyarım grubu olup 7A ve 8A gruplarının karşılaştırıldığı üçlü grubun kontrol koşulu olarak alınmıştır. Böylece 1A, 2A ve 3S grupları kendi arasında; 4A, 5A ve 3S grupları kendi arasında; 7A, 8A ve 6S grupları da kendi arasında karşılaştırılmıştır. Bulgular başlığındaki üçlü karşılaştırma gruplarının analiz sonuçlarının yer aldığı tablolarda ilk iki sütunda aktif uyarım gruplarına en son da sahte uyarım grubuna yer verilmiş olup Tablo 2'de bu karşılaştırma gruplarının uyarım düzeni sunulmuştur.

Tablo 2 Üçlü Karşılaştırma Grupları

Sol DLPFK için Üçlü Karşılaştırma Grupları	1A Grubu: Sol DLPFK anot, sağ OFK katot aktif uyarım
	2A Grubu: Sol DLPFK katot, sağ OFK anot aktif uyarım
	3S Grubu: DLPFK-OFK için sahte uyarım
Sağ DLPFK için Üçlü Karşılaştırma Grupları	4A Grubu: Sağ DLPFK anot, sol OFK katot aktif uyarım
	5A Grubu: Sağ DLPFK katot, sol OFK anot aktif uyarım
	3S Grubu: DLPFK-OFK için sahte uyarım
Sağ-Sol ATL için Üçlü Karşılaştırma Grupları	7A Grubu: Sağ ATL anot, sol ATL katot aktif uyarım
	8A Grubu: Sağ ATL katot, sol ATL anot aktif uyarım
	6S Grubu: ATL için sahte uyarım

Not: DLPFK: Dorsolateral Prefrontal Korteks, OFK: Orbitofrontal Korteks, ATL: Anterior Temporal Lob

Bu üçlü karşılaştırma grupları arasında katılımcı özellikleri açısından fark olup olmadığı parametrik test varsayımlarının karşılandığı durumda *Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA)* ile varsayımların karşılanmadığı durumda ise *Kruskal-Wallis Testi* ile kontrol edilmiştir. Bu kontrollerde katılımcı özellikleri açısından 1A, 2A ve 3S grupları ile 4A, 5A ve 3S gruplarının kendi aralarında farklılaşmadığı tespit edilmiştir. 7A, 8A ve 6S grupları arasında ise katılımcıların sözel zeka düzeyleri açısından anlamlı bir farklılık tespit edilmiş olup bu grupların karşılaştırıldığı tüm analizlerde katılımcıların sözel zeka puanları *Kovaryans Analizinde (ANCOVA)* ortak değişken (*covariate*) olarak kontrol edilmiştir.

Araştırmanın hipotezlerinin test edildiği analizlerde görgü tanığının bellek doğruluğu, sıcak ve soğuk yönetici işlevler ile genel sözel ve görsel bellek performansları açısından 1A, 2A ve 3S grupları ile 4A, 5A ve 3S gruplarının kendi aralarında karşılaştırılması için parametrik test varsayımlarının karşılandığı durumda *Tek Yönlü ANOVA* aksi durumda ise *Kruskal-Wallis Testi* kullanılmıştır. Görgü tanıklığında olaydaki kişilerin teşhis doğruluğunun gruplar arasındaki kategorik veri analizi için *Fisher-Freeman-Halton Kesin Testi* kullanılmıştır. Gruplarda üçlü karşılaştırma sonucunda

istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık tespit edilmesi halinde ikili karşılaştırmalar için *Tukey* ve *Mann-Whitney U* testleri kullanılmıştır. 7A, 8A ve 6S gruplarının karşılaştırıldığı analizlerde *ANCOVA* ile katılımcıların sözel zeka düzeyleri kontrol edilerek analizler yürütülmüş olup parametrik test varsayımlarının karşılanmadığı durumda ise parametrik olmayan *Quade'nin ANCOVA* testi kullanılmıştır. Üçlü karşılaştırmada anlamlı farklılığın tespit edildiği durumda ikili karşılaştırmalar için *Tukey* testi kullanılmıştır.

Analiz sonuçlarında test istatistiği ve anlamlılık değerinin yanında etki büyüklüğü değerlerine de yer verilmiştir. Bu amaçla *Tek Yönlü ANOVA* ve *ANCOVA* analizlerinde SPSS'in hesapladığı etki büyüklüğü değeri raporlanmıştır. Parametrik test varsayımlarının karşılanmadığı durumda kovaryans analizi için *Quade'nin ANCOVA* testi ile analiz edilen veriler aynı zamanda parametrik *ANCOVA* ile de analiz edilerek karşılaştırılmış ve her iki analizde çıkan test istatistiği, anlamlılık değeri ve etki büyüklüğü değerleri arasında önemli bir farklılık görülmediğinden varsayımların karşılanmadığı değişkenlerde *Quade'nin ANCOVA* testi sonuçları raporlanmıştır. Parametrik olmayan testlerde etki büyüklükleri ise *Kruskal-Wallis Testi* için $\eta^2 = \chi^2 / n - 1$ formülü ile hesaplanırken (Green ve Salkind, 2014; aktaran: Cevahir, 2020: 63); *Mann Whitney U Testi* için ise r etki değeri $r = Z / \sqrt{n}$ formülü ile hesaplanmıştır (Corder ve Foreman, 2009; aktaran: Cevahir, 2020: 41). Etki büyüklükleri, eta kare (η^2) değeri için .01 küçük, .06 orta ve .14 düzeyindeki eta kare büyük etki olarak yorumlanırken; r değeri için .10 küçük, .30 orta ve .50 büyük etki olarak yorumlanmıştır. (Cohen 1992; aktaran Cevahir, 2020: 35).

4. BULGULAR

Bu bölümde ilk olarak katılımcıların demografik özellikleri, depresif belirtileri ve zeka ölçümleri gibi araştırma örnekleminin genel özellikleri ile ilgili istatistik bilgileri sunulmuştur. Ardından araştırmanın soru ve hipotezleri kapsamında üçlü karşılaştırma gruplarının görgü tanıklığında bellek doğruluğu, sıcak ve soğuk yönetici işlevler ile genel sözel ve görsel bellek performansının karşılaştırıldığı analiz sonuçlarına yer verilmiştir.

4.1. Katılımcıların Özellikleri

Tüm Katılımcıların Özellikleri: Mevcut araştırmaya 59 kadın, 24 erkek olmak üzere toplam 83 üniversite öğrencisi katılmıştır. Tüm katılımcıların verisi analiz edilmiştir. Yaşları 18 ila 33 arasında değişen bu katılımcıların yaş ortalaması 20.55 ($SS = 2.48$), eğitim yılı ortalaması 14.49 ($SS = 1.41$)'dur. Bu araştırmada baskın olarak sağ elini kullanan kişiler katılımcı olarak dahil edilmiş olup tüm katılımcıların Edinburgh El Tercihi Envanterinden aldıkları puanların ortalaması 86.69 ($SS = 12.84$); Beck Depresyon Envanterinden aldıkları puanların ortalaması 8.13 ($SS = 4.02$)'tür.

Katılımcılar araştırmanın deney koşullarına seçkisiz şekilde atanmış olup gruplar arasında katılımcıların sözel ve sözel olmayan zeka düzeyleri açısından bir farklılık olup olmadığını kontrol edebilmek amacıyla tDAU öncesi temel düzey ölçüm olarak sırasıyla WYZÖ-G Sözcük Dağarcığı ve DOT uygulanmıştır. Tüm katılımcıların WYZÖ-G Sözcük Dağarcığı alt ölçeği puan ortalaması 58.95 ($SS = 5.41$); DOT doğru desen ortalaması 6.49 ($SS = 1.37$); doğru kare ortalaması 40.88 ($SS = 8.85$)'dir.

Tüm Katılımcıların Cinsiyete Göre Özellikleri: Kadın ve erkek katılımcıların demografik, depresif belirtiler, el tercihi ve zeka ölçümlerinin ortalamaları karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmanın sonuçlarına göre cinsiyetler arasında yaş, eğitim düzeyi, depresif belirtiler, el tercihi, DOT doğru desen ve doğru kare ortalamaları arasında anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Buna karşın kadın ve erkek katılımcılar arasında

WYZÖ-G Sözcük Dağarcığı puan ortalamalarının anlamlı şekilde farklılaştığı görülmüştür (Bkz. Tablo 3). Kadın ve erkek katılımcıların WYZÖ-G Sözcük Dağarcığı puan ortalamaları incelendiğinde kadınların sözel zeka puan ortalamalarının erkeklere kıyasla daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Tüm katılımcıların cinsiyete göre yaş, eğitim düzeyi, BDE, Edinburgh El Tercihi, WYZÖ-G Sözcük Dağarcığı ve DOT doğru desen ve doğru kare sayısı ortalama, standart sapma değerleri ile cinsiyetler arası karşılaştırma analizi sonuçları Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3 Katılımcıların Cinsiyete Göre Yaş, Eğitim Düzeyi, Depresif Belirtiler, Sözel ve Sözel Olmayan Zeka Ölçümlerinin Sonuçları

	Kadın (n = 59)	Erkek (n = 24)	Test İstatistik Değeri	p
	Ort. (SS)	Ort. (SS)		
Yaş	20.41 (2.55)	20.92 (2.30)	U = 601	.270
Eğitim Düzeyi	14.31 (1.25)	14.92 (1.69)	t = 2.497	.123
BDE	8.07 (4.32)	8.29 (3.22)	t = .067	.797
Edinburgh El Tercihi	88.22 (11.58)	82.92 (15.12)	t = 2.376	.132
WYZÖ-G Sözcük Dağarcığı	60.03* (4.43)	56.29* (6.69)	t = 6.377	.017
DOT- Doğru Desen	6.66 (1.15)	6.08 (1.77)	U = 590.5	.222
DOT- Doğru Kare	41.47 (8.50)	39.42 (9.69)	t = .825	.369

Not. BDE: Beck Depresyon Envanteri, DOT: Desen Organizasyon Testi, t = Welch'in T Testi, U = Mann Whitney U Testi

Araştırmadaki kadın katılımcı sayısı erkek katılımcı sayısının 2.46 katıdır. Gruplar özelinde de kadın katılımcı sayısı erkek katılımcı sayısından yüksektir. Örneklemdeki kadınların sözel zekalarının erkeklerden yüksek çıkması nedeniyle her bir gruptaki kadın erkek oranının diğer bir gruptakinden farklı olup olmadığı kontrol edilmiştir. Fisher-Freeman-Halton Kesin Testi ile yapılan analizlerde karşılaştırılacak olan üçlü grupların cinsiyet dağılımı açısından anlamlı bir farklılık göstermediği tespit edilmiş olup analiz sonuçlarında 1A, 2A ve 3S grupları için $p = 1.00$; 4A, 5A ve 3S grupları için $p = 1.00$; 7A,

8A ve 6S grupları için $p = 1.00$ değerleri elde edilmiştir. Sekiz uyarım grubundaki kadın ve erkek katılımcı sayıları Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4 Kadın ve Erkek Katılımcı Sayılarının Gruplara Göre Dağılımı

	Kadın ($n = 59$)	Erkek ($n = 24$)	Toplam ($N = 83$)
1A Grubu: Sol DLPFK anot, sağ OFK katot	7	4	11
2A Grubu: Sol DLPFK katot, sağ OFK anot	8	3	11
3S Grubu: DLPFK-OFK sahte uyarım	7	3	10
4A Grubu: Sağ DLPFK anot, sol OFK katot	7	3	10
5A Grubu: Sağ DLPFK katot, sol OFK anot	7	3	10
6S Grubu: ATL sahte uyarım	7	3	10
7A Grubu: Sağ ATL anot, sol ATL katot	8	2	10
8A Grubu: Sağ ATL katot, sol ATL anot	8	3	11

Not. DLPFK: Dorsolateral Prefrontal Korteks, OFK: Orbitofrontal Korteks, ATL: Anterior Temporal Lob

Tüm katılımcılar farklı korteks bölgelerinin aktif veya sahte uyarıldığı sekiz gruba seçkisiz atanmıştır. Bunlardan 1A, 2A, 4A, 5A, 7A ve 8A grupları gerçek uyarımın verildiği aktif gruplarken, 3S ve 6S kontrol koşulu için oluşturulan sahte uyarım grupları olup gerçek bir uyarım almamışlardır. 3S grubu, prefrontal korteks uyarımı için oluşturulan sahte uyarım grubu olup elektrotlar sol ve sağ DLPFK ve OFK alanlarına yerleştirilmesine rağmen katılımcılar aktif bir uyarım almamıştır. Grup 6S ise ATL uyarımı için oluşturulan sahte uyarım grubu olup elektrotlar sol ve sağ ATL alanlarına yerleştirilmesine rağmen katılımcılar aktif bir uyarım almamıştır. Analiz başlığının içeriğinde de belirtildiği üzere bu gruplar hipotezler çerçevesinde üçlü karşılaştırma grupları şeklinde analiz edilmiştir. Katılımcılar gruplara seçkisiz atandığından öncelikle üçlü karşılaştırma gruplarındaki katılımcıların tDAU uygulaması öncesinde alınan demografik, depresif belirti, el tercihi ile sözel ve sözel olmayan zeka düzeylerine dair ölçümleri arasında fark olup olmadığı değerlendirilmiştir.

4.1.1. Üçlü Karşılaştırma Gruplarının Katılımcı Özellikleri Açısından İncelenmesi

4.1.1.1. Sol DLPFK Uyarım Gruplarının Katılımcı Özellikleri Açısından Karşılaştırılması

1A, 2A ve 3S gruplarındaki katılımcıların yaş, eğitim düzeyi, BDE, el tercihi, WYZÖ-G Sözcük Dağırcığı ve DOT doğru desen ve doğru kare sayısı ortalamaları karşılaştırılmış olup analiz sonuçları gruplar arasında demografik, depresif belirtiler, el tercihi ile sözel ve sözel olmayan zeka düzeyleri arasında anlamlı bir fark olmadığını göstermiştir (Bkz. Tablo 5).

Tablo 5 Sol DLPFK Uyarım Gruplarındaki Katılımcıların Yaş, Eğitim Düzeyi, Depresif Belirtiler, Sözel ve Sözel Olmayan Zeka Ölçümlerinin Sonuçları

	1A Grubu Sol DLPFK Anot Sağ OFK Katot (n = 11)	2A Grubu Sol DLPFK Katot Sağ OFK Anot (n= 11)	3S Grubu DLPFK-OFK Sahte Uyarım (n= 10)	Test İstatistik Değeri	p	Etki Büyüklüğü
	Ort. (SS)	Ort. (SS)	Ort. (SS)			
Yaş	20.09 (1.14)	21.45 (4.20)	20.60 (1.51)	H= .285	.867	$\eta^2=.009$
Eğitim Düzeyi	14.50 (0.81)	14.18 (1.17)	14.60 (1.43)	H= 1.443	.486	$\eta^2=.047$
BDE	9.45 (3.30)	8.73 (3.00)	8.50 (4.04)	F= .223	.802	$\eta^2=.015$
Edinburgh El Tercihi	90.15 (13.34)	83.78 (15.44)	88.33 (13.15)	H= 1.247	.536	$\eta^2=.040$
WYZÖ-G Sözcük D.	59.09 (7.06)	59.55 (3.96)	58.80 (7.97)	H= .079	.961	$\eta^2=.003$
DOT- Doğru Desen	6.36 (1.29)	6.27 (1.01)	6.30 (0.68)	F= .022	.978	$\eta^2=.002$
DOT- Doğru Kare	40.45 (8.71)	37.82 (8.42)	40.20 (5.53)	F= .383	.686	$\eta^2=.026$

Not. DLPFK: Dorsolateral Prefrontal Korteks, OFK: Orbitofrontal Korteks, BDE: Beck Depresyon Envanteri, DOT: Desen Organizasyon Testi, H: Kruskal-Wallis Testi, F: Tek Yönlü ANOVA

4.1.1.2. Sağ DLPFK Uyarım Gruplarının Katılımcı Özellikleri Açısından Karşılaştırılması

4A, 5A ve 3S gruplarındaki katılımcıların yaş, eğitim düzeyi, BDE, el tercihi, WYZÖ-G Sözcük Dağarcığı ve DOT doğru desen ve doğru kare sayısı ortalamaları karşılaştırılmış olup analiz sonuçları gruplar arasında demografik, depresif belirtiler, el tercihi, sözel ve sözel olmayan zeka düzeyleri arasında anlamlı bir fark olmadığını göstermiştir (Bkz. Tablo 6).

Tablo 6 Sağ DLPFK Uyarım Gruplarındaki Katılımcıların Yaş, Eğitim Düzeyi, Depresif Belirtiler, Sözel ve Sözel Olmayan Zeka Ölçümlerinin Sonuçları

	4A Grubu Sağ DLPFK Anot Sol OFK Katot (n= 10)	5A Grubu Sağ DLPFK Katot Sol OFK Anot (n= 10)	3S Grubu DLPFK-OFK Sahte Uyarım (n= 10)	Test İstatistik Değeri	p	Etki Büyükliği
	Ort. (SS)	Ort. (SS)	Ort. (SS)			
Yaş	19.70 (1.42)	20.30 (2.16)	20.60 (1.51)	H= 2.04	.361	$\eta^2=.070$
Eğitim Düzeyi	14.00 (1.25)	14.90 (1.66)	14.60 (1.43)	H= 2.394	.302	$\eta^2=.083$
BDE	8.60 (4.30)	9.40 (4.40)	8.50 (4.04)	F= .135	.874	$\eta^2=.010$
Edinburgh El Tercihi	85.83 (16.69)	92.50 (9.17)	88.33(13.15)	F= .635	.537	$\eta^2=.045$
WYZÖ-G Sözcük D.	59.70 (5.58)	59.00 (6.25)	58.80 (7.97)	F= .050	.951	$\eta^2=.004$
DOT- Doğru Desen	6.80 (1.32)	7.20 (0.79)	6.30 (0.68)	F= 2.170	.134	$\eta^2=.138$
DOT- Doğru Kare	42.90 (7.17)	44.60 (7.11)	40.20 (5.53)	F= 1.114	.343	$\eta^2=.076$

Not. DLPFK: Dorsolateral Prefrontal Korteks, OFK: Orbitofrontal Korteks, BDE: Beck Depresyon Envanteri, DOT: Desen Organizasyon Testi, H: Kruskal-Wallis Testi, F: Tek Yönlü ANOVA

4.1.1.3. ATL Uyarım Gruplarının Katılımcı Özellikleri Açısından

Karşılaştırılması

7A, 8A ve 6S gruplarındaki katılımcıların yaş, eğitim düzeyi, BDE, el tercihi, WYZÖ-G Sözcük Dağarcığı ve DOT doğru desen ve doğru kare ortalamaları karşılaştırılmış olup analiz sonuçları gruplar arasında demografik, depresif belirtiler, el tercihi, DOT doğru desen ve doğru kare sayısı ortalamaları arasında anlamlı bir fark olmadığını göstermiştir (Bkz. Tablo 7). Buna karşın grupların WYZÖ-G Sözcük Dağarcığı puan ortalamaları arasındaki farka yönelik p değerinin anlamlılık seviyesinin sınırında olduğu görülmüştür ($p = .057$). Yapılan ikili karşılaştırma sonuçlarına göre bu farklılığın 7A ve 8A grupları arasında olduğu tespit edildiğinden ($p = .048$) 7A, 8A ve 6S'nin bağımlı değişkenler açısından karşılaştırıldığı analizlerde katılımcıların WYZÖ-G Sözcük Dağarcığı Testinden aldıkları puan ortalamaları ANCOVA ile kontrol edilerek analiz edilmiştir.

Tablo 7 ATL Uyarım Gruplarındaki Katılımcıların Yaş, Eğitim Düzeyi, Depresif Belirtiler, Sözel ve Sözel Olmayan Zeka Ölçümlerinin Sonuçları

	7A Grubu	8A Grubu	6S Grubu			
	Sağ ATL Anot	Sağ ATL Katot	ATL	Test		Etki
	Sol ATL Katot	Sol ATL Anot	Sahte Uyarım	İstatistik	p	Büyükliği
	($n=10$)	($n=11$)	($n=10$)	Değeri		
	Ort. (SS)	Ort. (SS)	Ort. (SS)			
Yaş	20.30 (1.64)	20.27 (1.56)	21.70 (4.11)	H= .279	.870	$\eta^2=.009$
Eğitim Düzeyi	14.50 (1.72)	14.36 (1.21)	14.90 (2.03)	F= .288	.752	$\eta^2=.020$
BDE	7.50 (4.25)	6.09 (4.23)	6.80 (4.54)	F= .277	.760	$\eta^2=.019$
Edinburgh El Tercihi	79.85 (10.01)	85.60 (10.60)	87.50 (12.58)	F= 1.293	.290	$\eta^2=.085$
WYZÖ-G Sözcük Dağarcığı	60.90 (3.70) *	56.64 (3.64) *	58.10 (4.41)	F= 3.169	.057	$\eta^2=.185$
DOT- Doğru Desen	6.90 (0.99)	6.18 (1.54)	6.00 (2.54)	H= 1.321	.517	$\eta^2=.044$
DOT- Doğru Kare	42.70 (8.38)	39.82 (10.91)	39.00 (13.22)	F= .314	.733	$\eta^2=.022$

Not. ATL: Anterior Temporal Lob, BDE: Beck Depresyon Envanteri, DOT: Desen Organizasyon Testi, H: Kruskal-Wallis Testi, F: Tek Yönlü ANOVA, * İkili karşılaştırmada $p = .048$

4.2. Araştırmanın Hipotezlerinin Test Edildiği Analizler

Bu bölümde araştırmanın hipotezleri çerçevesinde üçlü karşılaştırma gruplarının kendi aralarında sırasıyla aşağıdaki test ve görevlerdeki performansları karşılaştırılmıştır.

- Görgü tanıklığında bellek performansına dair verilerin analiz edilmesi: Hipotez 1, 2 ve 3 için yapılan analizler.
- Sıcak yönetici işlevlerden risk almayı değerlendiren Kolombiya Kart Görevi puanlarının analiz edilmesi: Hipotez 4 ve 5 için yapılan analizler.
- Soğuk yönetici işlevleri değerlendiren İz Sürme Testi, DKYİS- Desen Akıcılık Testi, Harf-Sayı Dizisi Testi, Geri Mekansal Uzam Testi sonuçlarının analiz edilmesi: Hipotez 6 ve 7 için yapılan analizler.
- Sözel ve görsel belleği değerlendiren WBÖ Mantıksal Bellek Anlık Hatırlama ve Görsel Yeniden Üretim alt testleri sonuçlarının analiz edilmesi: Hipotez 8, 9 ve 10 için yapılan analizler.

4.2.1. Tanık Belleğinin Üçlü Karşılaştırma Grupları Arasındaki Analizleri

4.2.1.1. Sol DLPFK Uyarım Gruplarının Tanık Belleği Performanslarının Karşılaştırılması

1A, 2A ve 3S gruplarındaki katılımcıların tDAU'nun tamamlanmasının ardından videodan izledikleri olayla ilgili hatırlama ve tanıma testi performansları karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmanın sonuçlarına göre grupların hatırlamada doğruluk ve sahte anılar ile tanıma testi doğru ve yanlış sayısı arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır. Buna karşın grupların hatırlamada ihmal hatası ve toplam hata ortalamaları arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılıklar tespit edilmiş olup bu analiz sonucunda çıkan etki büyüklüğü değerlerinin de yüksek olduğu görülmüştür (Bkz. Tablo 8). Buna göre görgü tanıklığı performansına dair hatırlamada ihmal hatası ile toplam hatadaki değişimin %21-

22'si tDAU uyarım koşuluyla açıklanmaktadır. İkili karşılaştırmalarda ise hatırlama testi ihmal hatası ve toplam hata ortalamalarının 2A grubuna kıyasla, 1A grubunda daha düşük olduğu saptanmıştır. Üç grubun hatırlamada ihmal hatası ortalamalarının azdan çoğa doğru sıralamasının 1A, 3S, 2A şeklinde olması hipotez 1'deki beklentiyi desteklemektedir. Grupların görgü tanıklığı bellek performansı ölçümleri puan ortalamaları ve standart sapma değerleri ile analiz sonuçları Tablo 8'de sunulmuştur.

Tablo 8 Sol DLPFK Uyarım Gruplarındaki Katılımcıların Görgü Tanıklığı Bellek Performansı Sonuçları

	1A Grubu Sol DLPFK Anot Sağ OFK Katot (n= 11) Ort. (SS)	2A Grubu Sol DLPFK Katot Sağ OFK Anot (n= 11) Ort. (SS)	3S Grubu DLPFK-OFK Sahte Uyarım (n= 10) Ort. (SS)	Test İstatistik Değeri	p	Etki Büyüklüğü
Hatırlama doğruluğu	29.18 (5.76)	25.64 (7.41)	25.40 (9.34)	F= .844	.440	$\eta^2 = .055$
Hatırlama ihmal hatası	18.36 (4.32) *	23.55 (3.56) *	21.50 (5.19)	F=3.906	.031	$\eta^2 = .212$
Hatırlamada sahte anılar	2.00 (1.41)	2.55 (2.07)	1.90 (1.97)	H= .787	.675	$\eta^2 = .025$
Hatırlama toplam hata	20.36 (4.48) +	26.09 (4.44) +	23.40 (5.10)	F=4.145	.026	$\eta^2 = .222$
Tanıma testi doğru sayısı	33.45 (3.62)	34.27 (4.78)	32.20 (4.54)	F=.605	.553	$\eta^2 = .040$
Tanıma testi yanlış sayısı	17.73 (3.26)	16.82 (3.49)	17.40 (2.76)	H=.884	.643	$\eta^2 = .029$

Not. DLPFK: Dorsolateral Prefrontal Korteks, OFK: Orbitofrontal Korteks, H: Kruskal-Wallis Testi, F: Tek Yönlü ANOVA, İkili karşılaştırmada * $p = .025$, + $p = .020$

Olaydaki hırsızın ve hırsızın suç ortağının fotoğraftan teşhisindeki doğruluk ile 1A, 2A ve 3S grupları arasında bir ilişki olup olmadığını belirlemek için yapılan *Fisher-Freeman-Halton Kesin Testi* sonuçları gruplar ile hırsızın (iki uçlu $p = .408$) ve hırsızın suç ortağının (iki uçlu $p = .512$) teşhis doğruluğu arasında bir ilişki olmadığını göstermiştir. Buna karşın grupların hırsızın teşhislerindeki doğru sayıları incelendiğinde (Bkz. Tablo 9) doğru teşhis

sayısının en fazladan en aza doğru sıralanması da 1A, 3S ve 2A şeklinde olup bu bulgu hipotez 1 ile uyumlu bir eğilim gösterse de tablonun hücrelerindeki sayıların azlığı göz önünde bulundurulmalıdır. Suç ortağının teşhis doğruluğunda ise hipotez 1'deki beklentinin tersi yönünde, bir taban etkisi görülmüştür.

Tablo 9 Sol DLPFK Uyarım Gruplarındaki Katılımcıların Olaydaki Hırsız ve Hırsızın Suç Ortağını Fotoğraf Dizisinden Teşhislerindeki Doğru ve Yanlış Sayıları

		1A Grubu	2A Grubu	3S Grubu
		Sol DLPFK Anot Sağ OFK Katot (n= 11)	Sol DLPFK Katot Sağ OFK Anot (n= 11)	DLPFK-OFK Sahte Uyarım (n= 10)
Hırsızın Teşhisi	Doğru Teşhis Sayısı	5	2	3
	Yanlış Teşhis Sayısı	6	9	7
Suç Ortağının Teşhisi	Doğru Teşhis Sayısı	0	2	1
	Yanlış Teşhis Sayısı	11	9	9

Not. DLPFK: Dorsolateral Prefrontal Korteks, OFK: Orbitofrontal Korteks

4.2.1.2. Sağ DLPFK Uyarım Gruplarının Tanık Belleği Performanslarının Karşılaştırılması

4A, 5A ve 3S gruplarındaki katılımcıların tDAU'nun tamamlanmasının ardından videodan izledikleri olayla ilgili hatırlama ve tanıma testi performansları karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmanın sonuçlarına göre grupların hatırlama doğruluğu, hatırlamada ihmal hatası, hatırlamada sahte anılar, hatırlama toplam hata sayısı, tanıma testi doğru ve yanlış sayısı ortalamaları arasında anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. Üç grubun görgü tanıklığı bellek performansına dair puan ortalamaları ve standart sapma değerleri ile analiz sonuçları Tablo 10'da sunulmuştur.

Tablo 10 Sağ DLPFK Uyarım Gruplarındaki Katılımcıların Görgü Tanıklığı Bellek Performansı Sonuçları

	4A Grubu	5A Grubu	3S Grubu			
	Sağ DLPFK Anot	Sağ DLPFK Katot	DLPFK-OFK	Test		
	Sol OFK Katot	Sol OFK Anot	Sahte Uyarım	İstatistik	<i>p</i>	Etki
	(<i>n</i> = 10)	(<i>n</i> = 10)	(<i>n</i> = 10)	Değeri		Büyüklüğü
	<i>Ort. (SS)</i>	<i>Ort. (SS)</i>	<i>Ort. (SS)</i>			
Hatırlama doğruluğu	27.50 (7.38)	29.10 (8.36)	25.40 (9.34)	F=.488	.619	$\eta^2=.035$
Hatırlama ihmal hatası	21.10 (3.35)	19.20 (5.88)	21.50 (5.19)	H=1.368	.505	$\eta^2=.047$
Hatırlamada sahte anılar	2.20 (1.55)	2.00 (0.94)	1.90 (1.97)	H=1.375	.503	$\eta^2=.047$
Hatırlama toplam hata	23.30 (3.34)	21.20 (5.83)	23.40 (5.10)	H=1.724	.422	$\eta^2=.059$
Tanıma testi doğru sayısı	34.20 (6.05)	34.70 (3.02)	32.20 (4.54)	F=.791	.464	$\eta^2=.055$
Tanıma testi yanlış sayısı	15.90 (4.15)	16.80 (2.15)	17.40 (2.76)	F=.581	.566	$\eta^2=.041$

Not. DLPFK: Dorsolateral Prefrontal Korteks, OFK: Orbitofrontal Korteks, H: Kruskal-Wallis Testi, F: Tek Yönlü ANOVA

Tablo 10'daki grup ortalamaları incelendiğinde 5A grubunun hatırlama doğruluğu, hatırlamada ihmal hatası, hatırlama toplam hata ve tanıma testi doğru sayısı ortalamasının hipotez 2'deki beklentinin tersi yönünde olduğu yani 5A'nın tanık belleği performansı açısından en düşük performansa sahip olması beklenirken performansının yüksek olduğu görülmüştür. Sahte uyarım grubunun ise hatırlamada sahte anılar açısından az bir farkla aktif uyarım gruplarından daha iyi olduğu görülmektedir. Buna karşın görgü tanıklığında bellek performansının iyiliğine işaret eden tanıma testi hata ortalamasının düşüklüğü açısından 4A grubu beklenen şekilde en düşük ortalama sahip olsa da bu sonuçların istatistiksel açıdan anlamsız ve etki büyüklüklerinin de küçük olduğu göz önünde bulundurulmalıdır.

Olaydaki hırsızın ve hırsızın suç ortağının fotoğraftan teşhisindeki doğruluk ile 4A, 5A ve 3S grupları arasında bir ilişki olup olmadığını belirlemek için Fisher-Freeman-Halton Kesin Testi kullanılmıştır. Analiz sonuçları gruplar ile hırsızın (iki uçlu $p = .534$) ve suç ortağının (iki uçlu $p = 1.00$) teşhis doğruluğu arasında bir ilişki olmadığını göstermiş olup bu bulgu hipotez 2'deki beklentiyle uyumlu değildir. Suç ortağının teşhisinde taban etkisinin olduğu gözlenmiş olup grupların teşhislerindeki doğru ve yanlış sayıları Tablo 11'de sunulmuştur.

Tablo 11 Sağ DLPFK Uyarım Gruplarındaki Katılımcıların Olaydaki Hırsız ve Hırsızın Suç Ortağını Fotoğraf Dizisinden Teşhislerindeki Doğru ve Yanlış Sayıları

		4A Grubu Sağ DLPFK Anot Sol OFK Katot ($n = 10$)	5A Grubu Sağ DLPFK Katot Sol OFK Anot ($n = 10$)	3S Grubu DLPFK-OFK Sahte Uyarım ($n = 10$)
Hırsızın Teşhisi	Doğru Teşhis Sayısı	6	5	3
	Yanlış Teşhis Sayısı	4	5	7
Suç Ortağının Teşhisi	Doğru Teşhis Sayısı	2	1	1
	Yanlış Teşhis Sayısı	8	9	9

Not. DLPFK: Dorsolateral Prefrontal Korteks, OFK: Orbitofrontal Korteks

4.2.1.3. ATL Uyarım Gruplarının Tanık Belleği Performanslarının

Karşılaştırılması

7A, 8A ve 6S gruplarındaki katılımcıların tDAU'nun tamamlanmasının ardından videodan izledikleri olayla ilgili hatırlama ve tanıma testi performans ortalamaları karşılaştırılmıştır. Katılımcıların sözel zeka puan ortalamaları arasında anlamlılığa yakın bir farklılık tespit edildiğinden dolayı bu karşılaştırmada katılımcıların WYZÖ-G Sözcük Dağılımı puanları kontrol edilerek analizler yürütülmüştür. Bu karşılaştırmaların sonuçlarına göre gruplar arasında anlamlı bir farklılık saptanmamış olup hipotez 3 desteklenmemiştir. Üç grubun testlerdeki ortalamaları incelendiğinde de hatırlama doğruluğunun hipotez 3'te beklenen şekilde 7A grubunda daha yüksek olduğu görülse de diğer puanlarda tutarlı bir eğilim görülmemektedir. Katılımcıların puan ortalamaları ve standart sapma değerleri ile analiz sonuçları Tablo 12'de sunulmuştur.

Tablo 12 ATL Uyarım Gruplarındaki Katılımcıların Görgü Tanıklığı Bellek Performansı Sonuçları

	7A Grubu Sağ ATL Anot Sol ATL Katot (n= 10) Ort. (SS)	8A Grubu Sağ ATL Katot Sol ATL Anot (n= 11) Ort. (SS)	6S Grubu ATL Sahte Uyarım (n= 10) Ort. (SS)	Test İstatistik Değeri	p	Etki Büyükliği
Hatırlama doğruluğu	27.20 (5.94)	24.82 (5.00)	26.30 (6.82)	F= .168 ⁺	.846	$\eta^2 = .012$
Hatırlama ihmal hatası	20.80 (3.52)	22.18 (3.22)	19.90 (4.84)	F= .818 [*]	.452	$\eta^2 = .057$
Hatırlamada sahte anılar	1.90 (2.51)	1.82 (1.08)	1.40 (1.27)	F= .480 ⁺	.624	$\eta^2 = .033$
Hatırlama toplam hata	22.70 (4.45)	24.00 (3.44)	21.30 (4.42)	F= .677 ⁺	.516	$\eta^2 = .046$
Tanım testi doğru sayısı	33.20 (2.82)	34.91 (3.78)	33.30 (4.62)	F= .778 ⁺	.469	$\eta^2 = .053$
Tanım testi yanlış sayısı	17.20 (2.86)	17.18 (4.36)	17.60 (3.13)	F= .085 [*]	.919	$\eta^2 = .006$

Not. ATL: Anterior Temporal Lob, ^{*}Parametrik Kovaryans Analizi, ⁺Quade'nin Kovaryans Analizi

Olaydaki hırsızın ve hırsızın suç ortağının fotoğraftan teşhisindeki doğruluk ile 7A, 8A ve 6S grupları arasında bir ilişki olup olmadığını belirlemek için Fisher-Freeman-Halton Kesin Testi kullanılmıştır. Analiz sonuçları gruplar ile hırsızın (iki uçlu $p = .816$) ve suç ortağının (iki uçlu $p = 1.00$) teşhis doğruluğu arasında bir ilişki olmadığını göstermiş olup hipotez 3 desteklenmemiştir. Grupların teşhislerindeki doğru ve yanlış sayılarının verildiği Tablo 13 incelendiğinde suç ortağının teşhisinde taban etkisinin olduğu görülmektedir.

Tablo 13 ATL Uyarım Gruplarındaki Katılımcıların Olaydaki Hırsız ve Hırsızın Suç Ortağını Fotoğraf Dizisinden Teşhislerindeki Doğru ve Yanlış Sayıları

		7A Grubu	8A Grubu	6S Grubu
		Sağ ATL Anot Sol ATL Katot ($n= 10$)	Sağ ATL Katot Sol ATL Anot ($n= 11$)	ATL Sahte Uyarım ($n= 10$)
Hırsızın Teşhisi	Doğru Teşhis Sayısı	5	4	5
	Yanlış Teşhis Sayısı	5	7	5
Suç Ortağının Teşhisi	Doğru Teşhis Sayısı	0	1	0
	Yanlış Teşhis Sayısı	10	10	10

Not. ATL: Anterior Temporal Lob

Araştırmanın görgü tanıklığı verileriyle ilgili son olarak tüm katılımcıların atandıkları uyarım grubundan bağımsız şekilde hırsız ve suç ortağını teşhis doğrulukları da değerlendirilmiştir. Buna göre 83 katılımcının hırsızın teşhisinde 35 doğru, 48 yanlış teşhis yaptığı tespit edilirken; suç ortağının teşhisinde 7 doğru, 76 yanlış teşhis yaptığı saptanmıştır. Bu sayılara göre tüm katılımcılar arasında hırsızın teşhisindeki doğruluğun %42.17; suç ortağının teşhisindeki doğruluğun ise %8.43 olduğu görülmüştür.

4.2.2. Sıcak ve Soğuk Yönetici İşlevlerin Üçlü Karşılaştırma Grupları Arasındaki Analizleri

4.2.2.1. Sol DLPFK Uyarım Gruplarının Sıcak Yönetici İşlev

Performanslarının Karşılaştırılması

1A, 2A ve 3S gruplarındaki katılımcıların Kolombiya Kart Görevindeki risk alma düzeyini gösteren görev boyunca çevirdikleri kart sayılarının ortalamaları karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmanın sonuçlarına göre grupların risk alma düzeyleri arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır. Bu sonuç hipotez 4'ü desteklememektedir. Buna karşın grupların risk alma puan ortalamaları incelendiğinde 1A grubunun risk alma puanı açısından daha düşük olduğu ve dolayısıyla daha ihtiyatlı davrandığı; ardından sahte uyarım grubu 3S'nin geldiği ve en fazla risk alan grubun ise 2A grubu olduğu görülmekte olup etki büyüklüğünün de orta düzeyde olduğu saptanmıştır (Bkz. Tablo 14). Grup ortalamaları arasındaki bu eğilim hipotez 4 ile uyumlu olsa da ortalamalar arasındaki farklılık istatistiksel açıdan anlamlı değildir. Üç grubun KKG performansını gösteren risk alma puan ortalamaları ve standart sapma değerleri ile grupların karşılaştırıldığı analiz sonuçları Tablo 14'te sunulmuştur.

Tablo 14 Sol DLPFK Uyarım Gruplarındaki Katılımcıların Kolombiya Kart Göreviyle Değerlendirilen Risk Alma Sonuçları

	1A Grubu	2A Grubu	3S Grubu			
	Sol DLPFK Anot	Sol DLPFK Katot	DLPFK-OFK	Test		
	Sağ OFK Katot	Sağ OFK Anot	Sahte Uyarım	İstatistik	<i>p</i>	Etki
	(<i>n</i> = 11)	(<i>n</i> = 11)	(<i>n</i> = 10)	Değeri		Büyüklüğü
	<i>Ort. (SS)</i>	<i>Ort. (SS)</i>	<i>Ort. (SS)</i>			
KKG- Risk Alma	8.18 (2.92)	10.24 (2.59)	9.32 (2.49)	H=3.779	.151	$\eta^2 = .122$

Not. DLPFK: Dorsolateral Prefrontal Korteks, OFK: Orbitofrontal Korteks, KKG: Kolombiya Kart Görevi, yüksek puan yüksek risk almaya işaret eder, H: Kruskal-Wallis Testi.

4.2.2.2. Sağ DLPFK Uyarım Gruplarının Sıcak Yönetici İşlev

Performanslarının Karşılaştırılması

4A, 5A ve 3S gruplarındaki katılımcıların Kolombiya Kart Görevindeki risk alma düzeyini gösteren görev boyunca çevirdikleri kart sayılarının ortalamaları karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmanın sonuçlarına göre grupların risk alma düzeyleri arasında anlamlı bir fark tespit edilmemiş olup bu bulgu hipotez 5'i desteklememektedir. Analiz sonuçlarının anlamlı bir farklılığı ortaya koymadığı ve etki büyüklüklerinin küçük olduğu göz önünde bulundurularak grup ortalamaları incelendiğinde ise risk alma düzeyinin düşükten yükseğe doğru sıralamasının grup 5A, 3S ve 4A olduğu görülmektedir. Bu sıralamanın hipotez 5'teki beklentinin tam tersi yönünde olduğu görülmüştür. Başka bir ifade ile sağ DLPFK alanının anot ile uyarılabilirliğinin arttırıldığı 4A grubundaki katılımcıların risk alma davranışı beklenen yönde azalmamış; tam tersine katot ile uyarılabilirliğinin azaltıldığı 5A grubuna kıyasla, risk alma düzeylerinin daha fazla olduğu saptanmıştır. Üç grubun Kolombiya Kart Görevi performansını gösteren risk alma puan ortalamaları, standart sapma değerleri ve analiz sonuçları Tablo 15'te sunulmuştur.

Tablo 15 Sağ DLPFK Uyarım Gruplarındaki Katılımcıların Kolombiya Kart Göreviyle Değerlendirilen Risk Alma Sonuçları

	4A Grubu	5A Grubu	3S Grubu			
	Sağ DLPFK Anot	Sağ DLPFK Katot	DLPFK-OFK	Test		Etki
	Sol OFK Katot	Sol OFK Anot	Sahte Uyarım	İstatistik	<i>p</i>	Büyüklüğü
	(<i>n</i> = 10)	(<i>n</i> = 10)	(<i>n</i> = 10)	Değeri		
	<i>Ort. (SS)</i>	<i>Ort. (SS)</i>	<i>Ort. (SS)</i>			
KKG- Risk Alma	9.58 (2.63)	8.91 (2.38)	9.32 (2.49)	F=.183	.834	$\eta^2 = .013$

Not. DLPFK: Dorsolateral Prefrontal Korteks, OFK: Orbitofrontal Korteks, KKG: Kolombiya Kart Görevi, yüksek puan yüksek risk almaya işaret eder, F: Tek Yönlü ANOVA.

4.2.2.3. ATL Uyarım Gruplarının Sıcak Yönetici İşlev Performanslarının

Karşılaştırılması

7A, 8A ve 6S'deki katılımcıların Kolombiya Kart Görevindeki risk alma düzeyini gösteren görev boyunca çevirdikleri kart sayılarının ortalamaları karşılaştırılmıştır. Katılımcıların sözel zeka puan ortalamaları arasında anlamlılığa yakın bir farklılık tespit edildiğinden dolayı bu analiz katılımcıların WYZÖ-G Sözcük Dağarcığı puanları kontrol edilerek yürütülmüştür. Analiz sonucuna göre ATL aktif ve sahte uyarım gruplarının risk alma düzeyleri açısından farklılaşmadığı görülmüştür (Bkz. Tablo 16).

Tablo 16 ATL Uyarım Gruplarındaki Katılımcıların Kolombiya Kart Göreviyle Değerlendirilen Risk Alma Sonuçları

	7A Grubu	8A Grubu	6S Grubu			
	Sağ ATL Anot	Sağ ATL Katot	ATL	Test		Etki
	Sol ATL Katot	Sol ATL Anot	Sahte Uyarım	İstatistik	<i>p</i>	Büyüklüğü
	(<i>n</i> = 10)	(<i>n</i> = 11)	(<i>n</i> = 10)	Değeri		
	<i>Ort. (SS)</i>	<i>Ort. (SS)</i>	<i>Ort. (SS)</i>			
KKG- Risk Alma	9.20 (1.65)	8.94 (2.00)	9.50 (2.50)	F=.060 ⁺	.942	$\eta^2=.004$

Not. ATL: Anterior Temporal Lob, KKG: Kolombiya Kart Görevi, yüksek puan yüksek risk almaya işaret eder, ⁺Quade'nin Kovaryans Analizi

4.2.2.4. Sol DLPFK Uyarım Gruplarının Soğuk Yönetici İşlev

Performanslarının Karşılaştırılması

İz Sürme Testi ve DKYİS- Desen Akıcılık Testi performansları açısından karşılaştırılan 1A, 2A ve 3S grupları arasında anlamlı bir fark tespit edilmemiş olup bu sonuç sol DLPFK alanının anotla uyarılabilirliğinin arttırıldığı 1A grubundaki katılımcıların diğer iki gruba kıyasla soğuk yönetici işlevlerde en iyi performansı göstereceği beklentisini içeren hipotez 6'yı desteklememektedir.

Analiz sonuçlarının istatistiksel açıdan anlamsız ve etki büyüklüklerinin genellikle küçük olmasının yanı sıra grupların testlerden aldıkları puan ortalamalarının da ağırlıklı olarak hipotez 6 ile uyumlu olmadığı görülmektedir (Bkz. Tablo 17). Örneğin; tepki zamanını değerlendiren İz Sürme Testi'nin tamamlama süreleri ile set değiştirme ve ketleyici kontrolü değerlendiren Desen Akıcılık Testinin tüm alt bölümlerindeki doğru desen sayısı ortalamalarına bakıldığında, sahte uyarım grubu 3S'nin en iyi performansı gösterdiği görülürken; yine set değiştirme ve ketleyici kontrolün değerlendirildiği İz Sürme Testi B Formu set kaybı hatası ve Desen Akıcılık Testi birinci bölüm hatalı desen ve üçüncü bölüm tekrarlanan desen hataları açısından da en iyi performansı, hipotez 6'ya göre en kötü performansı göstermesi beklenen 2A grubu göstermiştir. Buna karşın grupların, perseverasyonu değerlendiren Desen Akıcılık Testi ikinci bölümdeki tekrarlama hatası açısından hipotez 6'daki beklentiye uygun bir eğilim gösterdiği ve analiz sonucunda da etki büyüklüğünün orta düzeyde olduğu dikkat çekse de gruplar arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık saptanmamıştır.

Bu sonuçlara göre sol DLPFK alanının anot ile uyarılabilirliğinin arttırılmasının veya katot ile uyarılabilirliğinin baskılanmasının tepki zamanı, set değiştirme ve ketleyici kontrol gibi soğuk yönetici işlevlerde belirgin bir etkisinin saptanmadığı söylenebilir. Grupların her iki test performansına yönelik ortalama ve standart sapma değerleri ile analiz sonuçları Tablo 17'de sunulmuştur.

Tablo 17 Sol DLPFK Uyarım Gruplarındaki Katılımcıların İz Sürme Testi ve Desen Akıcılık Testi Sonuçları

	1A Grubu Sol DLPFK Anot Sağ OFK Katot (n= 11)	2A Grubu Sol DLPFK Katot Sağ OFK Anot (n= 11)	3S Grubu DLPFK-OFK Sahte Uyarım (n= 10)	Test İstatistik Değeri	p	Etki Büyüklüğü
İz Sürme Testi	<i>Ort. (SS)</i>	<i>Ort. (SS)</i>	<i>Ort. (SS)</i>			
A Tamamlama Süresi (sn.)	24.30 (7.82)	23.24 (5.77)	21.37 (4.27)	F=.599	.556	$\eta^2=.040$
A Sıralama Hatası	0.18 (0.41)	0.18 (0.60)	0.10 (0.32)	H=.387	.824	$\eta^2=.012$
B Tamamlama Süresi (sn.)	61.49 (19.97)	61.17 (32.30)	55.24 (11.63)	H=.540	.763	$\eta^2=.017$
B Sıralama Hatası	0.36 (0.51)	0.55 (0.69)	0.40 (0.52)	H=.359	.836	$\eta^2=.012$
B Set Kaybı Hatası	0.18 (0.41)	0.00 (0.00)	0.20 (0.63)	H=1.967	.374	$\eta^2=.063$
Desen Akıcılık						
<u>1. Bölüm</u>						
Doğru Desen	9.73 (3.13)	11.27 (3.93)	11.30 (4.86)	F=.547	.584	$\eta^2=.036$
Hatalı Desen	0.27 (0.65)	0.09 (0.30)	0.20 (0.42)	H=.570	.752	$\eta^2=.018$
Tekrarlanan Desen	2.27 (3.85)	3.09 (3.36)	2.50 (3.50)	H=2.37	.306	$\eta^2=.076$
<u>2. Bölüm</u>						
Doğru Desen	11.36 (2.91)	11.91 (4.04)	12.90 (4.01)	F=.466	.632	$\eta^2=.031$
Hatalı Desen	0.91 (1.45)	0.64 (1.29)	0.40 (0.70)	H=.401	.818	$\eta^2=.013$
Tekrarlanan Desen	3.36 (4.43)	5.27 (3.04)	3.80 (4.39)	H=4.13	.127	$\eta^2=.133$
<u>3. Bölüm</u>						
Doğru Desen	8.55 (1.70)	9.09 (2.34)	9.80 (1.75)	H=2.08	.354	$\eta^2=.067$
Hatalı Desen	1.55 (1.21)	1.55 (2.02)	1.20 (1.62)	H=1.01	.604	$\eta^2=.032$
Tekrarlanan Desen	1.73 (1.68)	1.00 (1.55)	1.40 (1.27)	H=1.81	.404	$\eta^2=.058$
<u>Toplam</u>						
Doğru Desen	29.64 (5.41)	32.27 (8.73)	34.00 (8.31)	F=.882	.425	$\eta^2=.057$
Hatalı Desen	2.73 (1.27)	2.27 (2.76)	1.80 (1.40)	H=4.17	.125	$\eta^2=.134$
Tekrarlanan Desen	7.36 (9.09)	9.36 (5.37)	7.70 (8.22)	H=3.67	.160	$\eta^2=.118$

Not. DLPFK: Dorsolateral Prefrontal Korteks, OFK: Orbitofrontal Korteks, F: Tek Yönlü ANOVA, H: Kruskal-Wallis Testi

Sözel çalışma belleğini değerlendiren Harf-Sayı Dizisi Testi ile görsel çalışma belleğini değerlendiren Geri Mekansal Uzam performansları açısından karşılaştırılan 1A, 2A ve 3S grupları arasında her iki testte de toplam doğru sayısı ve en uzun dizi açısından anlamlı bir fark saptanmamış olup hipotez 6 desteklenmemiştir. Analiz sonuçlarının istatistiksel açıdan anlamsız ve etki büyüklüklerinin genellikle küçük olmasının yanı sıra grupların testlerden aldıkları puan ortalamalarının da beklentiyle uyumlu olmadığı görülmektedir (Bkz. Tablo 18). Örneğin Harf-Sayı Dizisi Testi doğru sayısı ortalaması ile Mekansal Uzam Testi en uzun dizi ortalaması açısından en iyi performansı, hipotez 6'ya göre kötü performansı göstermesi beklenen 2A grubu göstermiş olup testlerin gruplar arasındaki puan ortalamaları genel olarak birbirine çok yakındır.

Tablo 18 Sol DLPFK Uyarım Gruplarındaki Katılımcıların Harf-Sayı Dizisi Testi ve Geri Mekansal Uzam Testi Sonuçları

	1A Grubu	2A Grubu	3S Grubu			
	Sol DLPFK Anot	Sol DLPFK Katot	DLPFK-OFK	Test		
	Sağ OFK Katot	Sağ OFK Anot	Sahte Uyarım	İstatistik	<i>p</i>	Etki
	(<i>n</i> = 11)	(<i>n</i> = 11)	(<i>n</i> = 10)	Değeri		Büyükliği
	<i>Ort. (SS)</i>	<i>Ort. (SS)</i>	<i>Ort. (SS)</i>			
Harf-Sayı Dizisi Doğru Sayısı	15.18 (2.99)	15.73 (3.00)	15.20 (3.71)	F=.099	.906	$\eta^2=.007$
Harf-Sayı Dizisi En Uzun Dizi	5.82 (1.17)	5.82 (0.87)	6.10 (1.29)	H=1.162	.559	$\eta^2=.037$
Geri Mekansal Uzam Doğru Sayısı	8.18 (1.66)	8.36 (2.25)	8.70 (1.49)	H=.598	.741	$\eta^2=.019$
Geri Mekansal Uzam En Uzun Dizi	5.55 (1.04)	5.82 (1.40)	5.80 (0.63)	H=.551	.759	$\eta^2=.018$

Not. DLPFK: Dorsolateral Prefrontal Korteks, OFK: Orbitofrontal Korteks, F: Tek Yönlü ANOVA, H: Kruskal-Wallis Testi

4.2.2.5. Sağ DLPFK Uyarım Gruplarının Soğuk Yönetici İşlev

Performanslarının Karşılaştırılması

İz Sürme Testi ve DKYİS- Desen Akıcılık Testi performansları açısından karşılaştırılan 4A, 5A ve 3S grupları arasında anlamlı bir fark tespit edilmemiş olup bu sonuç sağ DLPFK alanının anotla uyarılabilirliğinin arttırıldığı 4A grubundaki katılımcıların diğer iki gruba kıyasla soğuk yönetici işlevlerde en iyi performansı göstereceği beklentisini içeren hipotez 7'yi desteklememektedir. Analiz sonuçlarının istatistiksel açıdan anlamsız ve etki büyüklüklerinin genellikle küçük olmasının yanı sıra grupların testlerden aldıkları puan ortalamalarının da ağırlıklı olarak beklentiyle uyumlu olmadığı ve belirli bir eğilim içermediği görülmektedir (Bkz. Tablo 19). Örneğin; tepki zamanını değerlendiren İz Sürme Testi'nin tamamlama sürelerinde en iyi performansı, A formu için sahte uyarım grubunun anlamlılığa yakın bir düzeyde büyük bir etki büyüklüğüyle gösterdiği saptanırken; B formu için, hipotez 7'ye göre en kötü performansı göstermesi beklenen 5A grubu göstermiştir. Bunun dışında üç grubun da İz Sürme Testi hata puan ortalamaları ile Desen Akıcılık Testi birinci ve ikinci bölümündeki doğru sayıları ve hata ortalamalarının neredeyse birbirin aynı olduğu görülmüştür. Ayrıca set değiştirme ve ketleyici kontrol gibi soğuk yönetici işlevlere yönelik bilgi veren Desen Akıcılık Testinin üçüncü bölümündeki performans ortalamalarında da sahte uyarım grubu 3S'nin en iyi performansı göstermesi beklentiyle uyumlu değildir.

Bu sonuçlara göre sağ DLPFK alanının anot ile uyarılabilirliğinin arttırılmasının veya katot ile uyarılabilirliğinin baskılanmasının tepki zamanı, set değiştirme ve ketleyici kontrol gibi soğuk yönetici işlevlerde belirgin bir etkisinin bulunmadığı söylenebilir. Üç grubun her iki test performansına yönelik ortalama ve standart sapma değerleri ile analiz sonuçları Tablo 19'da sunulmuştur.

Tablo 19 Sağ DLPFK Uyarım Gruplarındaki Katılımcıların İz Sürme Testi ve Desen Akıcılık Testi Sonuçları

	4A Grubu Sağ DLPFK Anot Sol OFK Katot (n= 10)	5A Grubu Sağ DLPFK Katot Sol OFK Anot (n= 10)	3S Grubu DLPFK-OFK Sahte Uyarım (n= 10)	Test İstatistik Değeri	p	Etki Büyüklüğü
İz Sürme Testi	<i>Ort. (SS)</i>	<i>Ort. (SS)</i>	<i>Ort. (SS)</i>			
A Tamamlama Süresi (sn.)	27.88 (6.14)	24.11 (9.41)	21.37 (4.27)	H=5.050	.080	$\eta^2=.174$
A Sıralama Hatası	0.10 (0.32)	0.10 (0.32)	0.10 (0.32)	H=.000	1.00	$\eta^2=0$
B Tamamlama Süresi (sn.)	61.54 (29.50)	47.66 (15.19)	55.24 (11.63)	F=1.172	.325	$\eta^2=.080$
B Sıralama Hatası	0.40 (0.52)	0.40 (0.97)	0.40 (0.52)	H=.731	.694	$\eta^2=.025$
B Set Kaybı Hatası	0.20 (0.63)	0.00 (0.00)	0.20 (0.63)	H=1.036	.596	$\eta^2=.036$
Desen Akıcılık						
1. Bölüm						
Doğru Desen	11.50 (3.03)	11.90 (3.99)	11.30 (4.86)	F=.058	.944	$\eta^2=.004$
Hatalı Desen	0.10 (0.32)	0.20 (0.42)	0.20 (0.42)	H=.464	.793	$\eta^2=.016$
Tekrarlanan Desen	2.20 (1.87)	2.20 (2.20)	2.50 (3.50)	H=.291	.864	$\eta^2=.010$
2. Bölüm						
Doğru Desen	12.50 (3.03)	12.40 (3.53)	12.90 (4.01)	F=.056	.946	$\eta^2=.004$
Hatalı Desen	0.20 (0.42)	0.40 (0.52)	0.40 (0.70)	H=.877	.645	$\eta^2=.030$
Tekrarlanan Desen	3.00 (2.06)	3.40 (2.72)	3.80 (4.39)	H=.088	.957	$\eta^2=.003$
3. Bölüm						
Doğru Desen	8.20 (2.86)	8.90 (2.77)	9.80 (1.75)	H=2.531	.282	$\eta^2=.087$
Hatalı Desen	1.60 (2.12)	1.80 (2.35)	1.20 (1.62)	H=.557	.757	$\eta^2=.019$
Tekrarlanan Desen	1.50 (1.18)	2.20 (2.35)	1.40 (1.27)	F=.671	.520	$\eta^2=.047$
Toplam						
Doğru Desen	32.20 (7.58)	33.20 (8.72)	34.00 (8.31)	H=.667	.717	$\eta^2=.023$
Hatalı Desen	1.90 (2.33)	2.40 (2.50)	1.80 (1.40)	H=.346	.841	$\eta^2=.012$
Tekrarlanan Desen	6.70 (3.37)	7.80 (6.65)	7.70 (8.22)	H=.268	.875	$\eta^2=.009$

Not. DLPFK: Dorsolateral Prefrontal Korteks, OFK: Orbitofrontal Korteks, H: Kruskal-Wallis Testi, F: Tek Yönlü ANOVA

Sözel çalışma belleğini değerlendiren Harf-Sayı Dizisi Testi performansları açısından karşılaştırıldığında 4A, 5A ve 3S grupları arasında anlamlı bir fark tespit edilmezken, görsel çalışma belleğini değerlendiren Geri Mekansal Uzam Testi toplam doğru sayısı ve en uzun dizi ortalamaları açısından gruplar arasında anlamlı farklılıklar olduğu saptanmıştır. *Mann Whitney U Testi* ile yapılan ikili karşılaştırma sonuçlarına göre 4A ile 5A grupları ve 3S ile 5A grupları arasında hem testteki toplam doğru sayıları hem de en uzun dizi ortalamaları açısından anlamlı farklılıklar olduğu tespit edilmiştir (Bkz. Tablo 20).

İkili karşılaştırmalarda, 4A ve 5A gruplarının karşılaştırıldığı analiz sonuçlarına göre; Geri Mekansal Uzam Testindeki doğru sayısı ($U = 12.00$, $Z = -2.95$, $p = .003$, $r = .660$) ve en uzun dizi ($U = 20.00$, $Z = -2.46$, $p = .014$, $r = .550$) açısından anlamlı şekilde farklılaştığı; 5A'ya kıyasla 4A'nın görsel çalışma belleği performansının daha kötü olduğu saptanmıştır.

3S ve 5A gruplarının karşılaştırıldığı analiz sonuçlarına göre ise Geri Mekansal Uzam Testi doğru sayısı ($U = 25.00$, $Z = -1.999$, $p = .046$, $r = .446$) ve en uzun dizi ($U = 27.00$, $Z = -2.30$, $p = .021$, $r = .514$) açısından anlamlı farklılıklar olduğu tespit edilmiş olup grup 5A'ya kıyasla 3S'nin görsel çalışma belleği performansının daha kötü olduğu görülmüştür.

Grupların ortalamalarının iyiden kötüye doğru sıralanmasının hipotez 7'deki beklentinin tersi yönünde olduğu yani 5A, 3S ve 4A şeklinde sıralandığı saptanmıştır. İstatistiksel açıdan anlamlı olan sonuçlardaki etki büyüklüklerinin yüksekliği de dikkat çekmektedir. Grupların test performansına dair ortalama ve standart sapma değerleri ile analiz sonuçları Tablo 20'de sunulmuştur.

Tablo 20 Sağ DLPFK Uyarım Gruplarındaki Katılımcıların Harf-Sayı Dizisi Testi ve Geri Mekansal Uzam Testi Sonuçları

	4A Grubu Sağ DLPFK Anot Sol OFK Katot (<i>n</i> = 10) <i>Ort. (SS)</i>	5A Grubu Sağ DLPFK Katot Sol OFK Anot (<i>n</i> = 10) <i>Ort. (SS)</i>	3S Grubu DLPFK-OFK Sahte Uyarım (<i>n</i> = 10) <i>Ort. (SS)</i>	Test İstatistik Değeri	<i>p</i>	Etki Büyüklüğü
Harf-Sayı Dizisi Doğru Sayısı	17.10 (3.54)	17.50 (2.01)	15.20 (3.71)	F=1.493	.243	$\eta^2=.100$
Harf-Sayı Dizisi Testi En Uzun Dizi	6.60 (0.52)	6.50 (0.71)	6.10 (1.29)	H=.664	.718	$\eta^2=.023$
Geri Mekansal Uzam Doğru Sayısı	7.50 (1.72) *	9.80 (1.03) * ⁺	8.70 (1.49) ⁺	H=10.05	.007	$\eta^2=.347$
Geri Mekansal Uzam En Uzun Dizi	5.20 (1.14) **	6.40 (0.52) ** [#]	5.80 (0.63) [#]	H=8.57	.014	$\eta^2=.296$

Not. DLPFK: Dorsolateral Prefrontal Korteks, OFK: Orbitofrontal Korteks, * $p = .003$, ** $p = .014$, ⁺ $p = .046$,
[#] $p = .021$, F: Tek Yönlü ANOVA, H: Kruskal-Wallis Testi

4.2.2.6. ATL Uyarım Gruplarının Soğuk Yönetici İşlev Performanslarının Karşılaştırılması

İz Sürme Testi ve DKYİS- Desen Akıcılık Test performansları açısından karşılaştırılan 7A, 8A ve 6S grupları arasında anlamlı bir fark tespit edilmemiş olup üç grubun her iki test performansına yönelik ortalama ve standart sapma değerleri ile analiz sonuçları Tablo 21’de sunulmuştur.

Tablo 21 *ATL Uyarım Gruplarındaki Katılımcıların İz Sürme Testi ve Desen Akıcılık Testi Sonuçları*

	7A Grubu Sağ ATL Anot Sol ATL Katot (n = 10)	8A Grubu Sağ ATL Katot Sol ATL Anot (n = 11)	6S Grubu ATL Sahte Uyarım (n = 10)	Test İstatistik Değeri	p	Etki Büyükliği
İz Sürme Testi	<i>Ort. (SS)</i>	<i>Ort. (SS)</i>	<i>Ort. (SS)</i>			
A Tamamlama Süresi (sn.)	19.58 (4.26)	25.21 (10.19)	20.93 (4.25)	F=1.094 ⁺	.349	$\eta^2 = .072$
A Sıralama Hatası	0.10 (0.32)	0.18 (0.60)	0.30 (0.68)	F=.319 ⁺	.729	$\eta^2 = .022$
B Tamamlama Süresi (sn.)	54.48 (13.48)	53.98 (12.07)	54.44 (20.12)	F=.031 [*]	.969	$\eta^2 = .002$
B Sıralama Hatası	0.20 (0.63)	0.55 (0.69)	0.40 (0.70)	F=.491 ⁺	.617	$\eta^2 = .034$
B Set Kaybı Hatası	0.20 (0.42)	0.18 (0.41)	0.20 (0.42)	F=.020 ⁺	.980	$\eta^2 = .001$
Desen Akıcılık						
1. Bölüm						
Doğru Desen	10.20 (2.78)	11.27 (4.90)	11.80 (3.58)	F=.331 [*]	.721	$\eta^2 = .024$
Hatalı Desen	0.20 (0.42)	0.09 (0.30)	0.00 (0.00)	F=.876 ⁺	.427	$\eta^2 = .059$
Tekrarlanan Desen	1.10 (1.45)	2.64 (3.61)	2.50 (1.96)	F=1.167 ⁺	.326	$\eta^2 = .077$
2. Bölüm						
Doğru Desen	12.30 (3.77)	11.73 (4.15)	12.40 (3.34)	F=.119 [*]	.888	$\eta^2 = .009$
Hatalı Desen	0.30 (0.48)	0.18 (0.41)	0.10 (0.32)	F=.404 ⁺	.671	$\eta^2 = .028$
Tekrarlanan Desen	3.10 (3.21)	4.00 (3.69)	3.50 (3.10)	F=.086 ⁺	.917	$\eta^2 = .006$
3. Bölüm						
Doğru Desen	9.80 (1.32)	8.82 (2.60)	8.80 (3.43)	F=.362 ⁺	.700	$\eta^2 = .025$
Hatalı Desen	1.60 (1.78)	2.00 (1.61)	1.80 (1.23)	F=.093 [*]	.911	$\eta^2 = .007$
Tekrarlanan Desen	1.20 (1.03)	1.27 (1.74)	1.70 (2.16)	F=.225 [*]	.800	$\eta^2 = .016$
Toplam						
Doğru Desen	31.30 (5.70)	31.82 (10.26)	33.00 (8.65)	F=.194 ⁺	.825	$\eta^2 = .014$
Hatalı Desen	2.10 (1.73)	2.27 (1.62)	1.90 (1.20)	F=.158 ⁺	.855	$\eta^2 = .011$
Tekrarlanan Desen	5.40 (4.72)	7.73 (6.89)	7.70 (5.72)	F=.069 ⁺	.933	$\eta^2 = .005$

Not. ATL: Anterior Temporal Lob, ⁺Quade'nin Kovaryans Analizi, ^{*}Parametrik Kovaryans Analizi

Sözel çalışma belleği performansını değerlendiren Harf-Sayı Dizisi Testi performansları karşılaştırıldığında 7A, 8A ve 6S grupları arasında testteki toplam doğru sayısı açısından anlamlı bir farklılık tespit edilmezken, en uzun dizi açısından gruplar arasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmüştür. Tukey testi ile yapılan ikili karşılaştırmada farklılığın 7A ve 8A grupları arasında olduğu saptanmıştır ($p = .037$). Grupların ortalamaları açısından değerlendirildiğinde sağ ATL alanı anot ile uyarılan 7A grubunun aynı alanı katot ile uyarılan 8A grubuna göre sözel çalışma belleği performansı ortalamalarının daha yüksek olduğu görülmüştür. Geri Mekansal Uzam Testindeki toplam doğru sayısı ve en uzun dizi performansları açısından ise grupların farklılaşmadığı tespit edilmiş olup her iki testteki puanlarının ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 22’de sunulmuştur.

Tablo 22 *ATL Uyarım Gruplarındaki Katılımcıların Harf-Sayı Dizisi Testi ve Geri Mekansal Uzam Testi Sonuçları*

	7A Grubu	8A Grubu	6S Grubu			
	Sağ ATL Anot	Sağ ATL Katot	ATL			
	Sol ATL Katot	Sol ATL Anot	Sahte Uyarım	Test	p	Etki
	($n = 10$)	($n = 11$)	($n = 10$)	İstatistik		Büyükliği
	<i>Ort. (SS)</i>	<i>Ort. (SS)</i>	<i>Ort. (SS)</i>	Değeri		
Harf-Sayı Dizisi Testi Doğru Sayısı	17.60 (2.37)	15.36 (3.26)	16.40 (2.46)	$F=1.527^*$	.235	$\eta^2=.102$
Harf-Sayı Dizisi Testi En Uzun Dizi	6.80 (0.42) **	5.73 (1.10) **	6.60 (0.70)	$F=3.889^+$	.032	$\eta^2=.217$
Geri Mekansal Uzam Doğru Sayısı	8.50 (1.27)	7.91 (1.51)	8.40 (1.43)	$F=.264^*$	.770	$\eta^2=.019$
Geri Mekansal Uzam En Uzun Dizi	5.70 (0.68)	5.45 (0.93)	5.70 (0.95)	$F=.248^+$	.782	$\eta^2=.017$

Not. ATL: Anterior Temporal Lob, *Parametrik Kovaryans Analizi, +Quade’nin Kovaryans Analizi. İkili karşılaştırmada ** $p = .037$

4.2.3. Sözel ve Görsel Belleğin Üçlü Karşılaştırma Grupları Arasındaki Analizleri

4.2.3.1. Sol DLPFK Uyarım Gruplarının Sözel ve Görsel Bellek Performanslarının Karşılaştırılması

Sözel mantıksal bellek ve görsel bellek performansları açısından karşılaştırılan 1A, 2A ve 3S grupları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir. Bu bulgu sol DLPFK alanının anot ile uyarılabilirliğinin arttırılmasının hedeflendiği 1A grubundaki katılımcıların diğer iki gruba kıyasla daha iyi sözel ve görsel bellek performansı olacağı beklentisini içeren hipotez 8'i desteklememektedir.

Analiz sonuçlarının istatistiksel açıdan anlamsız ve etki büyüklüklerinin küçük olduğu göz önünde bulundurularak üç grubun test performansına dair ortalamaları da incelenmiştir. Buna göre sahte uyarım grubu 3S'nin en iyi sözel bellek performansına sahip olmasının hipotez 8 ile uyumsuz olduğu görülmüştür. Görsel bellek performansı açısından ise 1A grubunun beklenen şekilde en iyi ortalama sahip olduğu görülse de diğer grupların ortalamaları ile yakın bir performans sergilendiği görülmektedir. Grupların test performansına dair ortalama ve standart sapma değerleri ile analiz sonuçları Tablo 23'te sunulmuştur.

Tablo 23 Sol DLPFK Uyarım Gruplarındaki Katılımcıların WBÖ Sözel ve Görsel Bellek Testlerinin Sonuçları

	1A Grubu	2A Grubu	3S Grubu			
	Sol DLPFK Anot	Sol DLPFK Katot	DLPFK-OFK	Test		Etki
	Sağ OFK Katot	Sağ OFK Anot	Sahte Uyarım	İstatistik	<i>p</i>	Büyüklüğü
	(<i>n</i> = 11)	(<i>n</i> = 11)	(<i>n</i> = 10)	Değeri		
	<i>Ort. (SS)</i>	<i>Ort. (SS)</i>	<i>Ort. (SS)</i>			
WBÖ- Sözel Bellek	13.73 (2.83)	12.82 (2.04)	14.10 (1.52)	H=1.213	.545	$\eta^2=.039$
WBÖ- Görsel Bellek	13.45 (1.81)	13.27 (2.53)	13.00 (2.58)	H=.297	.862	$\eta^2=.01$

Not. DLPFK: Dorsolateral Prefrontal Korteks, OFK: Orbitofrontal Korteks, WBÖ: Wechsler Bellek Ölçeği, H: Kruskal-Wallis Testi

4.2.3.2. Sağ DLPFK Uyarım Gruplarının Sözel ve Görsel Bellek

Performanslarının Karşılaştırılması

Sözel mantıksal bellek ve görsel bellek puan ortalamaları açısından karşılaştırılan 4A, 5A ve 3S grupları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir. Bu bulgu sağ DLPFK alanının anot ile uyarılabilirliğinin arttırılmasının hedeflendiği 4A grubundaki katılımcıların diğer iki gruba kıyasla daha iyi sözel ve görsel bellek performansı göstereceği beklentisini içeren hipotez 9'u desteklememektedir.

Analiz sonuçlarının istatistiksel açıdan anlamsız ve etki büyüklüklerinin küçük olması göz önünde bulundurularak üç grubun test performansına dair ortalamaları da incelenmiştir. Buna göre sözel bellek puan ortalamaları açısından grupların en iyiden kötüye sıralanması 4A, 3S ve 5A şeklinde, beklenen yöndedir. Diğer taraftan görsel bellek açısından sıralamanın 4A, 5A ve 3S şeklinde, beklentiyle uyumsuz olduğu görülmüştür. Grupların test performansına dair ortalama ve standart sapma değerleri ile analiz sonuçları Tablo 24'te sunulmuştur.

Tablo 24 Sağ DLPFK Uyarım Gruplarındaki Katılımcıların WBÖ Sözel ve Görsel Bellek Testlerinin Sonuçları

	4A Grubu Sağ DLPFK Anot Sol OFK Katot (<i>n</i> = 10) <i>Ort. (SS)</i>	5A Grubu Sağ DLPFK Katot Sol OFK Anot (<i>n</i> = 10) <i>Ort. (SS)</i>	3S Grubu DLPFK-OFK Sahte Uyarım (<i>n</i> = 10) <i>Ort. (SS)</i>	Test İstatistik Değeri	<i>p</i>	Etki Büyüklüğü
WBÖ- Sözel Bellek	14.50 (2.84)	13.70 (2.95)	14.10 (1.52)	H= .454	.797	$\eta^2=.016$
WBÖ- Görsel Bellek	14.00 (1.49)	13.20 (2.15)	13.00 (2.58)	H=1.237	.539	$\eta^2=.043$

Not. DLPFK: Dorsolateral Prefrontal Korteks, OFK: Orbitofrontal Korteks, WBÖ: Wechsler Bellek Ölçeği, H: Kruskal-Wallis Testi

4.2.3.3. ATL Uyarım Gruplarının Sözel ve Görsel Bellek Performanslarının Karşılaştırılması

Sözel mantıksal bellek ve görsel bellek puan ortalamaları açısından karşılaştırılan 7A, 8A ve 6S grupları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir. Bu bulgu sağ ATL alanının anot ile uyarılabilirliğinin arttırıldığı 7A grubundaki katılımcıların diğer iki gruba kıyasla daha iyi görsel bellek performansı sergileyeceği; ayrıca sol ATL alanının anot ile uyarılabilirliğinin arttırıldığı 8A grubundaki katılımcıların ise diğer iki gruba kıyasla daha iyi sözel bellek performansı sergileyeceği beklentilerini içeren hipotez 10'u desteklememektedir.

Üç grubun test performansına dair ortalamaları da incelenmiştir. Sözel bellek puan ortalamaları açısından en iyi performansı sahte uyarım grubu 6S gösterirken, en kötü performansı, hipotez 10'a göre en iyi performansı göstermesi beklenen 8A grubu göstermiştir. Buna karşın görsel bellek testi ortalamalarında en yüksek ortalamayı 7A grubunun ardından sahte uyarım grubu 6S ve en düşük ortalamayı da 8A grubu yapmıştır. Bu sıralama hipotez 10'un görsel bellek ile ilgili beklentisiyle tutarlı yönde bir eğilimi gösterse de analiz sonuçları istatistiksel açıdan anlamlı değildir. Grupların test performansına dair ortalama ve standart sapma değerleri ile analiz sonuçları Tablo 25'te sunulmuştur.

Tablo 25 ATL Uyarım Gruplarındaki Katılımcıların WBÖ Sözel Mantıksal Bellek ve WBÖ Görsel Bellek Testi Sonuçları

	7A Grubu Sağ ATL Anot Sol ATL Katot (n = 10) Ort. (SS)	8A Grubu Sağ ATL Katot Sol ATL Anot (n = 11) Ort. (SS)	6S Grubu ATL Sahte Uyarım (n = 10) Ort. (SS)	Test İstatistik Değeri	p	Etki Büyük- lüğü
WBÖ- Mantıksal Sözel Bellek Doğru Sayısı	14.60 (2.22)	13.00 (2.65)	15.20 (3.36)	F= 1.456*	.251	$\eta^2=.097$
WBÖ- Görsel Bellek Puanı	14.40 (0.70)	13.00 (2.19)	13.70 (2.11)	F= .581 ⁺	.566	$\eta^2=.040$

Not. ATL: Anterior Temporal Lob, *Parametrik Kovaryans Analizi, ⁺Quade'nin Kovaryans Analizi

4.3. Uyarım Sonrası Yan Etkiler Anketi Sonuçları

Katılımcılar tDAU seansının hemen ardından yan etkiler anketini dolmuşlardır. Ankette her bir yan etki, *yok* (1), *hafif* (2), *orta* (3) ve *şiddetli* (4) olmak üzere puanlanmıştır. En yaygın yan etkiler, elektrotların yerleştirildiği bölgelerde karıncalanma hissi, elektrot bölgesindeki kafa derisinde yanma hissi ve uyku halidir. Tüm katılımcıların yan etkilerin şiddetinin genellikle hafif ve orta şiddette olduğu görülmektedir (Bkz. Tablo 26).

Tablo 26 Katılımcıların tDAU Sonrası Uygulanan Yan Etki Anketine Verdikleri Yanıtlara Göre Belirttikleri Yan Etki Yüzdeleri

	Yok	Hafif	Orta	Şiddetli
Baş ağrısı	%83.1	%14.5	%2.4	-
Boyun ağrısı	%96.4	%1.2	%2.4	-
Kafa derisinde ağrı	%91.6	%6.0	%2.4	-
Kafa derisinde yanma	%56.6	%34.9	%7.2	%1.2
Karıncalanma hissi	%44.6	%42.2	%12.0	%1.2
Deride kırmızılık/kızarma	%75.9	%20.5	%3.6	-
Uyku hali	%65.1	%28.9	%4.8	%1.2
Dikkati toplamada sorunlar	%90.4	%8.4	%1.2	-
Akut duygu durum değişimi	%94.0	%6.0	-	-

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu araştırmada tDAU'nun görgü tanıklığında bellek, sıcak ve soğuk yönetici işlevler ile sözel ve görsel bellek performansı üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bu amaçla araştırmaya katılmak isteyen gönüllülerin çalışmanın ölçütlerine uygunluğunu belirleyebilmek için tDAU Uygunluk Anketi, BDE ve Kısa Uluslararası Nöropsikiyatrik Görüşme uygulanmıştır. Araştırmanın ölçütlerine uygun bulunan 83 üniversite öğrencisi tek oturumluk laboratuvar aşamasına bireysel olarak katılmıştır. Laboratuvarda tDAU öncesinde katılımcılara el tercihi envanteri ile sözel ve sözel olmayan zekayı değerlendiren testler uygulanmıştır. Ardından katılımcı seçkisiz olarak atandığı uyarım grubunun koşuluna göre prefrontal (DLPFK-OFK) ya da temporal (ATL) kortekse 2 mA yoğunluğunda 20 dakika süreyle aktif veya sahte uyarım almıştır. Uyarımın hemen ardından ise sırasıyla katılımcıların görgü tanıklığında bellek performansı; sıcak yönetici işlev süreci olarak değerlendirilen ödül ve ceza içeren durumlarda risk alma davranışı; soğuk yönetici işlevlerden dikkat, tepki zamanı, set değiştirme, ketleyici kontrol, sözel ve görsel çalışma belleği performansları ve ayrıca sözel ve görsel bellek performansları değerlendirilmiştir.

Araştırmanın verilerini analiz etmek için sekiz farklı uyarım grubu hipotezler çerçevesinde tüm bağımlı değişkenler açısından üçlü karşılaştırma grupları şeklinde analiz edilmiştir. Bunun için sol DLPFK- sağ OFK alanları aktif olarak uyarılan 1A ve 2A grupları ile sahte uyarım grubu 3S kendi arasında; sağ DLPFK- sol OFK alanları aktif olarak uyarılan 4A ve 5A grupları ile sahte uyarım grubu 3S kendi arasında ve son olarak sağ ve sol ATL alanları aktif uyarılan 7A ve 8A grupları ile ATL sahte uyarım grubu 6S kendi arasında karşılaştırılmıştır.

İlk olarak karşılaştırılacak üçlü gruplardaki katılımcılar arasında yaş, eğitim düzeyi, depresif belirtiler, el tercihi, sözel ve sözel olmayan zeka düzeyleri açısından fark olup olmadığına bakılmıştır. Analiz sonuçlarına göre ATL aktif uyarım grupları olan 7A ve 8A arasında katılımcıların sözel zeka düzeyleri açısından anlamlılığa yakın bir farklılık

saptandığı için, ATL uyarım gruplarının karşılaştırıldığı tüm analizlerde katılımcıların sözel zeka puan ortalamaları analize ortak değişken (*covariate*) olarak girilerek kontrol edilmiştir. Diğer gruplar arasında katılımcıların özellikleri ve temel düzey ölçümleri açısından herhangi bir farklılık tespit edilmemiştir.

Görgü Tanıklığında Bellek Bulgularının Değerlendirilmesi

Sol DLPFK uyarım grupları olan 1A, 2A ve 3S gruplarının karşılaştırıldığı analiz sonuçlarına göre; katılımcıların olay sonrası hatırlama testi ihmal hatası ve hatırlama testi toplam hata sayısı ortalamaları açısından gruplar arasında anlamlı farklılıklar olduğu tespit edilmiş olup bu farka ilişkin analizlerdeki etki büyüklüğü değerlerinin yüksekliği de dikkat çekmiştir. Buna göre tDAU'nun uygulandığı bölgenin, katılımcıların tanık belleği performansına dair ihmal hatası ve toplam hata düzeylerine olumlu yönde büyük bir etkisi olduğu söylenebilir. Başka bir ifadeyle, bu etki büyüklüğüne göre görgü tanıklığı görevlerinde katılımcıların olayı hatırlarken yaptıkları ihmal hatalarının ve toplam hataların varyansının %21-22'si tDAU koşuluyla açıklanabilir. Yapılan ikili karşılaştırma sonuçlarına göre üç grup arasındaki bu farkın aktif uyarım grupları olan 1A ve 2A arasında olduğu görülmüştür. Üç grubun olay sonrası hatırlama testindeki ihmal hatası ve toplam hata ortalamaları açısından düşükten yükseğe doğru sıralanması ise 1A, 3S ve 2A şeklinde olduğundan bu sonuç hipotez 1'i desteklemektedir. Başka bir ifadeyle sol DLPFK alanının anotla uyarılabilirliğinin arttırılmasının, görgü tanıklığında bellek performansını hatayı azaltarak iyileştirdiği görülürken; aynı alanın katot ile baskılandığı koşulda daha fazla hataya neden olarak görgü tanıklığında bellek performansını olumsuz yönde etkilediği söylenebilir. Bu sonuç sol DLPFK alanının anotla uyarılabilirliğinin arttırılmasının episodik bellekte iyileşmeyi gösteren literatürdeki diğer araştırmaların bulgularıyla da uyumludur (Gomes ve ark., 2019; Habich ve ark., 2017; Manenti ve ark., 2017; 2020; Sandrini ve ark., 2019). Hatırlama doğruluğu açısından ise grupların ortalamalarının hipotez 1 ile beklenen yönde olduğu ve anlamlı bir farklılık olmamasına rağmen etki büyüklüklerinin orta düzeyde olduğu görülmüştür. Bu sonuç araştırmadaki örneklem

sayısının yetersizliğini düşündürmüş olup bu konuya araştırmanın sınırlılıkları bölümünde detaylı şekilde yer verilmiştir.

Tanıma testi sonuçları açısından 1A, 2A ve 3S grupları arasında anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. TDAU'nun hatırlama performansında ihmal hatasını ve toplam hata sayısını azalttığı görülürken, tanıma testi performansı üzerinde bir etkisinin olmaması, uyarımın etkisinin görev zorluğu ile etkileşimini düşündürmüştür. Hatırlama, tanımaya göre daha fazla bilişsel yük içeren daha zor bir görev olarak tanımlanmaktadır (Craik ve McDowd, 1987). TDAU çalışmalarında uyarımın etkilerinin belirleyicisi olarak görev zorluğunun değerlendirildiği çalışmaların bazıları görev zorluğu arttıkça uyarımın etkisinin tespit edilebilirliğinin de arttığını göstermiştir (Jones ve Berryhil, 2012; Wu ve ark., 2014). Bununla birlikte uyarımın görsel ve motor koordinasyona etkilerinin incelendiği bir çalışmada daha kolay ve daha zor görevlerde uyarımın önemli bir etkisi görülmezken; orta düzey zorluktaki bir görevde uyarımın etkileri saptanmıştır (Kwon ve ark., 2015). Bu bilgilerden hareketle görev zorluğunun belirli bir düzeyde olmasının tDAU'nun etkisini ortaya çıkarabileceği düşünülebilir.

Sağ DLDPFK uyarım grupları olan 4A, 5A ve 3S gruplarının görgü tanıklığında bellek performanslarının karşılaştırıldığı analiz sonuçlarına göre ise gruplar arasında anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. Diğer taraftan grup ortalamaları incelendiğinde; sağ DLDPFK alanı katot ile baskılanan 5A grubunun hatırlama doğruluğu, hatırlamada ihmal hatası ve toplam hata ile tanıma doğruluğu açısından hipotez 2'deki beklentiyle tam tersi şekilde en iyi performansı gösterdiği tespit edilmiştir.

Bu durum ilk olarak akımın kutuplaşmasına bağlı etkiler ile açıklanabilir. Hipotez 2'deki beklenti tDAU'nun anot elektrodunun yerleştirildiği bölgedeki sinir hücrelerinde aktivitenin artması, katot altında ise aktivitenin baskılanması üzerine kuruludur. Jacobson, Koslowsky ve Lavidor'un (2012) tDAU'nun bu kutuplaşmaya bağlı etkilerini inceledikleri meta analizde motor korteksin uyarıldığı çalışmalarda bu etkiye, yani anot altında uyarımda artış katot altında baskılanmaya, sıklıkla rastlandığı belirtilmiştir. Öte yandan motor korteks dışında, bilişsel işlevler ile ilgili bir alana anot elektrodunun yerleştirildiği birçok çalışmada o alanla ilişkili bilişsel görevde ölçülebilir şekilde

performans artışı sağlanırken, katot elektrodunun nadiren ilgili işlevi baskıladığı görülmüştür. Bu durum, bilişsel işlevlerin temelinde karmaşık beyin ağlarının yer alması dolayısıyla katodun baskılayıcı etkisi olarak gösterilen performanstaki olası bozulmaları, başka beyin bölgelerinin telafi etmesiyle açıklanmıştır (Jacobson, Koslowsky ve Lavidor, 2012). Nejati ve arkadaşları (2020) ise sol DLPFK alanının aktivitesini katot ile baskılayarak ketleyici kontrolde düşüş bekledikleri çalışmalarında tam tersi bir etki bulmuşlar ve bunu katot ile sol DLPFK alanını baskılayarak transkallozal nöral bağlantılar yoluyla sağ DLPFK alanının aktivitesini dolaylı olarak arttırmış olabilecekleri ile açıklamışlardır. Yani bir hemisferdeki belirli bir korteks alanının aktivitesinin baskılanması nöral bağlantılar aracılığıyla dolaylı olarak karşı hemisferdeki aynı alanda aktivite artışı sağlayabilir. Bu tez araştırması kapsamında düşünüldüğünde, 5A grubunda sağ DLPFK alanının katot ile baskılanmasına bağlı performansta bir düşüş beklenmesine karşın transkallozal nöral bağlantılar yoluyla sol DLPFK alanında bir aktivasyon artışı sağlanmış olabilir. Bu durum 1A grubundakine benzer daha iyi bir performansla yol açmış olabilir.

Bir diğer açıklama ise beyindeki korteks alanlarının birbiriyle yüksek ilişkiselliği nedeniyle tDAU ile belirli bir bölgenin uyarılması durumunda o bölgeye yakın sinir ağlarının da uyarılıyor oluşudur. 5A grubunda sağ DLPFK alanının katotla uyarılabilirliği baskılanırken, sol OFK alanının anot ile uyarılabilirliği arttırılmaktadır. Sol OFK alanının aynı zamanda sol DLPFK alanına yakınlığı göz önünde bulundurulduğunda 5A grubunda sol DLPFK alanında aktivasyon artışı ile performansta iyileşme sağlanmış olabilir. Buna karşın bu açıklamalar 4A grubunda doğrudan sağ DLPFK alanının anot ile uyarıldığı koşulda neden performansta 5A grubundakine benzer bir eğilim görülmediğini açıklamaz.

Sağ ve sol ATL uyarım grupları 7A, 8A ve 6S'nin karşılaştırıldığı analiz sonuçlarına göre üç grup arasında görgü tanıklığında bellek performansları açısından anlamlı bir farklılık tespit edilmemiş ve hipotez 3 desteklenmemiştir. Grupların ortalamaları incelendiğinde beklenen şekilde sağ ATL alanının anot ile uyarılabilirliğinin arttırıldığı 7A grubunun hatırlama doğruluğu açısından en iyi performansı gösterdiği görülmektedir. Bu, hipotez 3 ile tutarlı bir eğilime işaret eder. Diğer taraftan hatırlama testinin hata

ortalamalarında sahte uyarım grubu 6S, tanıma testinde ise 8A beklentiyle uyumsuz şekilde daha iyi performans göstermişlerdir. Bu tez araştırmasında görgü tanıklığında ATL uyarım grupları açısından anlamlı bir farklılığın bulunmaması; literatürde sağ ATL alanının anot, sol ATL alanının katotla uyarılmasının görsel bellek performansında artışla sonuçlandığı (Chi, Fregni ve Snyder, 2010) ve tersi şekilde sol ATL alanının anot, sağ ATL alanının katot ile uyarılmasının sahte anıları azalttığını gösteren araştırmanın sonuçlarıyla (Boggio ve ark., 2009) uyumlu değildir. Aynı bölgelerin uyarılmasına rağmen, literatürdeki araştırmalar ile mevcut tez araştırmasının bulgularının farklılaşmasının nedenlerinden biri kullanılan görevlere bağlı farklılıklar olabilir. Boggio ve arkadaşları (2009) çalışmalarında bellek hatalarından sahte anıları değerlendirmek için kelime listesi içeren Roediger ve McDermott'un (1995) paradigmasını kullanırken; Chi, Fregni ve Snyder (2010) da aynı paradigmadaki mantığı görsel uyaranlar üzerinden yeniden düzenlenmişler ve yıldız, kare, yuvarlak gibi şekiller kullanmışlardır. Bu tez araştırmasında ise kullanılan görev, görgü tanıklığı kapsamında hazırlanan bir silahlı soygun olayının video kayıdır. Literatürdeki ATL alanının bellek süreçlerine etkisinin incelendiği diğer çalışmalara (Boggio ve ark., 2009; Chi, Fregni ve Snyder, 2010) kıyasla hem gerçek hayat ile bağlantılı bir uyaran olması hem de çok fazla görsel detay içermesi dolayısıyla diğer çalışmalarda kullanılan uyaranlardan farklılaşmaktadır. Ayrıca bahsi geçen çalışmalarda tanıma belleği görevi kullanılırken; mevcut araştırmada hatırlama görevinin ardından tanıma görevi kullanılmıştır. Bu durum aynı zamanda tDAU'nun etkisinin uygulandığı bölgedeki sinir hücrelerinin durumuna bağlı olduğunu da göz önünde bulundurmayı gerektirir. Duruma bağlılık (*state dependency*); tDAU'nun etkisinin uygulandığı bölgedeki sinir hücrelerinin o anki durumuna bağlı olduğunu belirten bir kavramdır. Özellikle motor korteksin uyarıldığı tDAU çalışmalarında kortikal uyarılabilirlik seviyesi çeşitli yöntemlerle ölçülebilirken; bilişsel işlevlerin değerlendirildiği durumda katılımcıların yorgunluk seviyesi, kullanılan göreve dair bilgisi, görev performansına etki edebilecek önceden var olan nöral bağlantılar gibi birçok farklı etken uyarılacak olan nöral ağına başlangıç durumunu etkileyebilir (Tremblay ve ark., 2014). Dolayısıyla mevcut araştırmada ATL alanının uyarıldığı koşulda, literatürdeki

diğer ATL alanını uyaran bellek çalışmalarıyla karşılaştırıldığında gruplar arasında anlamlı bir farklılığın gözlenmemesinin nedeni kullanılan görev ile ilgili olabilir. Diğer taraftan benzer bir duruma 1A, 2A ve 3S gruplarında rastlanmaması da uyarılan korteks bölgesi ve görev etkileşimini düşündürmüştür.

Son olarak hırsızın ve hırsızın suç ortağının fotoğraftan teşhis sonuçlarında da üçlü karşılaştırma gruplarının tamamında anlamlı bir bulgu saptanmamış olup özellikle hırsızın suç ortağının teşhisinde tüm karşılaştırmalarda taban etkisinin gözlenmesi dikkat çekmiştir. Bunun nedenleri olay videosunda hırsızın ve suç ortağının görülme süreleri ile rollerinin farklılığı olabilir. Olayda suç ortağı 14 saniye süreyle arabanın içerisinden görünmekte olup daha pasif bir konumdadır. Başka bir ifadeyle suç ortağı dükkanın soygunu anında görünmez, sadece olay sonrasında hırsızın kaçış anında bir arabayla gelir, araçtan çıkmadan camı açarak hırsızdan cüzdan benzeri bir paketi alır ve hırsız arabanın arka camından aldığı bir ceket ile kılığını değiştirirken suç ortağı arabanın sürücü koltuğunda oturmaya devam eder. Buna karşın olay videosunda hırsızın 24 saniye süreyle farklı açılardan görünmesi ve dükkan soygununu gerçekleştiren olaydaki aktif kişi konumunda olması katılımcıların daha çok dikkatini çekmiş olabilir. Hırsızın ve suç ortağının hem videolarda görünme süreleri hem de olaydaki rolleri gereği aktiflik ve pasifliği hırsızın suç ortağına kıyasla daha çok doğru teşhis edilmesini ve dolayısıyla suç ortağının doğru teşhisinin çok az katılımcı tarafından yapılmasını açıklayabilir.

Teşhis ile ilgili dikkat çeken bir diğer nokta ise uyarım grubu gözetmeksizin tüm katılımcıların sadece %42'sinin hırsız, %8'inin ise suç ortağını doğru teşhis edebilmesidir. Videonun başında katılımcılara verilen yönergede videoyu dikkatle izlemeleri gerektiği uyarısı ve teşhisin olaya dair hatırlama ve tanıma testinin hemen ardından yapıldığı göz önünde bulundurulunca günlük hayattan gerçek bir suç olayının görgü tanığına kıyasla bu araştırmadaki katılımcılar için en iyi koşulların sağlandığı düşünülebilir. Başka bir ifadeyle, günlük hayatta gerçek bir suç olayı öncesinde insanlar birazdan bir suç olayına tanık olacaklarının farkında değildirler. Olay sıklıkla beklenmedik şekilde ortaya çıkar. Olaya dair ilk ifadeler olaydan saatler sonra verilebilir ve günler hatta haftalar sonra olaydaki failer teşhis edilebilir. Dolayısıyla bu tez

araştırmasında en iyi koşullarda bile katılımcıların sadece yarısından azı olaydaki hırsız doğru teşhis edebilmiştir. Bu bulgu görgü tanığının belleğinin güvenilirliğini ortaya koyan literatür ile uyumludur (Berkowitz ve ark., 2022; Loftus, Miller ve Burns, 1978).

Sıcak ve Soğuk Yönetici İşlev Bulgularının Değerlendirilmesi

Sıcak yönetici işlev açısından değerlendirildiğinde; üçlü karşılaştırma gruplarının tamamında Kolombiya Kart Görevi risk alma puan ortalamaları karşılaştırılan gruplar arasında anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir. Bu bulgu hipotez 4 ve 5'i desteklememiştir. Bu durum özellikle DLPFK alanının anotla uyarıldığı gruplarda yukarıdan aşağıya kontrolün arttırılmasına bağlı olarak risk alma davranışı üzerinde uyarımın etkilerinin saptandığı araştırmaların sonuçlarıyla uyumlu değildir (Fecteau ve ark., 2007b; Nejati, Salehinejad ve Nitsche, 2018; Pripfl ve ark., 2013). Diğer taraftan sol ve sağ DLPFK alanının çift taraflı uyarıldığı koşulda riskten kaçınma davranışı tespit edilirken, DLPFK ve OFK alanlarının birlikte uyarıldığı koşulun risk alma üzerinde bir etkisinin olmadığı da saptanmıştır (Fecteau ve ark., 2007a). Araştırmacılar bu durumu DLPFK alanının aktivitesinin her iki hemisferde çift taraflı olarak modülasyonunun, tek taraflı modülasyonuna göre daha büyük bir etki ortaya çıkardığı ve bu etkinin risk alma davranışını azalttığı şeklinde yorumlamışlardır. Benzer bir durum bu tez araştırmasındaki risk alma davranışıyla ilgili bulgular için de geçerli olabilir. Başka bir ifadeyle bu araştırmada da bir hemisferde DLPFK alanı anot (veya katot) ile uyarılırken, karşı hemisferde OFK alanı katot (veya anot) ile uyarılmış olup aslında DLPFK alanı hemisferik açıdan tek taraflı uyarılmıştır. Bu tek taraflı uyarıma bağlı olarak DLPFK alanının aktivitesinde davranış çıktısını değiştirebilecek ölçüde bir aktivite değişikliği yaşanmamış olabilir.

Diğer taraftan gruplar arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık olmamasına rağmen, grup ortalamaları incelendiğinde sol DLPFK uyarım grupları 1A, 2A ve 3S'nin hipotez 4'te beklenen yönde bir eğilim gösterdiği dikkat çekmektedir. Buna göre, sol DLPFK alanının anot ile aktivasyonunun arttırıldığı 1A grubunun daha az risk aldığı

görülürken, aynı alanın katot ile baskılandığı 2A grubundaki daha yüksek puan ortalamaları bu grubun KKG’de daha fazla risk aldığını göstermektedir. Sahte uyarım grubu 3S’nin risk alma puan ortalamalarının ise beklenen şekilde bu iki grubun arasında olduğu görülmektedir. Bu üç grubun ortalamaları arasındaki farklılık anlamlı olmamasına rağmen analiz sonucundaki etki büyüklüğünün orta düzeyde olması mevcut araştırmanın olası bir etkiyi örneklemin azlığına bağlı olarak saptayamadığını düşündürmüştür. Başka bir ifadeyle anlamlılık değeri örneklem büyüklüğünden etkilenmesine karşın etki büyüklüğü örneklem büyüklüğünden etkilenmediği için (Cohen, 1988; aktaran İyilikci, 2020: 140-141); daha büyük bir örneklem ile benzer bir etkinin istatistiksel açıdan anlamlı olarak devam edip etmeyeceği sorusu dikkat çekmektedir.

Soğuk yönetici işlevler açısından değerlendirildiğinde; üçlü karşılaştırma gruplarının tepki zamanı, set değiştirme ve ketleyici kontrol gibi prefrontal korteksle ilişkili üst düzey bilişsel işlevlere yönelik ölçümler sağlayan İz Sürme Testi ve DKYİS-Desen Akıcılık Testi puan ortalamaları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. Bu bulgu görsel dikkat, tepki zamanı, ketleyici kontrol, set değiştirme gibi soğuk yönetici işlevler üzerinde tDAU’nun etkisini gösteren araştırmaların sonuçlarıyla uyumlu değildir (Dinn ve ark., 2016; Doruk ve ark., 2014; Jeon ve Han, 2012; Nejati, Salehinejad ve Nitsche, 2018; Nejati ve ark., 2020).

Grup ortalamaları incelendiğinde sol DLPFK karşılaştırma grupları 1A, 2A ve 3S’nin karşılaştırıldığı durumda sahte uyarım grubu 3S’nin tepki zamanı, ketleyici kontrol ve set değiştirme işlevlerinde diğer iki aktif uyarım grubuyla karşılaştırıldığında daha iyi performans gösterdiği görülmüştür. Buna karşın analiz sonuçlarının anlamsız olmasının yanında etki büyüklüklerinin genellikle küçük olması da grupların performansları arasındaki olası farklılıkların uyarım parametrelerindeki farklılıklar ile açıklanamayacağına işaret eder. Buna karşın İz Sürme Testi B Formundaki Sıralama Hatası ile DKYİS-Desen Akıcılık Testinin birinci ve ikinci bölümündeki tekrarlanan hata ortalamaları açısından grupların hipotez 6 ile tutarlı şekilde sıralandıkları görülmüştür. Özellikle DKYİS-Desen Akıcılık testinin ikinci bölümünde grup ortalamalarının anlamlı bir farklılık göstermemesine rağmen önemli bir etki büyüklüğüyle tekrarlama hata

ortalamalarının 1A grubunda en az, 2A grubunda en fazla olduğu görülmüştür. Bu bulgu sol DLPFK alanının aktivasyonunun arttırılmasının yukarıdan aşağıya kontrolün arttırılmasını sağlayarak kural dışı, tekrarlayıcı, perseveratif hata sayısını azalttığını göstermesi yönüyle işlevsel nöroanatomi açısından tutarlı olsa da grupların ortalamaları arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan anlamlı değildir. Benzer şekilde sağ DLPFK uyarım grupları olan 4A, 5A ve 3S ile sağ ve sol ATL uyarım grupları olan 7A, 8A ve 6S arasında da anlamlı bir farklılık tespit edilememiş ve grupların birbirine yakın benzer performanslar sergilediği görülmüştür. Bu sonuçlar, mevcut araştırma kapsamında tek seanslık tDAU'nun prefrontal kortekse ve temporal loba uygulanmasının tepki zamanı, set değiştirme ve ketleyici kontrol gibi üst düzey soğuk yönetici işlev bileşenlerinde gruplar arasında anlamlı performans değişiklikleri oluşturmadığını göstermektedir.

Grupların çalışma belleği performansları değerlendirildiğinde ise sağ DLPFK uyarım grupları olan 4A, 5A ve 3S'nin görsel çalışma belleği performansları arasında anlamlı farklılıkların olduğu saptanmıştır. Buna göre grup ortalamalarının sıralamasının beklentinin tersi yönünde olduğu görülmüştür. Hipotez 7'ye göre, çalışma belleği görevlerinde sağ DLPFK alanı anotla uyarılan 4A grubunun en iyi performansı göstermesi; aynı alanı katotla baskılanan 5A grubunun en kötü performansı göstermesi beklenmektedir. Fakat sonuçlar, tam tersine, sağ DLPFK aktivasyonunun anot ile arttırıldığı koşuldaki katılımcıların en kötü performansı, aynı alanın katot ile aktivasyonunun azaltıldığı koşuldaki katılımcıların ise en iyi performansı gösterdiğini ortaya koymuştur.

Bu bulgu performanstaki paradoksal artış (*paradoxical funtional facilitation*) olarak adlandırılan ve belirli bir korteks bölgesinin hasar alması ya da aktivitesinin nöromodülasyon teknikleriyle baskılanması durumunda ilgili bölgeye daha uzak olan korteks veya korteks altı yapılar dolayısıyla performansta yaşanan beklenmeyen, paradoksal iyileşme durumuyla açıklanabilir. Baxendale, Thompson ve Duncan'ın (2008) araştırmasında sol ATL alanının ameliyatla çıkarıldığı durumda görsel bellek performansında görülen ilerleme, bu duruma bir örnektir. Hemisferler arasındaki dengeyi sağlayan, birbirlerini baskılayıcı rekabet (Chi, Fregni ve Snyder, 2010) dolayısıyla bir

hemisferdeki lezyon, sağlıklı hemisfer üzerindeki baskılayıcı etkiyi ortadan kaldırabilir. Bu durum bir hemisferdeki lezyon sonrası sağlıklı hemisferin performansında artış ile sonuçlanabilir (Najib ve Pascual-Leone, 2011: 246). Bu araştırma açısından düşünüldüğünde sağ DLPFK alanının aktivitesinin baskılandığı 5A grubunun görsel çalışma belleği performansındaki başarısı, karşı hemisferdeki sol DLPFK alanının aktivitesinin dolaylı olarak artmış olmasıyla açıklanabilir. 5A grubundaki bu benzer duruma yukarıda yer verilen görgü tanıklığında bellek ile ilgili test ortalamalarının eğiliminde de rastlanmıştır. Bu doğrultuda 4A grubunun görsel çalışma belleği görevinde neden daha düşük performans gösterdiği de yine sol DLPFK alanındaki aktivasyonun dolaylı yoldan baskılanmasıyla açıklanabilir. Başka bir ifadeyle 4A grubunda sağ DLPFK alanındaki uyarılabilirliğin anotla arttırılıyor oluşu karşı hemisferdeki sol DLPFK alanındaki aktiviteyi baskılıyor olabilir. Bu durumun sonucu olarak görsel çalışma belleği performansı olumsuz etkileniyor olabilir. Buna rağmen hemisferler arasındaki rekabete dair performanstaki paradoksal artış açıklamalarının neden grup 1A, 2A ve 3S arasında görülmediği de üzerinde düşünülmesi gereken ayrı bir konudur. Bu konuyla ilgili olarak Zivanovic ve arkadaşları (2021) çalışmalarında sol DLPFK alanının uyarılmasının sözel ve görsel çalışma belleği performansına herhangi bir etkisini saptayamamışlardır. Bu etkinin saptanamamasının nedenlerini, anatomik yapısal farklılıklar ve tDAU'ya verilen bireysel tepkilerdeki farklılıkların yanında sağlıklı genç bireylerde sol DLPFK alanının çalışma belleği görevlerini tamamlayabilmek için gerekli olan en uygun seviyedeki aktivasyona sahip olduğu ve bu alana ilave bir uyarımın daha iyi bir performansa dönüşmemesinin de mümkün olabileceğiyle açıklamışlardır (Zivanovic ve ark., 2021).

Mevcut araştırmada bir yönetici işlev bileşeni olarak değerlendirilen çalışma belleği ile ilgili ATL alanının doğrudan ilişkisini içeren bir beklenti bulunmamakla birlikte ATL uyarım grupları 7A, 8A ve 6S'nin karşılaştırıldığı analiz sonuçlarında sol ATL alanının katotla uyarıldığı 7A grubunun aynı alanın anotla uyarıldığı 8A grubuna göre sözel çalışma belleği görevinde anlamlı şekilde daha iyi performans gösterdiği saptanmıştır. Bu bulgu, sol hemisferin daha çok sözel sağ hemisferin ise daha çok görsel becerilerde özelleştiğini belirten hemisferler arası asimetriyle uyumlu değildir. Buna göre, sol ATL

alanının anot ile uyarıldığı 8A grubunun sözel çalışma belleğinde diğer gruplara kıyasla daha iyi performans göstermesi beklenebilir. Diğer taraftan literatürde sol ATL alanının anot ile uyarıldığı durumda hem isimlendirme hem de ilişkilendirme görevlerinde performansın bozulduğunun gösterildiği bir araştırma (Pisoni ve ark., 2015b) ile bu araştırmadaki sol ATL alanının anotla uyarıldığı durumda ortaya çıkan performanstaki düşüş uyumlu görünmektedir.

Sözel ve Görsel Bellek Bulgularının Değerlendirilmesi

Son olarak üçlü karşılaştırma gruplarının sözel ve görsel bellek performansları açısından sol DLPFK (1A, 2A ve 3S) ve sağ DLPFK (4A, 5A ve 3S) uyarım gruplarının kendi aralarında yapılan karşılaştırmalarda hipotez 8 ve 9'da beklenen yönde anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. Bu bulgu prefrontal korteksin özellikle DLPFK alanının bellek süreçlerindeki rolünü gösteren (André, 2016; Javadi, Cheng ve Walsh, 2012; Javadi ve Walsh, 2012) araştırmaların bulguları ile uyumsuz olmakla birlikte; literatürde DLPFK aktivitesinin modülasyonuna rağmen sözel ve görsel bellek süreçlerine dair bir etkinin bulunamadığı çalışmalar da (Lara ve ark., 2017; Wang, Wen ve Li, 2018) bulunmaktadır. Mevcut araştırmanın sonuçları ile literatürdeki bu bulgular prefrontal kortekse uygulanan tDAU'nun sözel ve görsel bellek süreçlerine etkisine dair daha fazla araştırmanın gerekliliğini ortaya koymaktadır. Ayrıca literatürde sağ DLPFK alanının anotla uyarılmasının performansta herhangi bir değişim göstermemesine rağmen katotla uyarılmasının bellek performansını arttırdığı sonuçlar (Smirni ve ark., 2015) akımın kutuplaşmasına bağlı etkilerin de göz önünde bulundurulmasını önermektedir.

Sağ ve sol ATL alanlarının aktif olarak uyarıldığı 7A ve 8A grupları ile sahte uyarım grubu 6S'nin de sözel ve görsel bellek performansları açısından farklılaşmadığı saptanmıştır. Bu sonuç hipotez 10'daki sözel bellekte 8A'nın, görsel bellekte ise 7A'nın daha iyi performans göstereceği beklentisini desteklememiştir. Grupların ortalamaları açısından değerlendirildiğinde sözel bellek görevinde sahte uyarım grubunun diğer iki aktif uyarım grubuna göre daha iyi performans gösterdiği görülmektedir. Buna karşın görsel bellek görevinde grup ortalamalarının hipotez 10'da beklenen şekilde 7A grubunda

en yüksek, 8A'da ise en düşük olduğu görülmüştür. Fark istatistiksel açıdan anlamsız ve etki büyüklüğü küçük olsa da grupların ortalamalarındaki bu eğilim sağ ATL alanının anotla, sol ATL alanının katotla birlikte uyarıldığı durumda görsel bellek performansındaki artışla sonuçlandığını gösteren araştırmanın sonucuyla uyumlu görünmektedir (Chi, Fregni ve Snyder, 2010).

Bulguların Genel Değerlendirmesi

Görgü tanıklığında bellek performansı açısından değerlendirildiğinde, sol hemisferde DLPFK alanının anot ile uyarılabilirliğinin artırılmasının hipotez 1 ile beklenen şekilde görgü tanıklığında bellek performansını hatayı azaltarak iyileştirdiği saptanmıştır. Sağ DLPFK ve ATL alanlarının modülasyonlarının tanık belleğine istatistiksel açıdan anlamlı bir etkisinin olmadığı tespit edildiğinden hipotez 2 ve 3 desteklenmemiştir.

Sıcak yönetici işlev kapsamında risk alma davranışı açısından üçlü karşılaştırma gruplarının hepsinde ortalamalar arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan anlamlı değildir. Buna karşın sol DLPFK alanının modüle edildiği üçlü karşılaştırma gruplarının hipotez 4 ile uyumlu bir eğilim gösterdiği tespit edilmiştir. Analiz sonucunda elde edilen etki büyüklüğü orta düzeyde olmasına rağmen gruplar arasındaki farkın istatistiksel açıdan anlamsız olması örneklem büyüklüğünün yetersizliğini düşündürmüştür. Sağ DLPFK alanının uyarılmasının risk alma davranışı üzerinde bir etkisi saptanmadığından hipotez 5 desteklenmemiştir.

Soğuk yönetici işlevler kapsamında incelenen tepki zamanı, set değiştirme ve ketleyici kontrol açısından üçlü karşılaştırma grupları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık tespit edilmezken sözel ve görsel çalışma belleğinde sağ DLPFK ve ATL grupları arasında beklentiler ile uyumlu olmayan anlamlı farklılıklar olduğu saptanmıştır. Bulgulara göre sağ DLPFK alanı katot ile baskılanan grubun beklentiyle ters şekilde görsel çalışma belleği görevinde en iyi performansı gösterdiği tespit edilirken; sağ ATL alanı anot ile aktive edilen grubun sözel çalışma belleği görevinde en iyi performansı

gösterdiği saptanmıştır. Soğuk yönetici işlevlere dair elde edilen bu bulgular hipotez 6 ve 7'yi desteklememektedir.

Sözel ve görsel bellek açısından üçlü karşılaştırma gruplarının tamamında grup ortalamalarının karşılaştırıldığı analiz sonuçlarına göre farklılıkların istatistiksel açıdan anlamlı olmadığı görülmüş ve hipotez 8, 9 ve 10 desteklenmemiştir.

Araştırmanın Bilimsel Değeri ve Güçlü Yönleri

Bu araştırmanın literatüre en önemli katkısı tek seanslık tDAU'nun doğrudan tanık belleği üzerindeki etkilerini incelemiş olmasıdır. Görgü tanıklığı araştırmalarında sıklıkla tercih edilen yöntem, olay videosunun veya slaytlarının izletilmesinin ardından yapılan hatırlama ve tanıma testlerini içermektedir. Literatür taramasından hareketle bu tez çalışmasının, olay videosunun ardından hatırlama, tanıma testleri ve teşhis slaytları kullanılarak tanık belleği üzerinde tDAU'nun etkilerini doğrudan inceleyen ilk araştırma olduğu söylenebilir. Bu nedenle araştırmanın tDAU'nun tanık belleği üzerindeki etkisine yönelik bulgularının hem nöromodülasyon literatürüne hem de görgü tanıklığı literatürüne önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

Literatürde tDAU'nun bellek üzerindeki etkilerinin incelendiği birçok araştırmada (Boggio ve ark., 2009; Penolazzi ve ark., 2010; Wong, Gray ve Gallo, 2018) bulguların görgü tanığının belleği için yol gösterici olabileceği belirtilmesine rağmen doğrudan görgü tanıklığı bağlamında tDAU'nun etkilerinin incelendiği bir araştırmanın olmaması dikkat çekicidir. Bu araştırma kapsamında, görgü tanıklığında kullanılan uyanların gerçek hayattan bir tanıklığa benzemesi için deneyde kullanılmak üzere silahlı bir soygun olayı canlandırılarak kaydedilmiştir. Böylece ekolojik geçerlilik olarak tanımlanan laboratuvar ortamının gerçek hayata olabildiğince benzemesi sağlanmaya çalışılmıştır.

Son dönemde tDAU gibi nöromodülasyon tekniklerinin bilimsel araştırmalarda oldukça popüler olmalarının bir sonucu olarak, bu tür tekniklerin adli soruşturmalarda tanık belleğinin performansını artırıcı bir araç olarak veya çeşitli psikiyatrik hastalıklar

için bir tedavi yöntemi olarak kullanımının önerilmesi şaşırtıcı değildir. Diğer taraftan nöromodülasyonun etkinliğinin incelendiği araştırmaların çelişkili sonuçları bu tekniklerin dikkatle incelenmesi gerektiğini de ortaya koymaktadır. Dolayısıyla tDAU'nun günlük hayatta tedavi edici veya bilişsel performansı artırıcı standart bir teknik olarak kullanılabilmesi, uyarımın etkinliğinin tekrarlanabilir çalışmalar ile tespit edilmesine bağlıdır. Başka bir ifadeyle eğer ileride nöromodülasyon tekniklerinin tanıkların gerçeğe en yakın ifadeyi vermelerini sağlayabilecek bir araç olma ihtimali varsa bu ancak tDAU'nun etkilerinin net bir şekilde ortaya konmasıyla mümkündür. Bu da konuyla ilgili istatistiksel gücü yüksek, kontrollü daha fazla deneysel araştırma yapılmasının gerekliliği anlamına gelir. Bu anlamda mevcut araştırma tDAU'nun bellek doğruluğuna etkisini görgü tanıklığı bağlamında inceleyen öncül bir araştırma olması yönüyle literatüre katkı sağlayıcıdır.

Bu araştırmada tDAU açısından sekiz farklı uyarım koşulu kullanılmış olup tüm katılımcılar gruplara seçkisiz atanmışlardır. Bu atama sonrasında bağımlı değişken ölçümleri açısından karıştırıcı olabilecek cinsiyet, yaş, eğitim düzeyi, depresif belirtiler, el tercihi, sözel ve görsel zeka düzeyleri gibi katılımcı özellikleri açısından gruplar arasında dengeli bir dağılımın olup olmadığı kontrol edilmiştir. Bu kontrolde sol ve sağ ATL uyarım grupları arasında katılımcıların sözel zeka düzeylerinde anlamlı bir farklılık tespit edildiği için bu grupların her bir bağımlı değişken açısından karşılaştırıldığı tüm analizlerde katılımcıların sözel zeka düzeyleri kontrol edilerek analizler yürütülmüştür. Bu değişkenlerin kontrol edilmesi aynı zamanda uyarım öncesinde katılımcıların sözel ve sözel olmayan becerileri ile ilgili bilgi edinebileceğimiz temel düzey ölçüm işlevi görmüş ve tDAU'nun modüle edebileceği performanstaki karıştırıcı değişkenleri de kontrol etmeyi sağlamıştır.

Bir uygulamanın veya tedavinin etkisinin değerlendirildiği araştırmalarda plasebo veya sahte uyarım (*sham*) grubu gibi kontrol grupları ile çift kör tekniklerin kullanılması araştırmadan elde edilen verilerin güvenilirliği için çok önemlidir. Mevcut araştırmada da sahte uyarım koşulu ve çift kör yöntem kullanılmıştır. Bunun için prefrontal korteks aktif

uyarım gruplarıyla karşılaştırılabilmesi amacıyla bir DLPFK-OFK sahte uyarım grubu, temporal lob aktif uyarım gruplarıyla karşılaştırılabilmesi için de ayrı bir ATL sahte uyarım grubu olmak üzere iki farklı sahte uyarım grubu kullanılmış olup bu gruplardaki katılımcı sayısının da aktif uyarım gruplarındaki katılımcı sayısına eşit olmasına dikkat edilmiştir. Katılımcılar gruplara seçkisiz olarak atanmış ve katılımcılara deney esnasında uyarımın aktif mi yoksa sahte mi olduğuyla ilgili bilgi verilmemiştir. Böylece katılımcıların aktif veya sahte uyarıma dair olası önyargılarının veya beklentilerinin araştırmanın sonuçlarını etkilemesinin önüne geçilmiştir.

Deneyi yürüten ve katılımcıların test performanslarını değerlendiren araştırmacı da katılımcıların aktif mi yoksa sahte mi uyarım koşulunda olduğunu veri toplama süreci ve verilerin değerlendirilmesi süreci tamamlanana kadar öğrenmemiştir. Araştırmacı sadece deney esnasında yerleştireceği elektrotların konumu hakkında bilgi sahibi olmuştur. Cihazın aktif veya sahte uyarım vereceğini belirleyen kodlar başka bir araştırmacı tarafından sağlandığından araştırmanın tüm veri toplama ve uygulanan test ve görevlerin değerlendirmesi süreci çift kör kontrol altında yürütülmüştür. Bu şekilde veri toplama aşamasında araştırmacının katılımcıları farkında olmadan yönlendirmesinin önüne geçilmiştir. Daha da önemlisi çift kör kontrolün katılımcıların test ve görevlerinin değerlendirildiği aşamada da sürdürülmesidir. Böylece çalışmanın hipotezleri kapsamındaki beklentiler dolayısıyla test ve görevlerin puanlandırılması aşamasında ortaya çıkabilecek araştırmacı yanlılığının önüne geçilmiştir.

Araştırmanın Sınırlılıkları, Sınırlılıklara Karşı Alınan Önlemler ve Gelecek Araştırmalar için Öneriler

Bu araştırmanın en önemli sınırlılığı örneklem büyüklüğünün yetersizliğidir. Literatürde, tDAU ile yürütülen araştırmaların birçoğunda örneklem yetersizliğinin istatistiksel gücü düşüren önemli bir etken olarak dikkate alınması gerektiği kaydedilmiştir (Button ve ark., 2013; Huo ve ark., 2021; Russo ve ark., 2017). Örneklem büyüklüğü sonuçların tekrarlanabilirliğini ve dolayısıyla çalışmaların güvenilirliğini

olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle küçük örneklemlerli çalışmalar, kaynakların etkin kullanılmayışından dolayı savurgan olarak tanımlanmakta ve bu durumun etik boyutları da tartışılmaktadır (Bkz. Button ve ark., 2013). Bu konuya dikkat çekebilmek amacıyla Russo ve arkadaşları (2017), tDAU'nun belirsiz koşullar altında risk alma davranışı üzerindeki etkisinin tespit edildiği bir araştırmayı (Fecteau ve ark., 2007a) daha geniş bir örneklem ile çalışmışlar ve benzer bir etkiyi bulamadıklarını belirtmişlerdir. Diğer taraftan tDAU gibi nöromodülasyon tekniklerinin kullanıldığı araştırmalarda katılımcıların araştırmaya katılmadan önce hem kendi güvenliklerini hem de çalışmanın güvenilirliğini sağlayabilmek amacıyla karşılaması gereken ölçütler bulunmaktadır. Villamar ve arkadaşlarının (2013) tDAU öncesinde uygulanması amacıyla geliştirdikleri ankete göre katılımcıların geçmişinde nöbet, açıklanamayan bilinç kaybı, inme/felç, ciddi bir kafa travması, nörolojik bir hastalık veya sık sık şiddetli baş ağrıları, epilepsi, hamilelik şüphesi, ilaç kullanımı gibi durumların varlığı tDAU tekniğinin kullanıldığı çalışmalar için uygun görülmemektedir. Söz konusu durumların en az birinin varlığında kişi çalışmaya dahil edilmemektedir. Bahsi geçen tDAU uygunluk ölçütleri dışında her araştırmanın kendi içerisinde bir hasta örneklem grubu, belirli bir yaş grubu, baskın el kullanımı gibi farklı çeşitlilikte ölçütleri olabilir ve bunlara uygun katılımcı bulmak zorlaşabilir veya uygun katılımcılar araştırmanın herhangi bir aşamasında özgürce çekilme hakkını kullanabilirler. Örneğin bu tez araştırmasına 253 üniversite öğrencisi katılmak için gönüllü olmuş fakat ölçütlere uygun olan sadece 83 katılımcı çalışmaya dahil olabilmıştır. Bu durum, çalışmaya katılmak için gönüllü olanların üçte ikisinden fazlasının ölçütler dolayısıyla araştırmaya katılamadığı anlamına gelmektedir.

Bu araştırmadaki katılımcı sayısı ($N = 83$), örneklem büyüklüğü itibarıyla literatürdeki derleme ve meta analiz çalışmalarına (Huo ve ark., 2021; Tremblay ve ark., 2014) dahil edilen birçok tDAU araştırmasındaki katılımcı sayısına göre yüksektir. Diğer taraftan bu araştırmada altısı aktif, ikisi sahte olmak üzere sekiz farklı uyarım grubu kullanılmıştır. Her bir grupta 10 veya 11 katılımcı bulunmakta olup, bu gruplar uyarılan korteks bölgelerine göre üçlü karşılaştırma grupları halinde analiz edildiğinden karşılaştırma grupları açısından örneklem sayısının 30-32 olduğu söylenebilir. Bu nedenle

mevcut araştırmada karşılaştırılan üçlü grupların örneklem sayısı göz önünde bulundurularak ortalamalar arasındaki fark istatistiksel açıdan anlamlı olmadığında da etki büyüklükleri incelenmiştir. İstatistiksel anlamlılığın aksine etki büyüklüğü örneklemden etkilenmediği için (Cohen, 1988; aktaran İyilikci, 2020: 140-141) bu araştırmada özellikle orta ve büyük etki büyüklüklerinin saptandığı değişkenlerde gelecek çalışmalarda örneklem sayısının arttırıldığı durumda anlamlı etkilerin tespit edilebileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Araştırmada yine örneklem ile bağlantılı bir diğer sınırlılık, uyarım grupları arasında cinsiyet ve nikotin kullanım durumu açısından karşılaştırmaların yapılamamasıdır. TDAU'nun etkilerinin, cinsiyetler arasında farklılaştığı (Chaieb, Antal ve Paulus, 2008) ve nikotin içeren tütün ürünlerinin kullanımından etkilendiği (Brunelin ve ark., 2015) bulgular ile sigara kullanımının bilişsel test performansı üzerindeki etkisi (Şişman-Bal, Ayçiçeği-Dinn ve Dinn, 2018) göz önünde bulundurulduğunda tDAU kullanılan çalışmalarda cinsiyet ve sigara kullanımına bağlı etkileri açıklamak ve kontrol etmek önemli olacaktır. Bu araştırmada cinsiyetler arası karşılaştırma yapmak için yeterli erkek katılımcı olmasa da gruplar arasında kadın erkek katılımcı oranının dengeli olmasına dikkat edilmiş ve üçlü karşılaştırma gruplarındaki kadın ve erkek sayısının gruplar arasında istatistiksel olarak farklılaşmadığı da kontrol edilmiştir. Buna karşın her bir grupta hem cinsiyet hem de sigara kullanımı açısından karşılaştırma yapmak için yeterli sayıda katılımcı olmadığından bu değişkenlerin etkisi incelenememiştir. TDAU'nun bireysel farklılıklara bağlı olarak değişen etkilerinin küçük örneklemelerde daha büyük bir etkiyle ortaya çıktığı da (Russo ve ark., 2017) göz önünde bulundurulmalıdır. Bu nedenle daha geniş örneklemle yapılması önerilen gelecekteki çalışmaların, cinsiyet ve nikotin içeren ürün kullanımı gibi uyarımla etkileşimi olabilecek değişkenlerin etkisini tespit edebilmek adına da literatürü zenginleştireceği düşünölmektedir.

TDAU ile yürütölen çalışmaların sonuçlarının değerlendirildiği derleme ve meta analiz çalışmalarında, uyarımın etkisine dair birbiriyle örtüşmeyen bulguların nedeni olarak, tDAU'ya yanıt vermede bireyler arası farklılıklar, elektrot büyüklüğü, uyarım

süresi ve yoğunluğu gibi uyarım parametreleri, kullanılan yöntemlerdeki çeşitlilikler ve hatta deneye katılanların kafalarının boyutu, şekli, yağ dokusu gibi farklılıklar da gösterilmiştir (Imburgio ve Orr, 2018; Trambley ve ark., 2014). Ayrıca “duruma bağlılık” etkeninin bir sonucu olarak uyarılan bölgedeki nöronların o anki durumuna bağlı olarak da farklılaşan bulgular elde edilebilmektedir (Najib ve Pascual-Leone, 2011: 246). Bu çalışmada da tanık belleği görevlerinin ardından yönetici işlev testleri ile genel sözel ve görsel bellek görevleri kullanılmıştır. Kullanılan test ve görevlerin duyarlı oldukları beyin bölgeleri de farklılaşmaktadır. Dolayısıyla bu çalışmada olduğu gibi görece daha uzun süreli deneysel işlemlerin uygulandığı durumda tek seanslık uyarımın yanı sıra gelecek araştırmalarda tekrarlı uyarım seanslarının birikimli etkileri de incelenebilir.

Bu araştırmada sol DLPFK alanının tDAU’da anotla modülasyonunun görgü tanıklığında bellek performansına olumlu yönde etki ettiği tespit edilirken yönetici işlevler ve genel bellek açısından literatür ile tutarlı bulgular elde edilmemiştir. Bu farklı bulguların nedenleri yukarıda da belirtilen birçok değişkene bağlı olabileceği gibi tDAU seansına da bağlı olabilir. Tek seanslık tDAU uyarımın hemen ardından yapılan görgü tanıklığı görevlerinde olumlu bir etki gösterse de ardından uygulanan görevlerde davranış değişikliğine yansıyabilecek kortekste yeterli uyarılabilirliği sağlayamamış olabilir. Gerçekten de sağlıklı örneklemeler üzerinde tek seanslık tDAU’nun etkisinin incelendiği bir nicel derleme çalışması yönetici işlev, dil ve bellek üzerinde tek seanslık tDAU’nun güvenilir bir etkisi olmadığını göstermiştir (Hovarth, Forte ve Carter, 2015). Dolayısıyla tek seanslık uygulamaların yanında sağlıklı örneklemeler üzerinde de birden fazla seans ile uyarımın etkileri incelenebilir.

Sonuç olarak tDAU gibi nöromodülasyon tekniklerinin görgü tanıklarında bellek performansını arttırıcı ve patolojik risk alma davranışını tedavi edici bir araç olarak kullanılabilmesi için geniş örneklemelerden elde edilmiş daha fazla araştırmanın tutarlı bulgularına ihtiyaç vardır. Bu çalışmalarda uyarımın etkisini doğrudan etkileyebilecek tDAU parametrelerine bağlı değişkenler ile uyarımın etkilerini dolaylı olarak etkileyebilecek cinsiyet ve nikotin içeren ürün kullanımının yanı sıra nöronların duruma

bağlı etkisini de kontrol edebilmek önemlidir. Bunun için test aşamasından önce uyarılan bölgeye duyarlı temel düzey ölçüm görevleri kullanılabileceği gibi katılımcıların deney öncesinde yorgunluk ve uyku durumuna dair bilgiler de alınabilir. TDAU'nun etkisinin saptanması için bu araştırmada olduğu gibi aktif uyarım grupları ile sahte uyarım gruplarının kar ıla tırılmasının yanı sıra gelecek çalışmalarda öğrenme etkisinin kar ıtırıcı bir değişken olmadığı bilişsel görevler uyarım öncesi ve uyarım sonrasında kullanılarak tDAU'nun bu görevlere olan etkisi tekrarlı ölçümler üzerinden incelenebilir. Bu çalışmalarda grup içi desenlerin kullanımı uyarımın katılımcılar arası bireysel farklılıklara bağlı değişen etkilerini kontrol etmeyi kolaylaştırabilir. Son olarak tDAU gibi nöromodülasyon tekniklerinin nörogörüntüleme teknikleriyle birlikte kullanıldığı araştırmalar ile de uyarımın altındaki nörolojik süreçlerin daha iyi anlaşılması sağlanabilir.

KAYNAKÇA

ABELLANEDA-PÉREZ, K.,
VAQUÉ-ALCÁZAR, L.,
PERELLÓN-ALFONSO, R.,
BARGALLÓ, N., KUO, M. F.,
PASCUAL-LEONE, A.,
NITSCHKE, M. A., BARTRÉS-
FAZ, D.: 2020

“Differential tDCS and tACS effects on working memory-related neural activity and resting-state connectivity”, **Frontiers in Neuroscience**, 13/1440, 1-14.

ALONZO, A., BRASSIL, J.,
TAYLOR, J. L., MARTIN, D.,
LOO, C. K.: 2012

“Daily transcranial direct current stimulation (tDCS) leads to greater increases in cortical excitability than second daily transcranial direct current stimulation”, **Brain Stimulation**, 5/3, 208-213.

ALPAR, G., ER, N., UÇAR
BOYRAZ, F.: 2007

“Görgü tanıklığında bellek hataları: Olay sonrası bilginin ve tuzak soruların hatırlama ve kaynak izleme üzerindeki etkisi”, **Türk Psikoloji Yazıları**, 10/20, 1-17.

ANDERSON, P. J.: 2008

“Towards a developmental model of executive function”, V. Anderson, R. Jacobs and P.J. Anderson (Eds.), **Executive functions and the frontal lobes: A lifespan perspective** içinde (s.1-21). Psychology Press.

ANDRÉ, S., HEINRICH, S.,
KAYSER, F., MENZLER, K.,
KESSELRING, J., KHADER, P.
H., LEFAUCHEUR, J. P.,
MYLIUS, V.: 2016

“At-home tDCS of the left dorsolateral prefrontal cortex improves visual short-term memory in mild vascular dementia”, **Journal of the Neurological Sciences**, 369, 185-190.

- ANKRI, Y. L. E., BRAW, Y., LUBOSHITS, G., MEIRON, O.: 2020
 “The effects of stress and transcranial direct current stimulation (tDCS) on working memory: A randomized controlled trial”, **Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience**, 20/1, 103-114.
- ANTONENKO, D., HAYEK, D., NETZBAND, J., GRITTNER, U., FLÖEL, A.: 2019
 “tDCS-induced episodic memory enhancement and its association with functional network coupling in older adults”, **Scientific Reports**, 9/2273, 1-11.
- AREH, I.: 2011
 “Gender-related differences in eyewitness testimony”, **Personality and Individual Differences**, 50/5, 559-563.
- AREH, I., UMEK, P.: 2007
 “Predicting quality of memory recall by personality traits”, **Studia Psychologica**, 49/1, 19-26.
- AREH, I., WALSH, D.: 2020
 “Own-Gender Bias May Affect Eyewitness Accuracy of Perpetrators’ Personal Descriptions”, **Revija za kriminalistiko in kriminologijo/Ljubljana**, 71/4, 247-256.
- BADDELEY, A.: 1996
 “Exploring the central executive”, **The Quarterly Journal of Experimental Psychology**, 49A/1, 5-28.
- BADDELEY, A.: 2000
 “The episodic buffer: a new component of working memory?”, **Trends in Cognitive Sciences**, 4/11, 417-423.

- BADDELEY, A.: 2003 “Working memory: looking back and looking forward”, **Nature Reviews Neuroscience**, 4/10, 829-839.
- BALDO, J. V., SHIMAMURA, A. P., DELIS, D. C., KRAMER, J., KAPLAN, E.: 2001 “Verbal and design fluency in patients with frontal lobe lesions”, **Journal of the International Neuropsychological Society**, 7/5, 586-596.
- BARTL, G. J., BLACKSHAW, E., CROSSMAN, M., ALLEN, P., SANDRINI, M.: 2020 “Systematic review and network meta-analysis of anodal tDCS effects on verbal episodic memory: Modeling heterogeneity of stimulation locations”, **Zeitschrift für Psychologie**, 228/1, 3.
- BAXENDALE, S., THOMPSON, P. J., DUNCAN, J. S.: 2008 “Improvements in memory function following anterior temporal lobe resection for epilepsy”, **Neurology**, 71/17, 1319-1325.
- BEAM, W., BORCKARDT, J. J., REEVES, S. T., GEORGE, M. S.: 2009 “An efficient and accurate new method for locating the F3 position for prefrontal TMS applications”, **Brain Stimulation**, 2/1, 50-54.
- BECHARA, A., DAMASIO, A. R., DAMASIO, H., ANDERSON, S. W.: 1994 “Insensitivity to future consequences following damage to human prefrontal cortex”, **Cognition**, 50/1-3, 7-15.
- 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.

BENTON, A., 1994

“The frontal lobes: a historical sketch”, F. Boller and J. Grafman (Eds.), **Handbook of Neuropsychology**, Vol. 9, içinde (s. 3-15). Elsevier Science B.V.

BERKOWITZ, S. R., GARRETT, B. L., FENN, K. M., LOFTUS, E. F.: 2022

“Convicting with confidence? Why we should not over-rely on eyewitness confidence”, **Memory**, 30/1, 10-15.

BERRYHILL, M. E., JONES, K. T.: 2012

“tDCS selectively improves working memory in older adults with more education”, **Neuroscience Letters**, 521/2, 148-151.

BIKSON, M., GROSSMAN, P., THOMAS, C., ZANNOU, A. L., JIANG, J., ADNAN, T., MOURDOUKOUTAS, A. P., KRONBERG, G., TRUONG, D., BOGGIO, P., BRUNONI, A. R., CHARVET, L., FREGNI, F., FRITSCH, B., GILLICK, B., HAMILTON, R. H., HAMPSTEAD, B. M., JANKORD, R., KIRTON, A., KNOTKOVA, H., LIEBETANZ, D., LIU, A., LOO, C., NITSCHKE, M. A., REIS, J., RICHARDSON, J. D., ROTENBERG, A., TURKELTAUB, P. E., WOODS, A. J.: 2016

“Safety of transcranial direct current stimulation: Evidence based update 2016”, **Brain Stimulation**, 9/5, 641-661.

BOGGIO, P. S., FERRUCCI, R., RIGONATTI, S. P., COVRE, P., NITSCHKE, M., PASCUAL-LEONE, A., FREGNI, F.: 2006

“Effects of transcranial direct current stimulation on working memory in patients with Parkinson's disease”, **Journal of the Neurological Sciences**, 249/1, 31-38.

BOGGIO, P. S., FREGNI, F.,
VALASEK, C., ELLWOOD, S.,
CHI, R., GALLATE, J.,
PASCUAL-LEONE, A.,
SNYDER, A.: 2009

“Temporal lobe cortical electrical stimulation during the encoding and retrieval phase reduces false memories”, **PloS One**, 4/3, e4959, 1-5.

BONA, S., SILVANTO, J.: 2014

“Accuracy and confidence of visual short-term memory do not go hand-in-hand: Behavioral and neural dissociations”, **PLoS One**, 9/3, e90808, 1-10.

BORGHESANI, V., NARVID, J.,
BATTISTELLA, G., SHWE, W.,
WATSON, C., BINNEY, R. J.,
STURM, V., MILLER, Z.,
MANDELLI, M. L., MILLER, B.,
GORNO-TEMPINI, M. L.: 2019

““Looks familiar, but I do not know who she is”: The role of the anterior right temporal lobe in famous face recognition”, **Cortex**, 115, 72-85.

BRITO-MARQUES, P. R.,
CABRAL-FILHO, J. E.,
MIRANDA, R. M.: 2012

“Visual reproduction test in normal elderly: Influence of schooling and visual task complexity”, **Dementia & Neuropsychologia**, 6/2, 91-96.

BRUER, K., POZZULO, J. D.:
2014

“Influence of eyewitness age and recall error on mock juror decision-making”, **Legal and Criminological Psychology**, 19/2, 332-348.

BRUNELIN, J., HASAN, A.,
HAESEBAERT, F., NITSCHKE,
M. A., POULET, E.: 2015

“Nicotine smoking prevents the effects of frontotemporal transcranial direct current stimulation (tDCS) in hallucinating patients with schizophrenia”, **Brain Stimulation: Basic, Translational, and Clinical Research in Neuromodulation**, 8/6, 1225-1227.

BRUNONI, A. R., NITSCHKE, M. A., BOLOGNINI, N., BIKSON, M., WAGNER, T., MERABET, L., EDWARDS, D.J., VALERO-CABRE, A.,

ROTENBERG, A., PASCUAL-LEONE, A., FERRUCCI, R., PRIORI, A., BOGGIO, P. S., FREGNI, F.: 2012

“Clinical research with transcranial direct current stimulation (tDCS): Challenges and future directions.”, **Brain Stimulation**, 5/3, 175-195.

BUTLER, M. A., PALLONE, N. J.: 2002

“Accuracy of recall among “eyewitnesses” to a simulated robbery: Intrapersonal and stimulus determinants”, **Current Psychology**, 21/3, 253-264.

BUTTON, K. S., IOANNIDIS, J. P. A., MOKRYSZ, C., NOSEK, B. A., FLINT, J., ROBINSON, E. S. J., MUNAFÒ, M. R.: 2013

“Power failure: why small sample size undermines the reliability of neuroscience”, **Nature Reviews Neuroscience**, 14, 365-376.

BUTTS, S. J., MIXON, K. D., MULEKAR, M. S., BRINGMANN, W. G.: 1995

“Gender differences in eyewitness testimony”, **Perceptual and Motor Skills**, 80/1, 59-63.

CARLSON, C. A., YOUNG, D. F., WEATHERFORD, D. R., CARLSON, M. A., BEDNARZ, J. E., JONES, A. R.: 2016

“The influence of perpetrator exposure time and weapon presence/timing on eyewitness confidence and accuracy”, **Applied Cognitive Psychology**, 30/6, 898-910.

CASCIATO, S., RITACCIO, A. L.: 2016

“Ezio Sciamanna: The Italian contribution to the origin of cortical stimulation mapping in humans.” **Epilepsy & Behavior**, 62, 186-188.

- CERRETA, A. G. B., MRUCZEK, R. E. B., BERRYHILL, M. E.: 2020
“Predicting working memory training benefits from transcranial direct current stimulation using resting-state fMRI”, **Frontiers in Psychology**, 11/570030, 1-8.
- CEVAHİR, E.: 2020
SPSS ile Nicel Veri Analizi Rehberi. Kibele Yayınları, İstanbul.
- CHAIEB, L., ANTAL, A., PAULUS, W.: 2008
“Gender-specific modulation of short-term neuroplasticity in the visual cortex induced by transcranial direct current stimulation.” **Visual Neuroscience**, 25/1, 77-81.
- CHHATBAR, P. Y., CHEN, R., DEARDORFF, R., DELLENBACH, B., KAUTZ, S. A., GEORGE, M. S., FENG, W.: 2017
“Safety and tolerability of transcranial direct current stimulation to stroke patients—A phase I current escalation study”, **Brain Stimulation**, 10/3, 553-559.
- CHI, R. P., FREGNI, F., SNYDER, A. W.: 2010
“Visual memory improved by non-invasive brain stimulation”, **Brain Research**, 1353, 168-175.
- COHEN, J. D.: 2005
“The vulcanization of the human brain: A neural perspective on interactions between cognition and emotion.” **Journal of Economic Perspectives**, 19/4, 3-24.
- COXON, P., VALENTINE, T.: 1997
“The effects of the age of eyewitnesses on the accuracy and suggestibility of their testimony”, **Applied Cognitive Psychology**, 11/5, 415-430.

CRAIK, F. I. M., MCDOWD, J. M.: 1987

“Age differences in recall and recognition”, **Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition**, 13/3, 474-479.

DAMASIO, A. R.: 1996

“The somatic marker hypothesis and the possible functions of the prefrontal cortex”, **Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences**, 351/1346, 1413-1420.

DAVID, A. S.: 1992

“Frontal lobology—psychiatry's new pseudoscience”, **The British Journal of Psychiatry**, 161/2, 244-248.

DAVIS, N. J.: 2017

“A taxonomy of harms inherent in cognitive enhancement.” **Frontiers in Human Neuroscience**, 11/63, 1-9.

DE BIASI, M., DANI, J. A.: 2011

“Reward, addiction, withdrawal to nicotine”, **Annual Review of Neuroscience**, 34, 105-130.

DEFFENBACHER, K. A., BORNSTEIN, B. H., PENROD, S. D., MCGORTY, E. K.: 2004

“A meta-analytic review of the effects of high stress on eyewitness memory”, **Law and Human Behavior**, 28/6, 687-706.

DELACRE, M., LAKENS, D., LEYS, C.: 2017

“Why psychologists should by default use Welch’s t-test instead of Student’s t-test”, **International Review of Social Psychology**, 30/1, 92-101.

DELIS, D. C., KAPLAN, E.,
KRAMER, J. H.: 2001

Delis-Kaplan Executive Function System (D-KEFS), San Antonio, Texas: Harcourt Assessment.

DE LUCA, C. R., LEVENTER, R.
J.: 2008

“Developmental trajectories of executive functions across the lifespan”, V. Anderson, R. Jacobs and P.J. Anderson (Eds.), **Executive functions and the frontal lobes: A lifespan perspective** içinde (s. 23-55). Psychology Press.

DINN, W. M., AYCİCEĞİ-DINN,
A., GÖRAL, F., KARAMURSEL,
S., YILDIRIM, E. A.,
HACIOĞLU-YILDIRIM, M.,
GANSLER, D. A., DORUK, D.,
FREGNI, F.: 2016

“Treatment-resistant obsessive-compulsive disorder: Insights from an open trial of transcranial direct current stimulation (tDCS) to design a RCT”, **Neurology, Psychiatry and Brain Research**, 22/3-4, 146-154.

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.

DUBLJEVIĆ, V., SAIGLE, V.,
RACINE, E.: 2014

“The rising tide of tDCS in the media and academic literature”, **Neuron**, 82/4, 731-736.

DUBRAVAC, M., MEIER, B.:
2020

“Stimulating the parietal cortex by transcranial direct current stimulation (tDCS): no effects on attention and memory”, **Aims Neuroscience**, 8/1, 33-46.

- ESLINGER, P. J., DAMASIO, A. R.: 1985 “Severe disturbance of higher cognition after bilateral frontal lobe ablation: Patient EVR”, **Neurology**, 35/12, 1731-1741.
- FAZLIĆ, A., DELJKIĆ, I., BULL, R.: 2020 “Gender Effects Regarding Eyewitness Identification Performance”, **Criminal Justice Issues**, 5, 31-41.
- FECTEAU, S., PASCUAL-LEONE, A., ZALD, D. H., LIGUORI, P., THÉORET, H., BOGGIO, P. S., FREGNI, F.: 2007a “Activation of prefrontal cortex by transcranial direct current stimulation reduces appetite for risk during ambiguous decision making”, **Journal of Neuroscience**, 27/23, 6212-6218.
- FECTEAU, S., KNOCH, D., FREGNI, F., SULTANI, N., BOGGIO, P., PASCUAL-LEONE, A.: 2007b “Diminishing risk-taking behavior by modulating activity in the prefrontal cortex: a direct current stimulation study”, **Journal of Neuroscience**, 27/46, 12500-12505.
- FERRUCCI, R., MAMELI, F., GUIDI, I., MRAKIC-SPOSTA, S., VERGARI, M., MARCEGLIA, S. E. E. A., COGIAMANIAN, F., BARBIERI, S., SCARPINI, E., PRIORI, A.: 2008a “Transcranial direct current stimulation improves recognition memory in Alzheimer disease”, **Neurology**, 71/7, 493-498.
- FERRUCCI, R., MARCEGLIA, S., VERGARI, M., COGIAMANIAN, F., MRAKIC-SPOSTA, S., MAMELI, F., ZAGO, S., BARBIERI, S., PRIORI, A.: 2008b “Cerebellar transcranial direct current stimulation impairs the practice-dependent proficiency increase in working memory”, **Journal of Cognitive Neuroscience**, 20/9, 1687-1697.

FIGNER, B., MACKINLAY, R. J., WILKENING, F., WEBER, E. U.: 2009

“Affective and deliberative processes in risky choice: Age differences in risk taking in the Columbia Card Task”, **Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition**, 35/3, 709-730.

FLETCHER, P. C., FRITH, C. D., BAKER, S. C., SHALLICE, T., FRACKOWIAK, R. S., DOLAN, R. J.: 1995

“The mind's eye—precuneus activation in memory-related imagery”, **Neuroimage**, 2/3, 195-200.

FLETCHER, P. C., HENSON, R. N. A.: 2001

“Frontal lobes and human memory: Insights from functional neuroimaging”, **Brain**, 124/5, 849-881.

FONTENEAU, C., MONDINO, M., ARNS, M., BAEKEN, C., BIKSON, M., BRUNONI, A. R., BURKE, M. J., NEUVONEN, T., PADBERG, F., PASCUAL-LEONE, A., POULET, E., RUFFINI, G., SANTARNECCI, E., SAUVAGET, A., SCHELLHORN, K., SUAUD-CHAGNY, M. F., PALM, U., BRUNELIN, J.: 2019

“Sham tDCS: A hidden source of variability? Reflections for further blinded, controlled trials.” **Brain Stimulation**, 12/3, 668-673.

FREGNI, F., BOGGIO, P. S., NITSCHKE, M., BERMPOHL, F., ANTAL, A., FEREDOES, E., MARCOLIN, M. A., RIGONATTI, S. P., SILVA, M. T. A., PAULUS, W., PASCUAL-LEONE, A.: 2005

“Anodal transcranial direct current stimulation of prefrontal cortex enhances working memory”, **Experimental Brain Research**, 166/1, 23-30.

FRIEHS, M. A., FRINGS, C.:
2019

“Offline beats online: transcranial direct current stimulation timing influences on working memory”, **Neuroreport**, 30/12, 795-799.

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.

GANGEMI, A., COLOMBO, B.,
FABIO, R. A.: 2021

“Effects of short-and long-term neurostimulation (tDCS) on Alzheimer’s disease patients: Two randomized studies”, **Aging Clinical and Experimental Research**, 33, 383-390.

GAZZALEY, A., D'ESPOSITO,
M.: 2007

“Unifying prefrontal cortex function: Executive control, neural networks, and top-down modulation”, B. L. Miller and J. L. Cummings (Eds.), **The human frontal lobes: Functions and disorders** içinde (s. 187-206). The Guilford Press.

GILMORE, C. S., DICKMANN,
P. J., NELSON, B. G.,
LAMBERTY, G. J., LIM, K. O.:
2018

“Transcranial direct current stimulation (tDCS) paired with a decision-making task reduces risk-taking in a clinically impulsive sample”, **Brain Stimulation**, 11/2, 302-309.

GŁOMB, K.: 2022

“How to improve eyewitness testimony research: theoretical and methodological concerns about experiments on the impact of emotions on memory performance”, **Psychological Research**, 86 1-11.

- GOLBY, A. J., POLDRACK, R. A., BREWER, J. B., SPENCER, D., DESMOND, J. E., ARON, A. P., GABRIELI, J. D. E.: 2001 “Material-specific lateralization in the medial temporal lobe and prefrontal cortex during memory encoding”, **Brain**, 124/9, 1841-1854.
- GOMES, M. A., AKIBA, H. T., GOMES, J. S., TREVIZOL, A. P., LACERDA, A. L. T., DIAS, Á. M.: 2019 “Transcranial direct current stimulation (tDCS) in elderly with mild cognitive impairment: A pilot study”, **Dementia & Neuropsychologia**, 13/2, 187-195.
- GRAY, S. J.: 2016 “Transcranial Direct Current Stimulation and Episodic Memory Retrieval”, Yayınlanmamış Doktora Tezi, The University of Chicago, Chicago, Illinois.
- GRAY, S. J., BROOKSHIRE, G., CASASANTO, D., GALLO, D. A.: 2015 “Electrically stimulating prefrontal cortex at retrieval improves recollection accuracy”, **Cortex**, 73, 188-194.
- GRIGORESCU, C., CHALAH, M. A., LEFAUCHEUR, J. P., KÜMPFEL, T., PADBERG, F., AYACHE, S. S., PALM, U.: 2020 “Effects of transcranial direct current stimulation on information processing speed, working memory, attention, and social cognition in multiple sclerosis”, **Frontiers in Neurology**, 11/545377, 1-10.
- GROSS, S.R., JACOBY, K., MATHESON, D. J., MONTGOMERY, N., PATIL, S.: 2005 “Exonerations in the United States 1989 through 2003”, **Journal of Criminal Law and Criminology**, 95/2, 523- 560.

- HABICH, A., KLÖPPEL, S., ABDULKADIR, A., SCHELLER, E., NISSEN, C., PETER, J.: 2017 “Anodal tDCS enhances verbal episodic memory in initially low performers”, **Frontiers in Human Neuroscience**, 11/542, 1-10.
- HABICH, A., SLOTBOOM, J., PETER, J., WIEST, R., KLÖPPEL, S.: 2020 “No effect of anodal tDCS on verbal episodic memory performance and neurotransmitter levels in young and elderly participants”, **Neural Plasticity**, 2020/889679, 1-15.
- HARLOW, J. M.: 1848 “Passage of an iron rod through the head”, **The Boston Medical and Surgical Journal (1828-1851)**, 39/20, 389-93.
- 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.
- HİSLİ, N.: 1989 “Beck Depresyon Envanterinin üniversite öğrencileri için geçerliği güvenilirliği”, **Psikoloji Dergisi**, 7/23, 3- 13.
- HORVATH, J. C., FORTE, J. D., CARTER, O.: 2015 “Quantitative review finds no evidence of cognitive effects in healthy populations from single-session transcranial direct current stimulation (tDCS)”, **Brain Stimulation**, 8/3, 535-550.
- HOY, K. E., EMONSON, M. R. L., ARNOLD, S. L., THOMSON, “Testing the limits: Investigating the effect of tDCS dose on working memory enhancement in

R. H., DASKALAKIS, Z. J.,
FITZGERALD, P. B.: 2013

healthy controls”, **Neuropsychologia**, 51/9,
1777-1784.

HUO, L., ZHU, X., ZHENG, Z.,
MA, J., MA, Z., GUI, W., LI, J.:
2021

“Effects of transcranial direct current stimulation
on episodic memory in older adults: A meta-
analysis”, **The Journals of Gerontology: Series
B**, 76/4, 692-702.

IMBURGIO, M. J., ORR, J. M.:
2018

“Effects of prefrontal tDCS on executive
function: Methodological considerations
revealed by meta-
analysis.” **Neuropsychologia**, 117, 156-166.

IYER, M. B., MATTU, U.,
GRAFMAN, J., LOMAREV, M.,
SATO, S., WASSERMANN, E.
M.: 2005

“Safety and cognitive effect of frontal DC brain
polarization in healthy
individuals”, **Neurology**, 64/5, 872-875.

İYİLİKÇİ, O., AMADO, S.: 2011

Bilişsel Psikoloji Terimler Sözlüğü, Ege
Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir.

İYİLİKÇİ, O.: 2020

Psikologlar için SPSS ve Araştırma Desenleri,
Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.

JACOBSON, L., KOSLOWSKY,
M., LAVIDOR, M.: 2012

“tDCS polarity effects in motor and cognitive
domains: a meta-analytical
review”, **Experimental Brain Research**, 216/1,
1-10.

JAVADI, A. H., CHENG, P.,
WALSH, V.: 2012

“Short duration transcranial direct current
stimulation (tDCS) modulates verbal
memory”, **Brain Stimulation**, 5/4, 468-474.

JAVADI, A. H., WALSH, V.:
2012

“Transcranial direct current stimulation (tDCS) of the left dorsolateral prefrontal cortex modulates declarative memory”, **Brain Stimulation**, 5/3, 231-241.

JEON, S. Y., HAN, S. J.: 2012

“Improvement of the working memory and naming by transcranial direct current stimulation.” **Annals of Rehabilitation Medicine**, 36/5, 585-595.

JOHNSON, M. K.,
HASHTROUDI, S., LINDSAY,
D. S.: 1993

“Source monitoring”, **Psychological Bulletin**, 114/1, 3-28.

JONES, K. T., BERRYHILL, M.
E.: 2012

“Parietal contributions to visual working memory depend on task difficulty”, **Frontiers in Psychiatry**, 3/81, 1-11.

JONES, K. T., GÖZENMAN, F.,
BERRYHILL, M. E.: 2014

“Enhanced long-term memory encoding after parietal neurostimulation”, **Experimental Brain Research**, 232/12, 4043-4054.

KARAKAŞ, S.: 2017

“Prof. Dr. Sirel Karakaş Psikoloji Sözlüğü: Bilgisayar Programı ve Veritabanı - www.psikolojisozlugu.com (sürüm: 5.2.0/2022)”, (Çevrimiçi) <https://www.psikolojisozlugu.com/perseveration-perseverasyon>, 20 Haziran 2022.

KELLAWAY, P.: 1946

“The part played by electric fish in the early history of bioelectricity and electrotherapy”, **Bulletin of the History of Medicine**, 20/2, 112-137.

- KHALEGHI, A., PIRZAD JAHROMI, G., ZARAFSHAN, H., MOSTAFAVI, S. A., MOHAMMADI, M. R.: 2020 "Effects of transcranial direct current stimulation of prefrontal cortex on risk-taking behavior", **Psychiatry and Clinical Neurosciences**, 74/9, 455-465.
- KILLGORE, W. D., GOGEL, H.: 2014 "The design organization test: Further demonstration of reliability and validity as a brief measure of visuospatial ability", **Applied Neuropsychology: Adult**, 21/4, 297-309.
- KLAMING, L., VEDDER, A.: 2009 "Brushing up our memories: Can we use neurotechnologies to improve eyewitness memory?", **Law, Innovation and Technology**, 1/2, 203-221.
- KLUWE-SCHIAVON, B., VIOLA, T. W., SANVICENTE-VIEIRA, B., MALLOY-DINIZ, L. F., GRASSI-OLIVEIRA, R.: 2017 "Balancing automatic-controlled behaviors and emotional-salience states: A dynamic executive functioning hypothesis", **Frontiers in Psychology**, 7/2067, 1-12.
- 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**, 13/5, 1396-1398.
- KWON, Y. H., KANG, K. W., SON, S. M., LEE, N. K.: 2015 "Is effect of transcranial direct current stimulation on visuomotor coordination dependent on task difficulty?", **Neural Regeneration Research**, 10/3, 463-466.
- LARA, G. A. D., KNECHTGES, P. N., PAULUS, W., ANTAL, A.: 2017 "Anodal tDCS over the left DLPFC did not affect the encoding and retrieval of verbal declarative information", **Frontiers in Neuroscience**, 11/452, 1-9.

- LEACH, R. C., MCCURDY, M. P., TRUMBO, M. C., MATZEN, L. E., LESHIKAR, E. D.: 2016 “Transcranial stimulation over the left inferior frontal gyrus increases false alarms in an associative memory task in older adults”, **Healthy Aging Research**, 5, 1-6.
- LEIPPE, M. R., WELLS, G. L., OSTROM, T. M.: 1978 “Crime seriousness as a determinant of accuracy in eyewitness identification”, **Journal of Applied Psychology**, 63/3, 345-351.
- LESHIKAR, E. D., LEACH, R. C., MCCURDY, M. P., TRUMBO, M. C., SKLENAR, A. M., FRANKENSTEIN, A. N., MATZEN, L. E.: 2017 “Transcranial direct current stimulation of dorsolateral prefrontal cortex during encoding improves recall but not recognition memory”, **Neuropsychologia**, 106, 390-397.
- LEWIN, C., HERLITZ, A.: 2002 “Sex differences in face recognition—Women’s faces make the difference”, **Brain and Cognition**, 50/1, 121-128.
- LEWIS, P. M., THOMSON, R. H., ROSENFELD, J. V., FITZGERALD, P. B.: 2016 “Brain neuromodulation techniques: a review”, **The Neuroscientist**, 22/4, 406-421.
- LINDHOLM, T., CHRISTIANSON, S. Å.: 1998 “Gender effects in eyewitness accounts of a violent crime” **Psychology, Crime and Law**, 4/4, 323-339.
- LOFTUS, E. F., MILLER, D. G., BURNS, H. J.: 1978 “Semantic integration of verbal information into a visual memory”, **Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory**, 4/1, 19-31.

LUCKE, J. C., HALL, W. D.:
2010

“Begging the question: presupposing that TMS can be shown to enhance eyewitness testimony”, **AJOB Neuroscience**, 1/3, 34-35.

LUQUE-CASADO, A.,
RODRÍGUEZ-FREIRÍA, R.,
FOGELSON, N., IGLESIAS-
SOLER, E., FERNÁNDEZ-DEL-
OLMO, M.: 2020

“An integrative clustering approach to tDCS individual response variability in cognitive performance: Beyond a null effect on working memory”, **Neuroscience**, 443, 120-130.

MA, D. S., CORRELL, J.,
WITTENBRINK, B.: 2015

“The Chicago face database: A free stimulus set of faces and norming data”, **Behavior Research Methods**, 47/4, 1122-1135.

MANENTI, R., BRAMBILLA,
M., PETESI, M., FERRARI, C.,
COTELLI, M.: 2013

“Enhancing verbal episodic memory in older and young subjects after non-invasive brain stimulation”, **Frontiers in Aging Neuroscience**, 5/49, 1-9.

MANENTI, R., SANDRINI, M.,
BRAMBILLA, M., COTELLI,
M.: 2016

“The optimal timing of stimulation to induce long-lasting positive effects on episodic memory in physiological aging”, **Behavioural Brain Research**, 311, 81-86.

MANENTI, R., SANDRINI, M.,
GOBBI, E., BINETTI, G.,
COTELLI, M.: 2020

“Effects of transcranial direct current stimulation on episodic memory in amnesic mild cognitive impairment: A pilot study”, **The Journals of Gerontology: Series B**, 75/7, 1403-1413.

MANENTI, R., SANDRINI, M.,
GOBBI, E., COBELLI, C.,
BRAMBILLA, M., BINETTI, G.,
COTELLI, M.: 2017

“Strengthening of existing episodic memories through non-invasive stimulation of prefrontal cortex in older adults with subjective memory complaints”, **Frontiers in Aging Neuroscience**, 9/401, 1-10.

- MANSOUR, J. K., HAMILTON, C. M., GIBSON, M. T.: 2019 “Understanding the weapon focus effect: The role of threat, unusualness, exposure duration, and scene complexity”, **Applied Cognitive Psychology**, 33/6, 991-1007.
- MAYER, J. T., CHOPARD, G., NICOLIER, M., GABRIEL, D., MASSE, C., GIUSTINIANI, J., VANDEL, P., HAFFEN, E., BENNABI, D.: 2020 “Can transcranial direct current stimulation (tDCS) improve impulsivity in healthy and psychiatric adult populations? A systematic review”, **Progress in Neuropsychopharmacology and Biological Psychiatry**, 98/109814, 1-27.
- MCQUISTON-SURRETT, D., MALPASS, R. S., TREDoux, C. G.: 2006 “Sequential vs. Simultaneous Lineups: A Review of Methods, Data, and Theory”, **Psychology, Public Policy, and Law**, 12/2, 137-169.
- MEDVEDEVA, A., MATERASSI, M., NEACSU, V., BERESFORD-WEBB, J., HUSSIN, A., KHAN, N., NEWTON, F., GALLI, G.: 2019 “Effects of anodal transcranial direct current stimulation over the ventrolateral prefrontal cortex on episodic memory formation and retrieval”, **Cerebral Cortex**, 29/2, 657-665.
- MEISSNER, C. A., BRIGHAM, J. C.: 2001 “Thirty years of investigating the own-race bias in memory for faces: A meta-analytic review”, **Psychology, Public Policy, and Law**, 7/1, 3-35.
- MERTON, P. A., MORTON, H. B.: 1980 “Stimulation of the cerebral cortex in the intact human subject”, **Nature**, 285/5762, 227-227.

- METCALFE, J., MISCHEL, W.: 1999 “A hot/cool-system analysis of delay of gratification: Dynamics of willpower.” **Psychological Review**, 106/1, 3-19.
- MILLER, B. L.: 2007 “The Human Frontal Lobe An Introduction”, B. L. Miller and J. L. Cummings (Eds.), **The human frontal lobes: Functions and disorders** içinde (s.3-11). The Guilford Press.
- MILLER, E. K., COHEN, J. D.: 2001 “An integrative theory of prefrontal cortex function”, **Annual Review of Neuroscience**, 24/1, 167-202.
- MINATI, L., CAMPANHÃ, C., CRITCHLEY, H. D., BOGGIO, P. S.: 2012 “Effects of transcranial direct-current stimulation (tDCS) of the dorsolateral prefrontal cortex (DLPFC) during a mixed-gambling risky decision-making task”, **Cognitive Neuroscience**, 3/2, 80-88.
- MIYAKE, A., FRIEDMAN, N. P., EMERSON, M. J., WITZKI, A. H., HOWERTER, A., WAGER, T. D.: 2000 “The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis”, **Cognitive Psychology**, 41/1, 49-100.
- MONTE-SILVA, K., KUO, M. F., HESSENTHALER, S., FRESNOZA, S., LIEBETANZ, D., PAULUS, W., NITSCHKE, 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.
- MORGAN, A. B., LILIENFELD, S. O.: 2000 “A meta-analytic review of the relation between antisocial behavior and neuropsychological measures of executive function”, **Clinical Psychology Review**, 20/1, 113-136.

MORGAN III, C. A.,
SOUTHWICK, S., STEFFIAN,
G., HAZLETT, G. A., LOFTUS,
E. F.: 2013

“Misinformation can influence memory for recently experienced, highly stressful events”, **International journal of law and Psychiatry**, 36/1, 11-17.

MURPHY, O. W., HOY, K. E.,
WONG, D., BAILEY, N. W.,
FITZGERALD, P. B., SEGRAVE,
R. A.: 2020

“Transcranial random noise stimulation is more effective than transcranial direct current stimulation for enhancing working memory in healthy individuals: Behavioural and electrophysiological evidence”, **Brain Stimulation**, 13/5, 1370-1380.

NAJIB, U., PASCUAL-LEONE,
A.: 2011

“Paradoxical functional facilitation with noninvasive brain stimulation”, Kapur, N. (Ed.), **The Paradoxical Brain** içinde (s.234-260) Cambridge University Press, Cambridge.

NASR, S., TOOTELL, R. B. H.:
2012

“Role of fusiform and anterior temporal cortical areas in facial recognition”, **Neuroimage**, 63/3, 1743-1753.

NEJATI, V., SALEHINEJAD, M.
A., NITSCHKE, M. A.: 2018

“Interaction of the left dorsolateral prefrontal cortex (l-DLPFC) and right orbitofrontal cortex (OFC) in hot and cold executive functions: Evidence from transcranial direct current stimulation (tDCS)”, **Neuroscience**, 369, 109-123.

NEJATI, V., SALEHINEJAD, M.
A., NITSCHKE, M. A., NAJIAN,
A., & JAVADI, A. H.: 2020

“Transcranial direct current stimulation improves executive dysfunctions in ADHD: implications for inhibitory control, interference control, working memory, and cognitive flexibility”, **Journal of Attention Disorders**, 24/13, 1928-1943.

- NITSCHKE, 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.
- NITSCHKE, 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
- NITSCHKE, M. A., PAULUS, W.: 2001 “Sustained excitability elevations induced by transcranial DC motor cortex stimulation in humans”, **Neurology**, 57/10, 1899-1901.
- NORMAN, D. A., SHALLICE, T.: 1986 “Attention to action: willed and automatic control of behavior”, R. Davidson, R. Schwartz & D. Shapiro (Eds.), **Consciousness and Self-Regulation** içinde (s.1-18). Springer, Boston, MA
- OHN, S. H., PARK, C. I., YOO, W. K., KO, M. H., CHOI, K. P., KIM, G. M., LEE, Y.T., KIM, Y. H.: 2008 “Time-dependent effect of transcranial direct current stimulation on the enhancement of working memory”, **Neuroreport**, 19/1, 43-47.
- OLDFIELD, R. C.: 1971 “The assessment and analysis of handedness: The Edinburgh Inventory”, **Neuropsychologia**, 9/1, 97- 113.
- OLDRATI, V., COLOMBO, B., ANTONIETTI, A.: 2018 “Combination of a short cognitive training and tDCS to enhance visuospatial skills: A comparison between online and offline

- neuromodulation”, **Brain Research**, 1678, 32-39.
- OLIVEIRA, J. F., ZANÃO, T. A., VALIENGO, L., LOTUFO, P. A., BENSEÑOR, I. M., FREGNI, F., BRUNONI, A. R.: 2013 “Acute working memory improvement after tDCS in antidepressant-free patients with major depressive disorder”, **Neuroscience Letters**, 537, 60-64.
- ÖRNEK, T., KESKİNER, A.: 1998 “Mini International Neuropsychiatric Interview”, In: Sheehan, D., Janavs, J., Baker, R., Harnett-Sheehan, K., Knapp, E., Sheehan, M., Lecrubier, Y., Weiller, E., Hergueta, T., Amorim, P., Bonora, L., Lepine, J. P.”, **Journal of Clinical Psychiatry**, 59/Suppl. 20, 34-57.
- PARENT, A.: 2004 “Giovanni Aldini: From animal electricity to human brain stimulation”, **Canadian Journal of Neurological Sciences**, 31/4, 576-584.
- PARK, S. H., SEO, J. H., KIM, Y. H., KO, M. H.: 2014 “Long-term effects of transcranial direct current stimulation combined with computer-assisted cognitive training in healthy older adults”, **Neuroreport**, 25/2, 122-126.
- PARKIN, A. J.: 1998 “The central executive does not exist.” **Journal of the International Neuropsychological Society**, 4/5, 518-522.
- PENFIELD, W., BOLDREY, E.: 1937 “Somatic motor and sensory representation in the cerebral cortex of man as studied by electrical stimulation”, **Brain**, 60/4, 389-443.

PENOLAZZI, B., DI
DOMENICO, A., MARZOLI, D.,
MAMMARELLA, N.,
FAIRFIELD, B., FRANCIOTTI,
R., BRANCUCCI, A.,
TOMMASI, L.: 2010

“Effects of transcranial direct current stimulation on episodic memory related to emotional visual stimuli”, **PloS One**, 5/5, 1-6.

PIRULLI, C., FERTONANI, A.,
MINIUSSI, C.: 2013

“The role of timing in the induction of neuromodulation in perceptual learning by transcranial electric stimulation”, **Brain Stimulation**, 6/4, 683-689.

PISONI, A., TURI, Z., RAITHEL,
A., AMBRUS, G. G.,
ALEKSEICHUK, I., SCHACHT,
A., PAULUS, W., ANTAL, A.:
2015a

“Separating recognition processes of declarative memory via anodal tDCS: Boosting old item recognition by temporal and new item detection by parietal stimulation”, **PLoS One**, 10/3, e0123085, 1-17.

PISONI, A., VERNICE, M.,
IASEVOLI, L., CATTANEO, Z.,
PAPAGNO, C.: 2015b

“Guess who? Investigating the proper name processing network by means of tDCS”, **Neuropsychologia**, 66, 267-278.

POLIZZOTTO, N. R.,
RAMAKRISHNAN, N., CHO, R.
Y.: 2020

“Is it possible to improve working memory with prefrontal tDCS? Bridging currents to working memory models”, **Frontiers in Psychology**, 11/939, 1-11.

PRIORI, A.: 2003

“Brain polarization in humans: a reappraisal of an old tool for prolonged non-invasive modulation of brain excitability”, **Clinical Neurophysiology**, 114/4, 589-595.

PRIPFL, J., NEUMANN, R.,
KÖHLER, U., LAMM, C.: 2013

“Effects of transcranial direct current stimulation on risky decision making are mediated by ‘hot’ and ‘cold’ decisions, personality, and hemisphere”, **European Journal of Neuroscience**, 38/12, 3778-3785.

RANKIN, K.: 2007

“Social cognition in frontal injury”, B. L. Miller and J. L. Cummings (Eds.), **The human frontal lobes: Functions and disorders** içinde (s. 345-360). The Guilford Press.

REITAN, R. M.: 1958

“Validity of the Trail Making Test as an indicator of organic brain damage”, **Perceptual and Motor Skills**, 8/3, 271-276.

REITAN, R. M., WOLFSON, D.:
1985

The Halstead-Reitan Neuropsychological Test Battery, Tucson, Neuropsychology Press.

ROEDIGER III, H. L.,
MCDERMOTT, K. B.: 1995

“Creating false memories: Remembering words not presented in lists”, **Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition**, 21/4, 803-814.

ROSS, L. A., MCCOY, D.,
COSLETT, H. B., OLSON, I. R.,
WOLK, D. A.: 2011

“Improved proper name recall in aging after electrical stimulation of the anterior temporal lobes”, **Frontiers in Aging Neuroscience**, 3/16, 1-8.

RUSSO, R., TWYMAN, P.,
COOPER, N. R., FITZGERALD,
P. B., WALLACE, D.: 2017

“When you can, scale up: Large-scale study shows no effect of tDCS in an ambiguous risk-taking task”, **Neuropsychologia**, 104, 133-143.

SAAVALAINEN, P., LUOMA, L., BOWLER, D., MÄÄTTÄ, S., KIVINIEMI, V., LAUKKANEN, E., HERRGÅRD, E.: 2007

“Spatial span in very prematurely born adolescents”, **Developmental Neuropsychology**, 32/3, 769-785.

SALDANHA, J. S., ZORTEA, M., DELIBERALI, C. B., NITSCHKE, M. A., KUO, M. F., TORRES, I. L. S., FREGNI, F., CAUMO, W.: 2020

“Impact of age on tDCS effects on pain threshold and working memory: Results of a proof of concept cross-over randomized controlled study”, **Frontiers in Aging Neuroscience**, 12/189, 1-14.

SALATINO, A., MICCOLIS, R., GAMMERI, R., NINGHETTO, M., BELLI, F., NOBILI, M., MOURAUX, A., RICCI, R.: 2021

“Improvement of impulsivity and decision making by transcranial direct current stimulation of the dorsolateral prefrontal cortex in a patient with gambling disorder”, **Journal of Gambling Studies**, 38/2, 627-634.

SALEHINEJAD, M. A., GHANAVATI, E., RASHID, M. H. A., NITSCHKE, M. A.: 2021

“Hot and cold executive functions in the brain: A prefrontal-cingular network”, **Brain and Neuroscience Advances**, 5, 1-19.

SANDRINI, M., MANENTI, R., BRAMBILLA, M., COBELLI, C., COHEN, L. G., COTELLI, M.: 2016

“Older adults get episodic memory boosting from noninvasive stimulation of prefrontal cortex during learning”, **Neurobiology of Aging**, 39, 210-216.

SANDRINI, M., MANENTI, R., GOBBI, E., RUSICH, D., BARTL, G., COTELLI, M.: 2019

“Transcranial direct current stimulation applied after encoding facilitates episodic memory consolidation in older adults”, **Neurobiology of Learning and Memory**, 163/107037, 1-8.

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, 1-15.

SAUERLAND, M.,
RAYMAEKERS, L. H. C.,
OTGAAR, H., MEMON, A.,
WALTJEN, T. T., NIVO, M.,
SLEGGERS, C., BROERS, N. J.,
SMEETS, T.: 2016

“Stress, stress-induced cortisol responses, and eyewitness identification performance”, **Behavioral Sciences and the Law**, 34/4, 580-594.

SCHREIBER, N., BELLAH, L.
D., MARTINEZ, Y.,
MCLAURIN, K. A., STROK, R.,
GARVEN, S., WOOD, J. M.:
2006

“Suggestive interviewing in the McMartin Preschool and Kelly Michaels daycare abuse cases: A case study”, **Social Influence**, 1/1, 16-47.

SERGEANT, J., OHTA, S.,
MACDONALD, B.: 1992

“Functional neuroanatomy of face and object processing: A positron emission tomography study”, **Brain**, 115/1, 15-36.

SHAW, J. I., SKOLNICK, P.:
1994

“Sex differences, weapon focus, and eyewitness reliability”, **The Journal of Social Psychology**, 134/4, 413-420.

SHEEHAN, D. V., LECRUBIER,
Y., SHEEHAN, K. H., AMORIM,
P., JANAUS, J., WEILLER, E.
HERGUETA, T., BAKER, R.,
DUNBAR, G. C.: 1998

“The Mini International Neuropsychiatric Interview (M.I.N.I.): The development and validation of a structured diagnostic psychiatric interview”, **Journal of Clinical Psychiatry**, 59/Suppl 20, 22-33.

SHUNK, A. W., DAVIS, A. S.,
DEAN, R. S.: 2006

“Test Review: Dean C. Delis, Edith Kaplan & Joel H. Kramer, Delis Kaplan Executive Function System (D-KEFS), The Psychological

- Corporation, San Antonio, TX, 2001.” **Applied Neuropsychology**, 13/4, 275-279.
- SIEGEL, J. M., LOFTUS, E. F.: 1978 “Impact of anxiety and life stress upon eyewitness testimony”, **Bulletin of the Psychonomic Society**, 12/6, 479-480.
- SMIRNI, D., TURRIZIANI, P., MANGANO, G. R., CIPOLOTTI, L., OLIVERI, M.: 2015 “Modulating memory performance in healthy subjects with transcranial direct current stimulation over the right dorsolateral prefrontal cortex”, **PloS One**, 10/12, e0144838, 1-11.
- SPORER, S. L.: 1993 “Eyewitness identification accuracy, confidence, and decision times in simultaneous and sequential lineups”, **Journal of Applied Psychology**, 78/1, 22-33.
- SPRING, T., SALTZSTEIN, H. D., SIEGEL, L.: 2021 “Gender Differences in Moral Influences on Adolescents’ Eyewitness Identification”, **The Journal of Genetic Psychology**, 182/1, 47-59.
- STEINBERG, L.: 2008 “A social neuroscience perspective on adolescent risk-taking”, **Developmental Review**, 28/1, 78-106.
- STERN, W.: 1939 “The psychology of testimony”, **Journal of Abnormal and Social Psychology**, 34/1, 3-20.
- STUSS, D. T., BENSON, D. F.: 1984 “Neuropsychological studies of the frontal lobes”, **Psychological Bulletin**, 95/1, 3-28.
- SUTHERLAND, R., HAYNE, H.: 2001 “Age-related changes in the misinformation effect”, **Journal of Experimental Child Psychology**, 79/4, 388-404.

SWANSON, J.: 2005

“The Delis-Kaplan Executive Function System: A review”, **Canadian Journal of School Psychology**, 20/1-2, 117-128.

ŞİŞMAN, S.: 2014

“Hemisferik Asimetri, El Tercihi ve Cinsiyet: Sözel ve Sözel Olmayan Nöropsikolojik Test Performansı” Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.

ŞİŞMAN-BAL, S., AYÇİÇEĞİ-DINN, A., DINN, W. M.: 2018

“Sigara kullanımı, nöropsikolojik performans ve kişilik özellikleri”, **Nesne Psikoloji Dergisi**, 6/13, 367-406.

TEO, F., HOY, K. E., DASKALAKIS, Z. J., FITZGERALD, P. B.: 2011

“Investigating the role of current strength in tDCS modulation of working memory performance in healthy controls”, **Frontiers in Psychiatry**, 2/45, 1-6.

THORLEY, C.: 2013

“Memory conformity and suggestibility”, **Psychology, Crime & Law**, 19/7, 565-575.

THOMPSON, S. G.: 2009

“Judicial blindness to eyewitness misidentification”, **Marquette Law Review**, 93/2, 639-670.

TOMBAUGH, T. N.: 2004

“Trail Making Test A and B: Normative data stratified by age and education”, **Archives of Clinical Neuropsychology**, 19/2, 203-214.

- TRANEL, D., ANDERSON, S. W., BENTON, A., 1994 “Development of the concept of ‘Executive Function’ and its Relationship to the Frontal Lobes”, F. Boller and J. Grafman (Eds.), **Handbook of Neuropsychology**, Vol. 9, içinde (s. 125-148). Elsevier Science B.V.
- TREMBLAY, S., LEPAGE, J. F., LATULIPE-LOISELLE, A., FREGNI, F., PASCUAL-LEONE, A., THÉORET, H.: 2014 “The uncertain outcome of prefrontal tDCS”, **Brain Stimulation**, 7/6, 773-783.
- TROJAK, B., SOUDRY-FAURE, A., ABELLO, N., CARPENTIER, M., JONVAL, L., ALLARD, C., SABSEVARI, F., BLAISE, E., PONA VOY, E., BONIN, B., MEILLE, V., CHAUVET-GELINIER, J. C.: 2016 “Efficacy of transcranial direct current stimulation (tDCS) in reducing consumption in patients with alcohol use disorders: Study protocol for a randomized controlled trial”, **Trials**, 17/250, 1-8.
- TRUONG, D. Q., BIKSON, M.: 2018 “Physics of transcranial direct current stimulation devices and their history.”, **The Journal of ECT**, 34/3, 137-143.
- TULVING, E., KAPUR, S., CRAIK, F. I., MOSCOVITCH, M., HOULE, S.: 1994 “Hemispheric encoding/retrieval asymmetry in episodic memory: positron emission tomography findings”, **Proceedings of the National Academy of Sciences**, 91/6, 2016-2020.
- TÜRK DİL KURUMU: 2002 “Güncel Türkçe Sözlük” (Çevrimiçi) <https://sozluk.gov.tr/> , 29 Nisan 2022.
- VEDDER, A., KLAMING, L.: 2010 “Human enhancement for the common good—Using neurotechnologies to improve eyewitness memory”, **AJOB Neuroscience**, 1/3, 22-33.

VILLAMAR, M. F., VOLZ, M. S., BIKSON, M., DATTA, A., DASILVA, A. F., FREGNI, F.: 2013

“Technique and considerations in the use of 4x1 ring high-definition transcranial direct current stimulation (HD-tDCS)”, **Journal of Visualized Experiments**, 77/e50309, 1-15.

VOLKOW, N. D., MORALES, M.: 2015

“The brain on drugs: From reward to addiction”, **Cell**, 162/4, 712-725.

WANG, J., WEN, J. B., LI, X. L.: 2018

“No effect of transcranial direct current stimulation of the dorsolateral prefrontal cortex on short-term memory”, **CNS Neuroscience & Therapeutics**, 24/1, 58-63.

WECHSLER, D.: 1981

Wechsler Adult Intelligence Scale-Revised (WAIS- R) Manual. New York: The Psychological Corporation.

WECHSLER, D.: 1987

Wechsler Memory Scale-Revised, New York: Psychological Corporation.

WECHSLER, D.: 1997

Wechsler Memory Scale-Third Edition, San Antonio, TX: The Psychological Corporation.

WEINTRAUB, S: 2000

“Neuropsychological Assesment of Mental State” M. Marsel Mesulam (Ed.), **Principles of Behavioral and Cognitive Neurology** içinde (s.121-173). Oxford University Press.

WELLS, G. L.: 1978

“Applied eyewitness-testimony research: System variables and estimator variables”, **Journal of Personality and Social Psychology**, 36/12, 1546-1557.

- WELLS, G. L., KOVERA, M. B., DOUGLASS, A. B., BREWER, N., MEISSNER, C. A., WIXTED, J. T.: 2020 "Policy and procedure recommendations for the collection and preservation of eyewitness identification evidence", **Law and Human Behavior**, 44/1, 3-36.
- WELLS, G. L., OLSON, E. A.: 2001 "The other-race effect in eyewitness identification: What do we do about it?", **Psychology, Public Policy, and Law**, 7/1, 230-246.
- WELLS, G. L., OLSON, E. A.: 2003 "Eyewitness Testimony", **Annual Review of Psychology**, 54, 277-295.
- WELLS, G. L., STEBLAY, N. K., DYSART, J. E.: 2014 "Double-blind photo lineups using actual eyewitnesses: an experimental test of a sequential versus simultaneous lineup procedure", **Law and Human Behavior**, 39/1, 1-14.
- WILSON, J. P., HUGENBERG, K., BERNSTEIN, M. J.: 2013 "The cross-race effect and eyewitness identification: How to improve recognition and reduce decision errors in eyewitness situations", **Social Issues and Policy Review**, 7/1, 83-113.
- WISCHNIEWSKI, J., WINDMANN, S., JUCKEL, G., BRÜNE, M.: 2009 "Rules of social exchange: Game theory, individual differences and psychopathology", **Neuroscience and Biobehavioral Reviews**, 33/3, 305-313.
- WONG, L. Y. X., GRAY, S. J., GALLO, D. A.: 2018 "Does tDCS over prefrontal cortex improve episodic memory retrieval? Potential importance

- of time of day”, **Cognitive Neuroscience**, 9/3-4, 167-180.
- WRIGHT, D. B., SLADDEN, B.: 2003 “An own gender bias and the importance of hair in face recognition”, **Acta Psychologica**, 114, 101-114.
- WU, Y. J., TSENG, P., CHANG, C. F., PAI, M. C., HSU, K. S., LIN, C. C., JUAN, C. H.: 2014 “Modulating the interference effect on spatial working memory by applying transcranial direct current stimulation over the right dorsolateral prefrontal cortex.” **Brain and Cognition**, 91, 87-94.
- YANG, X., GAO, M., SHI, J., YE, H., CHEN, S.: 2017 “Modulating the activity of the DLPFC and OFC has distinct effects on risk and ambiguity decision-making: A tDCS study”, **Frontiers in Psychology**, 8/1417, 1-11.
- YE, H., CHEN, S., HUANG, D., WANG, S., JIA, Y., LUO, J.: 2015 “Transcranial direct current stimulation over prefrontal cortex diminishes degree of risk aversion”, **Neuroscience Letters**, 598, 18-22.
- YILMAZ, B.: 2000 “Wechsler Yetişkinler için Zeka Ölçeği Gözden Geçirilmiş Formu (WAIS-R) Sözcük Dağarcığı Alt Ölçeği Türkiye Standardizasyonu- Ön Çalışma”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- ZAGO, S., FERRUCCI, R., FREGNI, F., PRIORI, A.: 2008 “Bartholow, Sciamanna, Alberti: Pioneers in the electrical stimulation of the exposed human cerebral cortex”, **The Neuroscientist**, 14/5, 521-528.

ZAJAC, R., DICKSON, J.,
MUNN, R., & O'NEILL, S.: 2016

“Trusht me, I know what I sshaw: The acceptance of misinformation from an apparently unreliable co-witness”, **Legal and Criminological Psychology**, 21/1, 127-140.

ZELAZO, P. D., CARTER, A.,
REZNICK, J. S., FRYE, D.: 1997

“Early development of executive function: A problem-solving framework”, **Review of General Psychology**, 1/2, 198-226.

ZHU, R., LUO, Y., WANG, Z.,
YOU, X.: 2020

“Modality effects in verbal working memory updating: Transcranial direct current stimulation over human inferior frontal gyrus and posterior parietal cortex”, **Brain and Cognition**, 145/105630, 1-8.

ZINCHENKO, O.,
ENIKOLOPOVA, E.: 2017

“The impact of executive functions and emotional intelligence on Iowa Gambling Task performance: Focus on right frontal lobe damage.”, **Archives of Clinical Neuropsychology**, 32/8, 1026-1036.

ŽIVANOVIĆ, M., PAUNOVIĆ,
D., KONSTANTINOVIĆ, U.,
VULIĆ, K., BJEKIĆ, J.,
FILIPOVIĆ, S. R.: 2021.

“The effects of offline and online prefrontal vs parietal transcranial direct current stimulation (tDCS) on verbal and spatial working memory”, **Neurobiology of Learning and Memory**, 179/107398, 1-11.

ZWISSLER, B., PLEWNIA, C.:
2013

“Transcranial direct current stimulation (tDCS) modulates false memories”, **Society Proceedings/Clinical Neurophysiology**, 124/10, e94-e95.

EKLER

Ek 1: TDAU Uygunluk Anketi

Daha önce hiç ...

TMS/tDAU'ya karşı olumsuz bir tepki verdiğiniz oldu mu? ☐ Evet ☐ Hayır

Nöbet geçirdiniz mi? ☐ Evet ☐ Hayır

Açıklanamayan bir bilinç kaybı yaşadınız mı? ☐ Evet ☐ Hayır

İnme/felç geçirdiniz mi? ☐ Evet ☐ Hayır

Ciddi bir kafa hasarı/travması geçirdiniz mi? ☐ Evet ☐ Hayır

Başınızdan ameliyat oldunuz mu? ☐ Evet ☐ Hayır

Hiç beyinle ilgili, nörolojik hastalıklarınız oldu mu? ☐ Evet ☐ Hayır

Hiç beyin hasarına neden olabilecek bir hastalık geçirdiniz mi? ☐ Evet ☐ Hayır

Sık sık veya şiddetli baş ağrılarınız oluyor mu? ☐ Evet ☐ Hayır

Başınızda (ağzınızın dışında) şarapnel, cerrahi parçalar ya da kaynak parçaları gibi metal var mı? ☐ Evet ☐ Hayır

Kalp pili, tıbbi pompalar gibi vücudunuza yerleştirilmiş tıbbi cihazlar var mı? ☐ Evet
☐ Hayır

İlaç kullanıyor musunuz? ☐ Evet ☐ Hayır

Hamile misiniz, ya da hamile olabileceğinize dair herhangi bir şüpheniz var mı? ☐ Evet
☐ Hayır

Ailenizde epilepsisi olan biri var mı? ☐ Evet ☐ Hayır

tDAU/HD-tDAU ya da onunla bağlantılı riskler hakkında daha fazla açıklamaya ihtiyacınız var mı? ☐ Evet ☐ Hayır

Ek 2: Edinburgh El Tercihi Envanteri

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

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

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

Ek 3: Desen Organizasyon Testi Örnek Sayfası

APPENDIX

DESIGN ORGANIZATION TEST

Practice

1

2

3

4

5

6

Example:

1

6

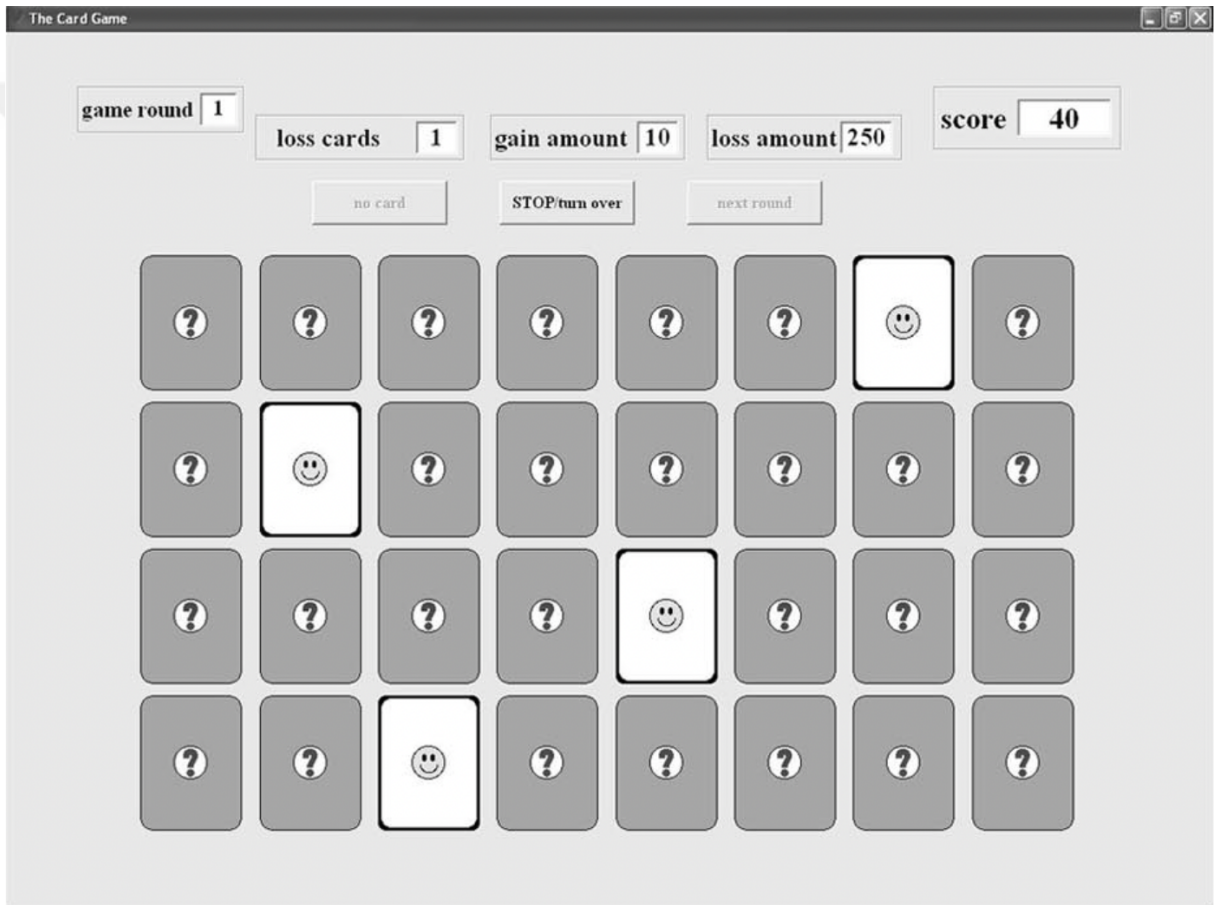
6

1

Ek 4: Yan Etkiler Anketi

Aşağıdaki belirtilerden ya da yan etkilerden birini yaşadınız mı?	Aşağıdaki boşluğa (1-4) arasında bir değer giriniz. 1- Yok 2- Hafif 3- Orta 4- Şiddetli	Eğer varsa, sizce bu HD-tDAU ile ilgili mi? 1- Hiç 2- Çok düşük ihtimal 3- Olası 4- Muhtemelen 5- Kesinlikle	Notlar
Baş Ağrısı			
Boyun Ağrısı			
Kafa Derisinde ağrı			
Kafa Derisinde Yanma			
Karıncalanma Hissi			
Deride Kırmızılık/Kızarma			
Uyku Hali			
Dikkati toplamada sorunlar			
Akut duygudurum değişimi			
Diğer (Ayrıntılı belirtiniz)			

Ek 5: Kolombiya Kart Görevi – Sıcak Yönetici İşlev Versiyonu Örnek Ekran Görşeli *



Ek 6: İz Sürme Testi A ve B Formu Örnek Sayfaları

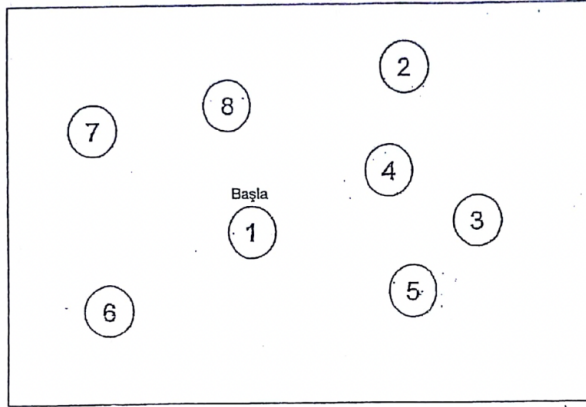
Bilirne
Süresi:

Adı, Soyadı:

Tarih:

İZ SÜRME TESTİ - Bölüm A

ÖRNEK:



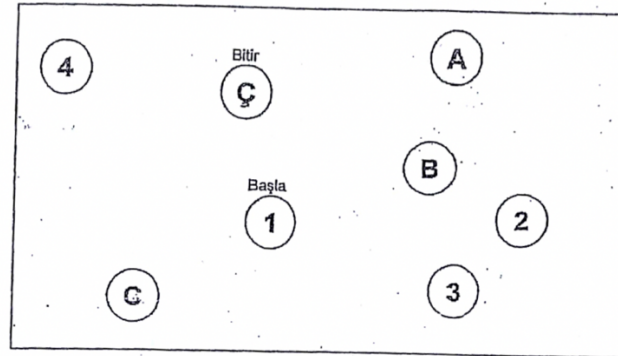
Bilirne
Süresi:

Adı, Soyadı:

Tarih:

İZ SÜRME TESTİ - Bölüm B

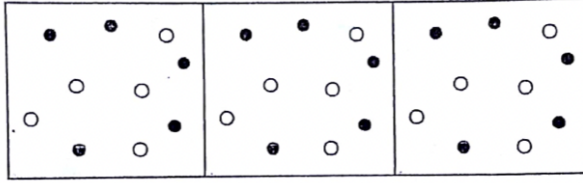
ÖRNEK:



Ek 7: DKYİS- Desen Akıcılık Testi- Değiştirme Bölümü Deneme Sayfası

Condition
Switchir

Practice



Ek 8: Harf Sayı Dizisi Testi

Katılımcı no:

Tarih:

HARF VE SAYI TESTİ

Talimat: Emin olabilmek için alfabeyi doğru bir şekilde kişiye tekrar ettiriniz. Sonra, deneğe şu talimatı veriniz.

Size bir harf ve sayı listesi okuyacağım. Ben bunları okurken sizden ilk olarak istediğim sayıları küçükten büyüğe doğru sıralamanız. Sonra sizden istediğim harfleri alfabetik sırayla bana söylemeniz.

Örneğin: ben size A4 dediysem, cevabı 4A. Önce sayıyı sonra harfi söylemelisiniz. Size 8B2 dediysem, cevabı 28B. İlk olarak sayıları ardından harfleri söylemelisiniz. Deneyecek olursak, 7C, B9, 2P9, Z9A, ve 8MB.

Testi Bırakma Kuralı: Katılımcı bir sıradaki 4 uyarana da yanlış cevap verdiğinde devam etmeyin!

D6 6D	4L 4L	M2 2M	3B 3B
A1C 1AC	V7T 7TV	5R8 58R	9Ü3 39Ü
Y8G2 28GY	J3N1 13JN	2Z5H 25HZ	4F5S 45FS
4L5C8 458CL	B1J7V 17BJV	9K3E2 239EK	N6R2U 26NRU
D7G4S2 247DGS	P6L3C1 136CLP	2V8K9A 289AKV	4J5T7Ü 457JTÜ
C7G4O1S 147CGOS	8R6M3F2 2368FMR	A2E6J9T 269AEJT	3T4P7M9 3479MPT

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı: Nurdan ULUSOY KÖK

Eğitim Bilgileri

- **2008-2012:** İstanbul Üniversitesi, Psikoloji Lisans Programı
- **2013-2016:** İstanbul Üniversitesi, Psikoloji Yüksek Lisans Programı
Yüksek Lisans Tezi: Görgü Tanıklığında Bellek Performansını Etkileyen Faktörler
- **2016-2022:** İstanbul Üniversitesi, Psikoloji Doktora Programı
Doktora Tezi: Transkraniyal Doğru Akım Uyarımının Tanık Belleği ve Yönetici İşlevler Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi

İş Deneyimi

- **2011:** İÜ Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Çocuk Ruh Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı, Stajyer
- **2013:** Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Psikoloji Bölümü, Araştırma Görevlisi
- **2013- 2018:** İstanbul Üniversitesi, Psikoloji Bölümü, Araştırma Görevlisi
- **2018- devam ediyor:** Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Psikoloji Bölümü, Araştırma Görevlisi

Kurs ve Sertifikalar

- **2013:** İstanbul Üniversitesi ve Münih Ludwig Maximilians Üniversitesi iş birliği ile gerçekleştirilen 16 saatlik “İleri Nöroanatomi Kursu”.
- **2018:** Nöropsikoloji Derneği tarafından düzenlenen 20 saatlik “Temel Nöropsikoloji”, 20 saatlik “Nöropsikolojik Testler ve Uygulamaları” ile 42 saatlik “Nöropsikoloji Süpervizyonu” Çalışma Grupları.

Yayınlar

Uluslararası Hakemli Dergilerde Yayımlanan Makaleler

- Özdeş, A., Bağcı, E., Bürhan Çavuşoğlu, P., **Ulusoy Kök, N.** (2021). Self-referential processing in false recognition and source monitoring: Self-other differences. *Journal of Cognitive Psychology*, 33(8), 823-836.

Uluslararası Bilimsel Toplantılarda Sunulan ve Bildiri Kitaplarında Basılan Bildiriler

- Dinn, W.M., Ayçiçeği-Dinn, Doruk, D., Göral, F., Karamürsel, S., **Ulusoy, N.**, Yıldırım, A., Yıldırım, E.A., Hacıoğlu, M., Fregni, F. (2015). Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) & Treatment-Resistant Obsessive-Compulsive Disorderl, *IV. International Symposium on Neuromodulation*, 2015, Sao Paulo-Brezilya.
- **Ulusoy, N.**, Dinn, W.M., Ayçiçeği-Dinn, A. (2017). Factors affecting the performance of eyewitness memory. *15th European Congress of Psychology (ECP2017)*, 11-14 Temmuz 2017, Amsterdam-Hollanda.
- Şişman-Bal, S., **Ulusoy, N.** (2017). No Left Hand or Male Advantages in the Paper Folding Test. *15th European Congress of Psychology (ECP2017)*, 11-14 Temmuz 2017, Amsterdam-Hollanda.
- Özdeş, A., Bağcı, E., Bürhan Çavuşoğlu, P., **Ulusoy Kök, N.** (2019). The role of self-referencing on false memories in the DRM paradigm. *21st Conference of the European Society for Cognitive Psychology (ESCoP 2019)*, 25-28 Eylül 2019, Tenerife-İspanya.

- Özdeş, A., Bağcı, E., Bürhan Çavuşoğlu, P., **Ulusoy Kök, N.** (2020). Effects of self, close, and unknown other-referencing on false recognition and source monitoring in the DRM paradigm. *7th International Symposium on Brain and Cognitive Science*, 31 Mayıs 2020, Ankara-Türkiye.
- **Ulusoy Kök, N.**, Ayçiçeği Dinn, A., Dinn, W. M. An investigation of the effects of tDCS applied to the prefrontal cortex on risk-taking behavior. *17th European Congress of Psychology (ECP2022)*, 5-8 Temmuz 2022, Ljubljana-Slovenya.

Ulusal Bilimsel Toplantılarda Sunulan ve Bildiri Kitaplarında Basılan Bildiriler

- Özdeş, A., Bağcı, E., **Ulusoy Kök, N.**, Bürhan Çavuşoğlu, P. (2019) DRM Paradigmasında Bellek Yanılgıları: Benlik ve Yakın Bireyleri Referans Almanın Rolü. *V. DeneySEL-BilişSEL Psikoloji Sempozyumu*, 5-6 Eylül 2019, İstanbul-Türkiye.