YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÖRTÜK ÖĞRENME VE ÖRTÜK İPUÇLU PROSPEKTİF BELLEK SÜREÇLERİNİN ELEKTROENSEFALOGRAMLA İNCELENMESİ

GAYE ESKİCİOĞLU

DANIŞMAN
DR. ÖĞR. ÜYESİ ÇİĞDEM ULAŞOĞLU YILDIZ

SİNİRBİLİM ANABİLİM DALI
İLERİ NÖROLOJİK BİLİMLER YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

İSTANBUL - 2025

BEYAN

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

Gaye ESKİCİOĞLU

İTHAF

Hayatın ve bilimin her alanında yollarına devam eden kadınlara ithaf ediyorum.

TEŞEKKÜR

Her adımımda yanımda olan ve bana olan güveninden güç aldığım, nörobilime dair yaratıcı bakış açısıyla ufkumu genişleten tez danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Çiğdem ULAŞOĞLU YILDIZ'a,

Tecrübesi ve konuları ele alış şekliyle bana ilham veren, analiz sürecindeki özverili katkılarıyla beni yalnız bırakmayan ve İstanbul Tıp Fakültesi Fizyoloji EEG Laboratuvarı'nı ikinci evim haline getiren hocam Sayın Prof. Dr. Tamer DEMİRALP'e,

Sinirbilimci olmak üzere çıktığım yolun en başından itibaren beraber yürüdüğüm, tezimin tasarımından EEG kayıtlarına kadar her aşamada yanımda olan, bu süreçteki zorluklarla sabrı ve desteğiyle birlikte mücadele ettiğim sevgili yol arkadaşım Dr. Öğr. Üyesi Sercan ŞEKER'e,

Değerli fikirleri, katılımcı bulma konusundaki destekleri ve hiç bitmeyen enerjisiyle çalışmamı daha da keyifli hale getiren azimli, güler yüzlü dostum Arş. Gör. Emel GENCER'e,

Verdiği tavsiyeler ve yardımlarıyla, analizden kayıta kadar her işe gönülden koşan, laboratuvarımızın çalışkan doktoru Uzm. Dr. Nuh YILMAZ'a,

Bu uzun süreçte yanımda olan, desteklerini esirgemeyen tüm değerli dostlarıma ve aileme,

Gönüllü olarak çalışmama katkı sağlayan, ilgileri ve motivasyonlarıyla beni cesaretlendiren tüm katılımcılarıma içtenlikle teşekkür ederim.

Yüksek lisans eğitim sürecimde, Bilim İnsanı Destek Programları Başkanlığı (BİDEB) 2210-A Yurt İçi Genel Yüksek Lisans Burs Programı kapsamında destekleri için Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu'na (TÜBİTAK) teşekkür ederim.

Bu çalışma, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir. Proje No: TYL-2024-40980.

İÇİNDEKİLER

BEYAN 2
İTHAF 3
TEŞEKKÜR 4
İÇİNDEKİLER 5
TABLOLAR LİSTESİ 7
ŞEKİLLER LİSTESİ 8
SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ 9
ÖZET 10
ABSTRACT 11
1. GİRİŞ VE AMAÇ 12
2. GENEL BİLGİLER 14
2.1. Bellek 14
2.1.1. Bellekte Kodlama, Depolama ve Geri Çağırma Süreçleri 15
2.1.2. Kısa Süreli Bellek ve Çalışma Belleği 16
2.1.3. Uzun Süreli Bellek 17
2.1.3.1. Örtük Öğrenme 17
2.1.4. Prospektif Bellek ve Diğer Bellek Biçimleri ile İlişkisi 19
2.1.5. İpuçlarının Bellek Süreçlerindeki Rolü 23
2.1.5.1. Örtük Bellek Süreçleri ve Prospektif Bellek 23
2.1.6. Bellek Süreçlerine İlişkin Olaya İlişkin Potansiyeller 24
3. GEREÇ VE YÖNTEM 27
3.1. Katılımcılar 27
3.2. Veri Toplama Süreci 27
3.3. Nöropsikolojik Değerlendirme ve Ölçekler 27
3.3.1. California Sözel Öğrenme Testi - II 27
3.3.2. Harf-Rakam Dizisi Testi 28
3.3.3. Stroop Testi 28
3.3.4. Londra Kulesi Testi 29
3.3.5. İleriye ve Geriye Yönelik Bellek Ölçeği (İGYBÖ) 29
3.4. Deneysel Paradigma 29

3.4.1. Uyaranlar 33
3.5. EEG 34
3.6. Prosedür 35
3.7. Verilerin Analizi 35
3.7.1. Olaya İlişkin Potansiyellerin Hesaplanması 36
3.7.2. İstatistiksel Analiz 36
4. BULGULAR 38
4.1. Betimleyici İstatistikler 38
4.2. Davranışsal Bulgular 38
4.2.1. Koşulların Tüm Denemelerine Ait Ortalama Reaksiyon Sürelerinin ve Doğruluk Oranlarının İncelenmesi 38
4.2.2. Koşulların Prospektif Bellek Denemelerine Ait Ortalama Reaksiyon Sürelerinin ve Doğruluk Oranlarının İncelenmesi 41
4.2.3. İpucu Üzerindeki Cinsiyet Etkisinin İncelenmesi 43
4.2.4. Nöropsikolojik Testlere Ait Korelatif Bulgular 43
4.3. Elektrofizyolojik Bulgular 45
5. TARTIŞMA 52
KAYNAKLAR 59
HAM VERİLER 72
FORMLAR 73
ETİK KURUL KARARI 74
İNTİHAL RAPORU İLK SAYFASI 76

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 3-1: Paradigmaya ait uyaran seti 37
Tablo 4-1: Katılımcılara ilişkin demografik bilgiler 38
Tablo 4-2: Oturum sırasına göre cinsiyet dağılım frekans tablosu 38
Tablo 4-3: Tüm Denemelere ait doğru oranları ve ortalama reaksiyon süreleri 40
Tablo 4-4: Prospektif bellek görevlerine ait doğru oranları ve ortalama reaksiyon süreleri 43
Tablo 4-5: Yürütücü işlevlere yönelik nöropsikolojik test ve ipucu etkisinin korelatif değerleri 44
Tablo 4-6: Bellek performansına yönelik nöropsikolojik test ve ipucu etkisinin korelatif değerleri 44

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2-1: Bellek sınıflandırması.....14
Şekil 3-1: Çalışma belleği koşuluna ait deney tasarımı 31
Şekil 3-2: İpuçlu oturuma ait deney tasarımı.....32
Şekil 3-3: İpuçlanmayan oturuma ait deney tasarımı.....32
Şekil 4-1: Koşulların tüm denemelerine ait doğru oranları 39
Şekil 4-2: Koşulların tüm denemelerine ait ortalama reaksiyon süreleri 40
Şekil 4-3: Koşulların prospektif bellek denemelerine ait doğru oranları 41
Şekil 4-4: Koşulların prospektif bellek denemelerine ait ortalama reaksiyon süreleri ...42
Şekil 4-5: İpucu etkisinin ve semantik kümeleme ile ilişkisi 45
Şekil 4-6: Örtük ipuçlu ve ipuçlanmayan prospektif bellek hedef uyaranlarının OİP yanıtlarının ve topografilerinin karşılaştırması.....46
Şekil 4-7: İpucu ve ipucu-kontrol uyaranlarının OİP yanıtlarının ve topografilerinin karşılaştırılması 47
Şekil 4-8: İpucu ve standart kategori uyaranlarının OİP yanıtlarının ve topografilerinin karşılaştırılması 48
Şekil 4-9: İpucu-kontrol ve standart kategori uyaranlarının OİP yanıtlarının ve topografilerinin karşılaştırılması 49
Şekil 4-10: Örtük-ipuçlu prospektif bellek hedefi ve standart kelime uyaranlarının OİP yanıtlarının ve topografilerinin karşılaştırılması.....50
Şekil 4-11: İpuçlanmayan prospektif bellek hedefi ve standart kelime uyaranlarının OİP yanıtlarının ve topografilerinin karşılaştırılması.....51

SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ

CSÖT – II: California Sözel Öğrenme Süreçleri Testi (2. Edisyon)

ÇBK: Çalışma Belleği Koşulu

EEG: Elektroensefalogram

EOG: Elektro-okülogram

fMRG: Fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme

FWER: Aile bazında hata oranı

İGYBÖ: İleriye ve Geriye Yönelik Bellek Ölçeği

İPBK: İpuçlanmayan Prospektif Bellek Koşulu

LPC: Late Positive Complex

MS: Milisaniye

MTL: Medyal Temporal Lob

OİP: Olaya İlişkin Potansiyeller

ÖİPBK: Örtük İpuçlu Prospektif Bellek Koşulu

PB: Prospektif Bellek

ÖZET

Eskicioğlu, G. (2025). Örtük Öğrenme ve Örtük İpuçlu Prospektif Bellek Süreçlerinin Elektroensefalogramla İncelenmesi. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Sinirbilim ABD. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul.

Prospektif bellek (PB), açık ve örtük bellek arasında özel bir durum sergilemektedir. Belleğin nöral altyapısına ilişkin çalışmalar, açık ve örtük belleğin farklılıklarına yoğunlaşmaktadır. Ancak kodlama ve geri çağırma süreçlerinde açık ve örtük süreçler etkileşmektedir. Yine de PB'yi bu kapsamda inceleyen çalışmalar sınırlıdır. Bu çalışmada literatürde sık kullanılan bir PB paradigması, örtük ipuçlarıyla modifiye edilerek örtük bellek süreçlerinin prospektif belleğe etkisinin elektroensefalogram (EEG) aracılığıyla incelenmesi amaçlanmıştır.

Araştırmaya 12'si kadın toplam 25 kişi katılmıştır. Katılımcılar EEG kaydı sırasında, üç koşuldan oluşan paradigmayı uygulamıştır. Çalışma belleği koşulu (i) art arda gelen kategori ve kelime çiftlerini eşleştirme görevidir. İpuçlanmayan PB koşulu (ii) süregiden bu göreve ek olarak %15 oranında PB görevi içermektedir. Örtük ipuçlu PB koşulunda (iii) ise PB hedeflerini yordayan bir örtük ipucu yer almaktadır. İpucu, PB hedefinden önce gelen kategorinin kendinden bir önceki kategori ile aynı olmasıdır. Katılımcılar ayrıca, yürütücü işlev ve bellek performanslarını ölçen nöropsikolojik testlere tabi tutulmuştur.

Katılımcıların ipuçlu PB koşulunda doğru oranı ve ortalama reaksiyon süresi açısından daha başarılı olduğu saptanmıştır. Olaya İlişkin Potansiyeller değerlendirildiğinde LPC ve P300 benzeri yanıtlarda örtük ipuçlanan koşulun lehine, fronto-santro-parietal alanda anlamlı amplitüd farklılıkları tespit edilmiştir. N400 yanıtı, ipuçlanmayan hedefler için anlamlı gözükmektedir. Bulgular, örtük ipuçlarının daha erken bir dönemde algılandığına, PB'ye ait bellek entegrasyonunun nöral izlerinin ise daha geç bir zaman diliminde ortaya çıktığına işaret etmekte ve örtük belleğin PB süreçlerine dahil olarak performansı fasilite ettiğini desteklemektedir.

Bu çalışma, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir. Proje No: TYL-2024-40980.

Anahtar Kelimeler: Prospektif bellek, örtük öğrenme, elektroansefalogram, olaya ilişkin potansiyeller, örtük ipucu

ABSTRACT

Eskicioğlu, G. (2025). Investigation of Implicit Learning and Implicit-Cued Prospective Memory Processes via Electroencephalogram. Istanbul University, Institute of Health Science, Department of Neuroscience. Master's Thesis. Istanbul.

Prospective memory (PM) occupies a unique position between explicit and implicit memory. While previous studies have mostly focused on their neural differences, there is limited research exploring how implicit processes contribute to PM, despite the interaction between explicit and implicit processes during encoding and retrieval. In this study, a PM paradigm was modified with implicit cues, and electroencephalogram (EEG) was used to examine how these cues influence PM performance.

A total of 25 participants (12 female) took part in the study. During EEG recording, participants engaged in a paradigm consisting of three conditions. The working memory condition (i) involved matching consecutive category-word pairs. The non-cued PM condition (ii) included a prospective memory task embedded in the ongoing task at a rate of 15%. In the implicitly cued PM condition (iii), an implicit cue predicted the upcoming PM targets. Specifically, the cue was defined as the category preceding the PM target being the same as the one presented on the previous trial. Participants also completed a series of neuropsychological tests to assess executive functions and memory performance.

Findings revealed that participants performed more accurately and with shorter reaction times in the implicitly cued PM condition. Event-related potential (ERP) analyses showed significant amplitude differences in favor of the implicitly cued condition in LPC and P300-like responses, particularly over fronto-central-parietal regions. The N400 response appeared to be significantly elicited by non-cued targets. These findings suggest that implicit cues are processed at an earlier stage, while neural traces of PM-related memory integration emerge later. Overall, the results support the notion that implicit memory processes can contribute to prospective memory performance by facilitating task execution.

This study was funded by Scientific Research Projects Coordination Unit of Istanbul University. Project Number: TYL-2024-40980.

Key Words: Prospective memory, implicit learning, electroencephalogram, event-related potentials, implicit cue

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Bilgi ve yaşantıların depolanıp doğru zaman geldiğinde geri çağrılmasını sağlayan bir sistemler bütünü olan bellek, nörogörüntüleme yöntemlerinin gelişmesiyle beraber nörobilimde güncel yaklaşımlarla yeniden ele alınan konulardan biri haline gelmiştir. Nitekim, nörogörüntüleme yöntemlerinden önce bellek konsolidasyonundaki hücresel temellere dair fikir sahibi olunsa da özellikle kodlama ve geri çağırma aşamalarındaki nörokognitif süreçlere, fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRG) ve elektroensefalogram (EEG) yöntemleriyle ışık tutulmuştur.

Bellek, temel olarak örtük (deklaratif olmayan) ve açık (deklaratif) bellek olarak sınıflandırılmaktadır. Örtük bellek, genelde davranış yoluyla ifade edilen, bilinçli farkındalık olmadan edinilen bilgi ve becerileri kapsamaktadır. Örtük bellekte geri çağırma süreçleri istemsizce gerçekleşmektedir (Knowlton ve Greenberg, 2008). Açık bellek, bilinçli bir şekilde ifade edilebilen epizodik ve semantik unsurları depolamaktadır. Açık bellekte kodlama ve geri çağırma süreçleri genellikle istemli olmaktadır (Meng ve Guo, 2007). Ancak prospektif bellek; bu sınıflandırmalar dışında, örtük ve açık bellek süreçleri arasındaki yelpazede özel bir konumda bulunmaktadır. Prospektif bellek, geleceğe yönelik eylem hedeflerinin veya niyetin saklanarak zamanı geldiğinde davranışa yansıtılmasıyla işlev görmektedir (Roediger ve ark., 2017).

Prospektif belleğin geri çağırma fonksiyonunun açık bellekten farklı bir işleyişte olduğu bilinmektedir. Çünkü prospektif bellekte kodlama ve geri çağırma sırasında örtük ve açık bellek mekanizmalarının etkileşimi söz konusudur (Hashimoto ve ark., 2011; Kazén ve ark., 2008; Susser ve Mulligan, 2019). Günlük hayatta niyeti, çoğu zaman açık bir şekilde işaret eden bir ipucu bulunmamaktadır. Bunun yerine, konsolidasyonla eş zamanlı yürütülen stratejik izlemeyle bağlamda gömülü olan örtük ipuçlarının veya örüntülerin algılanması sonucunda, başarılı bir hatırlama gerçekleşmektedir (Ball ve ark., 2025).

Öyle ki, epizodik belleğin hasarlandığı nörodejeneratif hastalıklarda, örtük ve olay temelli prospektif belleğin korunarak kompansatuar etki gösterdiğine ilişkin bulgular mevcuttur (Kamminga ve ark., 2013; Machado ve ark., 2009; Tu ve ark., 2013). Ancak bu süreçlerin nöral mekanizmalarına dair çalışmalar çok kısıtlı

olduğundan örtük bellek ve prospektif bellek yapılarının nasıl ilişkilendiği hala merak konusudur.

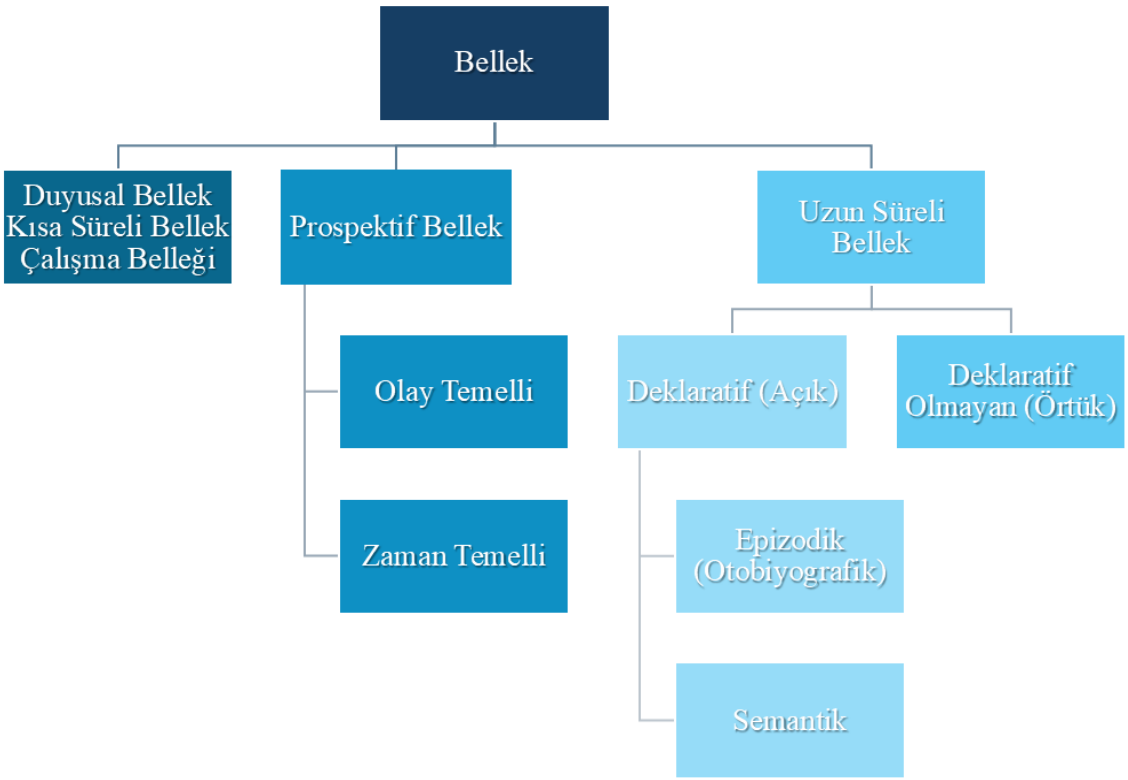
Bu bilgiler ışığında, mevcut araştırmanın amacı örtük ipucuyla tetiklenmiş örtük bellek süreçlerinin prospektif bellek süreçlerini fasilite edip etmediğini EEG vasıtasıyla araştırmaktır. Bu hedefle, mevcut tez çalışmasında literatürde yaygın olarak kullanılan bir prospektif bellek paradigması (Einstein ve McDaniel, 2005), örtük ipuçlanan bir koşul eklenerek araştırmaya özgü modifiye edilmiştir.

Örtük ipuçlarının, prospektif bellek performansını arttıracağı ve ipuçlu koşulun ortalama reaksiyon süresinin ipuçlanmayan koşula göre kısalacağı hipotez edilmiştir. Benzer şekilde doğru oranının ipuçlanan prospektif bellek hedeflerinde daha fazla olacağı varsayılmıştır. Ek olarak, ipuçlanmayan ve ipuçlanan prospektif bellek koşulları arasında Olaya İlişkin Potansiyellerin farklılaşacağı öngörülmüştür. Mevcut araştırmanın prospektif ve örtük belleğin Çoklu Bellek Sistemi yaklaşımıyla prospektif belleğin örtük bileşenlerine ve nöral yapılanmasına ilişkin katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Bellek

Bellek; anı, olay, bilgi ve becerilere dair verilerin kısa ya da uzun süreli depolanmasını, gerektiğinde geri çağrılmasını ve işlenmesini sağlayan bir sistemler bütünüdür (Carlesimo, 2022). Belleğin türlerine ayrılmasında kognitif davranışlar ve kortikal organizasyon etkili olmaktadır (Knowlton ve Greenberg, 2008). Buna göre bellek; epizodik, semantik, prospektif ve örtük olarak sınıflandırılmaktadır. Aynı zamanda bellek sistemi; temporal niteliğine göre, çalışma belleği, uzun süreli bellek, kısa süreli bellek gibi bileşenleri barındırmaktadır (Şekil 2-1). Bu bileşenlerin birbiriyle olan yatay ve dikey etkileşimleri kodlama, depolama, geri çağırma gibi belleğin kognitif fonksiyonlarını oluşturmaktadır (Pollmann ve Schneider, 2022).



Şekil 2-1: Bellek sınıflandırması

*(Gazzaniga ve ark., 2019)'dan değiştirilerek

2.1.1. Bellekte Kodlama, Depolama ve Geri Çağırma Süreçleri

Belleğin kodlama işlevi, bilginin ya da anının ilk karşılaşıldığı anda işlenmesini sağlayan bir süreçtir. Ancak bilginin ya da anının uzun süreli belleğe taşınıp taşınmayacağı, sinaptik konsolidasyon mekanizmaları gibi birçok faktöre bağlıdır. Kodlama sırasında faaliyete geçen engram hücrelerinin uyarılabilirliği, aktif dikkatin yönlendirilmesi, bağlamsal ipuçlarının varlığı bu faktörlerdendir (Guskjolen ve Cembrowski, 2023).

Depolama, bellek sistemine kodlanan verinin saklanmasıdır. Uzun süreli bellekte gerçekleşebileceği gibi kısa süreli bellekte de gerçekleşebilmektedir. Uzun süreli bellekte depolama; günleri, haftaları ve hatta yılları bulabilirken; kısa süreli bellekte depolama ise saniye veya dakikalar ile ifade edilmektedir (Roediger ve ark., 2017). Öte yandan, kısa süreli bellekte depolanan bilgi; konsolidasyon gerçekleşmezse veya kodlanan bilginin valansı birey için yeterince yüksek değilse unutulabilmektedir (Blondelle ve ark., 2024).

Geri çağırma (İng. Retrieval), depolanmış bilgilerin bilinçli ya da bilinçsiz şekilde erişilebilir hale getirilmesidir. Geri çağırma, hatırlamadan (İng. Recollection) farklı bir süreci ifade etmektedir (Bowman ve ark., 2017). Hatırlamada; bir bilginin ya da anının detaylarıyla birlikte bilinçli olarak canlandırılması söz konusudur. Damasio'nun (1989) Zamana-Kilitli Çok Bölgeli Retroaktivasyon Teorisi'ne göre; her bir anının hatırlanması, o anıya ait fizyolojik ve duygusal izlerin, bu izlere spesifik kortikal bölgelerden geri çağrılıp yeniden inşası sonucu gerçekleşmektedir. Unutmanın yanı sıra, yanlış hatırlanan anının ya da bilginin sebebi de bu yeniden inşa sürecindeki farklılaşmalardan kaynaklanmaktadır.

Geri çağırma, niyetli (İng. Intentional) ya da niyetsiz (İng. Incidental) olarak ikiye ayrılmaktadır. Niyetli geri çağırma, bilinçli farkındalıkla beraber meydana gelen amaçlı ve istemli bir canlandırmayı ifade etmektedir (Wang ve Giovanello, 2016). Tanıma ve serbest hatırlama görevleri, niyetli geri çağırma aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. Niyetsiz geri çağırma ise bilinçli bir çaba olmaksızın meydana gelen, geçmiş deneyimlerin ve öğrenilmiş bilgilerin davranışları etkilediği geri çağırma formudur. Deklaratif olmayan bellekle ilişkili olan niyetsiz geri çağırma; seri reaksiyon görevi, hazırlama görevi gibi yöntemlerle ölçülebilmektedir (Reber, 2015).

2.1.2. Kısa Süreli Bellek ve Çalışma Belleği

Çalışma belleği, kısa bir süre için bilginin aktif olarak tutulduğu ve aynı zamanda işlendiği bir bellek türüdür. Bilginin amaca ulaşılana kadar çevrimiçi tutulduğu süre içerisinde manipüle edilebilir olması, çalışma belleğini kısa süreli bellekten ayırmaktadır. Örneğin zihinsel olarak bir matematik işlemi yapıldığında sayıların akılda tutulmasının yanı sıra; aynı zamanda çalışma belleği vasıtasıyla mevcut sayılarla matematiksel bir işlem gerçekleştirilebilmektedir. Ancak çalışma belleğinin kapasitesi sınırlıdır ve kognitif yük, dikkat, bireysel farklılıklar gibi birçok faktörden etkilenmektedir.

Baddeley ve Hitch'in (1974) çalışma belleği modeline göre; çalışma belleği üç temel yapıdan oluşmaktadır; (i) fonolojik döngü, (ii) görsel-uzamsal taslak, (iii) merkezi yürütücü. Fonolojik döngü, sözel ve işitsel bilgilerin; görsel-uzamsal eskiz döngüsü ise görsel ve uzamsal bilgilerin geçici olarak depolanması ve çevrimiçi erişilebilir tutulmasından sorumludur. Merkezi yürütücü sistem, bu iki yapının denetimini yapmakta ve uzun süreli bellekle etkileşimini kontrol etmektedir (Ward ve Beaman, 2025).

Prospektif bellekte niyetin algısal temsilinin uzun süreli bellekte tutulduğunu iddia eden çalışmalar mevcuttur. Uzun süreli belleğe aktarılan niyetin algısal temsilinin doğru zaman geldiğinde, ipucu algılandığında çalışma belleğine geri getirilmesi söz konusudur. Doğru zamanın tayini ise çalışma belleğinin aktif tutulmasıyla, örtük ipucunun beklenmesi ya da zamanın yaklaştığının farkına varılmasıyla söz konusudur. Aynı zamanda süregiden görev ve prospektif görev arasında dikkat kaynaklarının yönetiminde de aktif rol oynamaktadır. Nobre ve Stokes (2019), prospektif bellek izlerinin adaptif davranışları yönlendirmek için gelen duyusal sinyallerle etkileşim kurmak üzere bilgi ve işlem açısından çalışma belleği vasıtastıyla ayarlandığını belirtmektedir.

Nöral düzeyde, gelecekteki niyetlerin "ne" ve "ne zaman" bilgilerinin çalışma belleği ve yürütücü işlevlerle ilişkili prefrontal kortekste kodlandığı görülmüştür (Momennejad ve Haynes, 2013). Dolayısıyla, niyetin saklanması ağırlıklı olarak uzun süreli belleğin bir işleviyken; niyetin doğru zamanda hatırlanıp eyleme geçirilmesi için çalışma belleği ve ilgili yürütücü süreçlerin devrede olması söz konusudur.

2.1.3. Uzun Süreli Bellek

Uzun süreli bellek, açık (deklaratif) ve örtük (deklaratif olmayan) bellek olarak iki kategoride incelenmektedir.

Açık (deklaratif) bellek; semantik bilgiler veya otobiyografik olaylar gibi sözelleştirilebilen unsurların bilinçli şekilde geri çağrılması ile karakterizedir. Medyal temporal lob (MTL) ile lokalize beyin hasarlarında işlevini yitirdiği gözlenmiştir (Carlesimo, 2022). Açık bellek; semantik bellek ve epizodik/otobiyografik belleği barındırmaktadır. Yeni bilgiler öğrenmek (semantik bellek), birisini tanımak, anılar oluşturmak (epizodik bellek) ve daha sonra bunları hatırlamak, açık bellek süreçlerine örnek teşkil etmektedir (Reber, 2008).

Örtük (deklaratif olmayan) bellek ise bilinçli bir şekilde sözelleştirilemeyen ancak kimi durumlarda davranışlara tezahür edebilecek deneyimlerin veya öğrenilmiş örüntülerin geri çağrılmasına işaret etmektedir. Örtük bellek; beceri öğrenme, alışkanlıklar ve önyargıları kapsamaktadır (Janacsek ve Nemeth, 2012). Bu tez çalışması örtük bellek ve prospektif bellek süreçlerini incelemeyi hedeflediğinden örtük bellek biçimlerine daha geniş yer verilecektir.

2.1.3.1. Örtük Öğrenme

Öğrenme, nöronlarda sinaptik plastisite ve hücresel uyarılabilirlik artışı gibi yapısal ve işlevsel yapılanmalara yol açan ve davranışta değişiklikle gözlemlenebilen bir mekanizmadır. Örtük öğrenme, bireylerin deneyimle kazandıkları bilgiyi, çoğu zaman bilinçli bir farkındalık geliştirmeden belleğe kodlamaları ve niyetli olmayan bir şekilde geri çağırdıkları bir öğrenme türüdür. Bireyler örtük öğrenme yoluyla edindikleri bilgiyi her zaman sözel olarak ifade edemese de davranışları aracılığıyla pratik etmektedirler. Günlük yaşamda alışkanlıklar, beceriler, örüntüleri öğrenme veya önyargılar gibi plastisite olguları olarak karşımıza çıkmaktadır (Carlesimo, 2022).

Örtük öğrenmeyi diğer öğrenme türlerinden ayıran unsurlardan biri, örtük öğrenmenin niyet ve bilinçli bir çaba gerektirmemesidir. Öğrenilen bilginin tam olarak farkındalığı söz konusu olmamaktadır ve bireyler, çevresel ipuçlarını, algısal düzenlilikleri veya ilişkileri bilinçsizce almaktadırlar. Bu nedenle genellikle bilinçli bir hatırlama ile değil performansın ölçülmesiyle gözlenmektedir (örneğin, tepki sürelerinin kısalması). Dahası, çoğunlukla, bilinçli hatırlama için kritik olan MTL dışındaki beyin sistemlerine dayanmaktadır.

Deklaratif bellek vasıtasıyla öğrenilen bilgiye kıyasla, örtük olarak öğrenilen bilginin algısal temsilinin nerede tutulduğu tam olarak bilinmezken; örtük öğrenmenin türüne göre temsil eden kortikal bölgelerin farklılaştığı bulunmuştur. Reber (2013), yedi farklı örtük öğrenme türü tanımlamıştır. Bunlar hazırlama (İng. Priming), motor öğrenme ve sıra öğrenmesi, yapay dilbilgisi öğrenmesi, kategori öğrenmesi, örtük bağlamsal ipuçlarıyla öğrenme, olasılıksal öğrenme ve örtük ilişkisel çıkarımdır (İng. Implicit Inference Learning).

Hazırlama, daha önce maruz kalınan bir uyaranın tekrar sunumu söz konusu olduğunda, o uyarana verilen yanıtın fasilite edilmesidir. Uyarana spesifik primer duyusal alanlarla ilişkili olarak kortikal işleme görülmektedir (Reber, 2013).

Motor öğrenme ve sıra öğrenmesi, görsel ipuçlarına göre belirli motor yanıt sırasını, bilinçli farkındalık olmadan öğrenmektir. Yapılan deneylerde tezahürünü Seri Reaksiyon Süresi Görevi'ni (İng. Serial Reaction Time Task) içeren paradigmalarda görürken; günlük yaşamda bisiklet sürmek gibi yapılan eylemlerde bu öğrenme çeşidi kullanılmaktadır. Bir örüntünün varlığı farkına varılmaksızın, performansta iyileşmeyle, diğer bir deyişle tepki sürelerinde azalma ile izlenmektedir. Bu öğrenme türü, başlıca kortikostriatal devrelere dayanmaktadır (Yang ve Li, 2012).

Yapay dilbilgisi öğrenmesi, soyut kurallara göre yapılandırılmış sembol dizilerini öğrenmeyi içermektedir. Bu kurallar, bilinçli olarak ifade edilemezken, kurallara uyan yeni dizileri ayırt etme işlevi kazanılmıştır. Yapay dilbilgisi öğrenmenin kortikal lokalizasyonu net olmamakla birlikte posterior parietal assosiyasyon korteksi ve bazal çekirdeklerin rol oynadığı ifade edilmiştir (Reber, 2013; Yang ve Li, 2012).

Kategori öğrenme, uyaranları belirli kurallara veya ilişkilere göre kategorilere ayırmayı öğrenmektir. Örtük olabildiği gibi açık sınıflandırma stratejileriyle de gerçekleşebilmektedir. Eğer açık bir strateji söz konusuysa medyal temporal lob; örtük bir öğrenme söz konusuysa kortikostriatal yapılarla ilişkilendirilmektedir (Reber, 2013).

Örtük bağlamsal ipuçlarından öğrenme (İng. Contextual Cueing), çevresel düzenliliklerin bilinçli farkındalık olmaksızın dikkati yönlendirerek görsel aramayı kolaylaştırması fenomenidir. Epizodik bellek bozukluğu ile sonuçlanan hippokampus veya medyal diensefalon (Manns ve Squire, 2001; Oudman ve ark., 2011) sınırlı

lezyonlarda korunurken, bazal ganglia ve serebellum hasarında etkilendiği bilinmektedir (Ulasoglu-Yildiz ve Gurvit, 2020; Van Asselen ve ark., 2009).

Olasılıksal öğrenme, olasılıksal olarak bir sonraki öğenin ne olacağına dair istatistiksel bir çıkarım yapılan sıra öğrenme görevlerinin yer aldığı öğrenme türüdür. İstatistiksel ve olasılıksal düzenliklerin bilinçsiz olarak saptanması söz konusudur. Prefrontal korteks, olasılıksal öğrenmeyi fasilite etmektedir. Hava Durumu Tahmin Görevi gibi görevlerle ölçümü gerçekleştirilmektedir (Janacsek ve Nemeth, 2012).

Örtük çıkarım ya da ilişkisel çıkarım, uyaranlar arasındaki doğrudan gözlemlenmeyen, dolaylı ilişkileri bilinçsiz bir şekilde öğrenme sürecidir (Reber, 2013).

Örtük öğrenme, kesin bir yönlendirmenin bulunmadığı, belirsiz bağlamlar ile karakterize olduğundan adaptif mekanizmalar önemli rol oynamaktadır. Bu adaptif öğrenme sürecinde de düzenlilikler ya da olasılıklar ipuçları aracılığıyla deneyimlenmektedir.

Örtük belleğin sınıflandırmasında farklı görüşler söz konusudur. Gazzaniga (2019), örtük belleği; asosiyatif, asosiyatif olmayan, prosedürel, hazırlama gibi türlere ayırırken; Mesulam, (2000) hazırlama, yetenekler / alışkanlıklar ve koşullama olarak sınıflandırmaktadır. Sınıflandırmadaki farklı görüşler, büyük ölçüde örtük belleği ölçmeye yarayan yöntemlerin azlığına ve örtük belleğin açık belleğe göre daha geç kavramsallaştırılmış olmasına dayanmaktadır. Bununla birlikte literatürde yaygın olarak kabul gören görüş, açık belleğe göre örtük bellleğin kortikal lokalizasyonun daha karmaşık ve dağınık olmasıdır. Bazal çekirdekler, serebellum ve amigdala; örtük bellekle ilişkili başlıca beyin yapılardır (Yang ve Li, 2012). Bu nedenle örtük bellek, açık belleğin aksine MTL hasarından çoğu zaman etkilenmemekte; MTL ağır hasarlandığı amnezi hastalarında dahi işlevini sürdürebilmektedir (Spataro ve ark., 2017). Örtük belleğe paralel olarak, amnezi hastalarında işlevini sürdürebilen ve talamokortikal yapılardan faydalanan bir diğer bellek türünün de prospektif bellek olduğu ileri sürülmektedir (Costa ve ark., 2018).

2.1.4. Prospektif Bellek ve Diğer Bellek Biçimleri ile İlişkisi

Prospektif bellek; geleceğe dair niyetlerin veya planların doğru zaman geldiğinde geri çağrılmasıdır. Olay-temelli ve zaman-temelli olarak ikiye ayrılmaktadır. Olay-temelli prospektif bellek, belirli bir olaya bağlı olarak niyetin gerçekleştirilmesi

gerektiğinin geri çağrılmasını (örneğin, yemek yedikten sonra ilacını almayı hatırlamak); zaman-temelli prospektif bellek belli bir zaman noktası geldiğinde niyetin geri çağrılmasını kapsamaktadır (örneğin, saat 8 olduğunda ilacını almayı hatırlamak).

Prospektif bellek, açık bellek ya da örtük bellek çatısı altında ele alınamamakta, kendi karakteristiklerini sergilemektedir. Örneğin, geri çağırmanın istemsiz gerçekleşebilmesi, prospektif belleği deklaratif bellekten ayırmaktadır (Roediger ve ark., 2017). Ayrıca prospektif bellekte niyetin geri çağrılmasının başarıyla sonuçlanması için niyete işaret eden açık bir ipucunun varlığı gerekmemektedir. Niyetin çağrılacağı anın tayininin çevresel ya da zamansal boyutta örtük ipuçları ile yapıldığı öne sürülmektedir. Geri çağrılan niyetin davranışa dönüşmesi, diğer bir deyişle hatırlanması, bilinçli farkındalıkla da gerçekleşebilmektedir. Böylece bu yönüyle de prospektif bellek örtük bellekten ayrılmaktadır. Bununla beraber, niyetin bellekten geri çağrılması aşamasıyla birlikte retrospektif bir bileşen de içermektedir. Dolayısıyla prospektif bellek, istemli ve istemsiz süreçlerin her ikisinin de işlev gördüğü özel bir durum teşkil etmektedir (Einstein ve ark., 2005).

Epizodik bellek süreçleri, kodlama, depolama ve geri çağırma olmak üzere incelenirken prospektif bellek süreçleri; niyetin oluşturulması, niyetin depolanması, niyetin geri çağırılması ve niyetin uygulanması aşamaları ile değerlendirilmektedir (Kliegel ve ark., 2011);

Niyet Oluşturma (İng. Intention Formation)

Niyetin oluşturulup kodlanmasını içeren bir aşama olduğundan plan yapmayı gerektirmektedir. Bu süreçte özellikle planlama, problem çözme ve karar vermeyi de kapsayan yürütücü işlevler önemli bir rol oynamaktadır. Kortikal düzeyde, özellikle dorsolateral prefrontal korteks bu süreçte kritiktir (Ruge ve Wolfensteller, 2016).

Niyetin Depolanması (İng. Intention Retention)

Niyetin saklandığı ve genellikle niyetin sürekli olarak çalışma belleğinde tekrar edilmesini engelleyen süregiden bir görev ile dolu aşamadır. Bu aşamada oluşturulan niyet, süregiden diğer görevler sırasında unutulmamalı ve gerçekleşeceği zamana kadar akılda tutulmalıdır. Sürekli dikkat, çalışma belleği ve monitorize etme (İng. Monitoring) becerileri bu aşamada önemlidir. Prefrontal korteks ve parietal korteks gibi alanları

içeren dikkat ağları niyetin aktif tutulması ve devam eden görevlerle entegrasyonunda rol oynamaktadır (Hamm ve Mattfeld, 2019; Nobre ve Stokes, 2019).

Niyetin Başlatılması (İng. Intention Initiation)

Niyetin yürütülmesinin başlatılması gereken aşamadır. Bu aşama, niyetin ne olduğunun ve ne zaman, nerede gerçekleştirileceğinin hatırlanmasıyla meydana gelmektedir. Geri çağırma, genellikle bir ipucu tarafından tetiklenmektedir. Algı ve dikkat becerilerine istinaden; prefrontal korteks ve unimodal assosiyasyon korteksleri de bu süreçte rol oynamaktadır (Kazén ve ark., 2008).

Niyetin Uygulanması (İng. Intention Execution)

Amaçlanan eylemin daha önce oluşturulan plana uygun olarak gerçekleştirildiği aşamadır. Bu, retrospektif bellekten niyetle ilgili bilgilerin geri getirilip motor veya bilişsel eylemlerin yürütülmesini içermektedir. İlgili niyete bağlı olarak çeşitli kortikal bölgeler (örneğin, motor korteks, görsel korteks, dil alanları vb.) ve hippokampus (retrospektif bellek bileşeni için) bu aşamada aktifleşmektedir (Banquet ve ark., 2021).

Mevcut temel aşamalara ek olarak, Einstein ve McDaniel'ın (2005) Çoklu Süreç Teorisi'nde (İng. Multi-Process Theory) prospektif bellekte iki temel kognitif bileşen tanımlanmıştır. Bu temel kognitif bileşenlerden ilki kontrollü izlemedir (İng. Controlled Monitoring). Kontrollü izleme, bağlamın aktif ve dikkatli bir şekilde izlenmesini içermektedir. Dolayısıyla, süregiden bir görev sırasında, çalışma belleğinin efektif bir şekilde kullanıldığı bir bilişsel süreci işaret etmektedir. İzleme aşamasında niyeti öngören bir ipucuna dikkat yönlendirilebilmektedir (Einstein ve McDaniel, 2005). Ancak çalışma belleğindeki bilişsel yük; uyaranların karmaşıklığına ve bireysel farklılıklara göre değişkenlik gösterebildiği gibi ipucunun varlığının bilinçli ya da bilinçsiz algılanması da bireye özgü gerçekleşmektedir.

Çoklu Süreç Teorisi'nin kognitif bileşenlerinden ikincisi de kendiliğinden geri getirmedir (İng. Spontaneous Retrieval). Bu süreç, niyeti işaret eden bir olay veya hedef ile karşılaşıldığında otomatik bir çağrışım sistemi aracılığıyla niyetin bilinçli farkındalığa gelmesini içermektedir. Ancak çoğu zaman, geri getirmenin gerçekleşmesi, hedef ipucunun geri getirme sırasında tam olarak işlenmesine ve ipucu ile amaçlanan eylem arasında başarılı bir kodlama oluşturulmasına bağlıdır. Bağlamsal etkiler de

kendiliğinden geri getirmeyi destekleyici özellik sergileyebilmektedir (Einstein ve McDaniel, 2005).

Teoriye göre her prospektif görev, her zaman izleme gerektirmemekte ve kimi durumlarda kendiliğinden geri getirme, prospektif bellek görevinin başarılı sonuçlanması için yeterli olabilmektedir. Örneğin; fokalite yüksekse, diğer bir deyişle, hedef olaya yönelik dikkat süreçlerinin süregiden görevle benzer özelliklere yönlendirilmesi gerektiğinde, kendiliğinden geri getirmenin daha olası olduğu ve dolayısıyla devam eden görevde kognitif maliyetin daha az olduğu öne sürülmektedir (Momennejad ve ark., 2021). Buna karşın, düşük fokalite olan durumda, yani hedef olay süregiden görevle düşük örtüşme gösterdiğinde, stratejik izlemeye duyulan gereksinim ile birlikte kognitif yük de artmaktadır. Örneğin, bir kelime listesinde spesifik bir kelimeyi bulmak, verili semantik bir kategoriden kelimeleri bulmaktan daha fokal bir görevdir. Dolayısıyla, spesifik olarak "kedi" kelimesini bulmak, hayvan kategorisinden kelimeleri bulmaktan daha kolay ve hızlı gerçekleşmektedir. Bunun nedeni spesifik bir kelimeyi bulmanın halihazırda süregiden motor görev olan okumayla alakalı olması ancak hayvan kategorisine ait olan kelimelerin bulunmasının semantik bir işlemden geçmesi gerekmesi sebebiyle süregiden salt motor göreviyle ayrışmasıdır.

Prospektif bellek başarasını yordayan diğer bir faktör de hedef uyaranların sayısıdır. Birden fazla hedef uyaran olduğunda kognitif maliyet artmakta ve aktif izleme gereksinimi ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte, prospektif bellek görevinin önemi vurgulandığında, izleme teşvik edileceği için kognitif yük azalmakta, başarı olasılığı artmaktadır. Bu süreçler, uzun süreli bellekte depolanan niyetin, çalışma belleğinde tutulan mevcut uyaranlarla entegrasyonunu sağlamakta belirleyici olduğu öne sürülmektedir (Momennejad ve ark., 2021; Susser ve Mulligan, 2019).

Son olarak, prospektif bellek başarısı; çift görevli bir bağlamda, doğru zamanda prospektif görevi başlatmak ve yürütmek için optimal eylem seçimini gerekli kılmaktadır. Eylem seçimi, çalışma belleğinin yanı sıra süregiden görevden prospektif göreve geçiş yapmayı gerektireceğinden süregiden görevi yarıda kesmeyi içermektedir. Dolayısıyla inhibisyon, bu devam eden görevi durdurarak veya bastırarak, prospektif bellekle ilgili niyetin başlatılması ve yürütülmesi aşamalarında kritik bir rol oynamaktadır. Görev değiştirme ise, özellikle hızla değişen uzamsal hedefler veya kurallar arasında geçiş yapmak, set değiştirme ve kognitif esneklik becerileri

gerektirmektedir. Prospektif bellek; çalışma belleği kapasitesi ve yürütücü işlevlerdeki bireyler arası değişkenlikten etkilenmektedir (Ruge ve Wolfensteller, 2016).

2.1.5. İpuçlarının Bellek Süreçlerindeki Rolü

Mesulam'a göre (2000) geri çağırma, serbest geri çağırma (İng. Free Recall) ve ipuçlu geri çağırma (İng. Cued Recall) olarak ikiye ayrılmaktadır. Serbest geri çağırma, ipuçlu geri çağırmaya göre daha zor gerçekleşmektedir. Nitekim, ipuçlarıyla pekiştirilen ve öğrenilen bilgi daha sonra aynı ipuçlarıyla tekrar karşılaşıldığında geri çağırma performansında iyileşme gözlenmektedir.

İpuçları aynı zamanda, dikkatin yukarıdan-aşağıya ve aşağıdan-yukarıya yönlendirilmesinde rol oynayarak bellek süreçlerini fasilite etmektedir. Bu ipuçları; çevresel düzenlilikler (örtük bağlamsal ipuçlarından öğrenme), anlam ilişkisine dayalı ipuçları (örtük çıkarım) veya semantik ipuçlar (kategori öğrenme) gibi çeşitlilik sergilemektedir.

Kodlama Özgüllüğü İlkesi'ne göre (Tulving ve Thomson, 1973), bir bilgi öğrenilirken çevresel (görsel örüntüler, sesler, mekan gibi) ve psikofizyolojik (stres seviyesi, duygudurum, fizyolojik durum gibi) bağlamla beraber kodlanmakta ve geri çağırma esnasında aynı bağlam yeniden oluştuğunda geri çağırma tetiklenmektedir. Jung ve arkadaşları (2023) yürüttükleri çalışmada, öğrenme koşulları ile geri çağırma koşullarının örtüştüğü durumda, örtüşmeyen duruma göre engram nöron aktivasyonunun çok daha yüksek düzeyde seyrettiğini bulmuştur. İpuçları, özellikle tekrarlı maruz kalma sonucunda plastisiteye yol açarak davranışları ve bilişsel süreçleri etkilemektedir.

2.1.5.1. Örtük Bellek Süreçleri ve Prospektif Bellek

İpuçları, hedef olayları predikte ederek bireylere bir eylemi gerçekleştirmesi gerektiğini işaret eden uyaranlardır. Örtük bellek ve prospektif bellek süreçleri, özellikle çevresel ipuçlarının kullanımı açısından benzerlik göstermektedir. Her iki bellek türünde de çoğunlukla bağlam içinde hedef uyarana işaret eden bir ipucu barındırmaktadır.

Prospektif belleğin örtük bellekten farkı, kodlama sırasında niyetin bilinçli farkındalık ve kasıtlı bir çaba ile oluşmasıdır. Ancak prospektif bellekte geri çağırmada çevresel ipuçlarından faydalanılması örtük bellek süreçleriyle benzeştiği yönünü

oluşturmaktadır. Kendiliğinden geri çağırmada bağlamsal ipuçlarının; niyetli geri çağırmada ise niyetin bilinçli şekilde zihinde aktif tutulup proaktif dikkat süreçlerince ipuçların geri çağırmada rol alması söz konusudur (Scullin ve ark., 2013). Bir diğer deyişle, fokal (süregiden görevle yüksek örtüşme gösteren) ipuçları, kendiliğinden geri çağırmaya yol açarken; fokal olmayan (süregiden görevle düşük örtüşme gösteren) ipuçları için stratejik izlemeden yararlanılabilmektedir (Cona ve ark., 2014).

Aynı zamanda prospektif belleğe dair niyetlerin gerçekleştirilmesi, varolan bir eylemin yarıda kesilip niyetin uygulamaya geçirilmesini içerdiğinden bir bilişsel yük yaratmaktadır. Bu bilişsel yüke istinaden kişi, farkına varmaksızın bağlamı izleyerek ipuçların varlığında niyetin geri çağrılmasını tetiklemektedir (Hering ve ark., 2020).

Prospektif bellekte süregiden görevin çeldiriciliğine benzer olarak örtük öğrenmede de hedef uyaran ve ipucu dışında çeldiriciler mevcuttur. Stratejik izleme her iki bellek türünde de algısal duyarlılığı oluşturan ortak bir özelliktir. Hem hedeflerin çeldiricilerden ayrılması hem de ipuçlarının hedeflerle etkileşimin bağlamda kurulması açısından önem arz etmektedir (Bowman ve ark., 2017; Kazén ve ark., 2008). Bu durumun pratikle beraber otomatikleşmesiyle aktif izleme ihtiyacı azalmaktadır. Örtük öğrenmedeki algısal örüntü temsili, prospektif bellekte yerini ipucu-niyet temsiline bırakmaktadır.

Duyusal eşik altındaki örtük ipuçlarının prospektif bellek paradigması üzerindeki etkilerinin incelendiği bir manyetik rezonans görüntüleme çalışmasında örtük ipuçlarının dikkati yönlendirip kişiyi uyarana hazırladığı ve prospektif bellek performansını fasilite ettiği gösterilmiştir (Hashimoto ve ark., 2011). Buna ek olarak, kaudal anterior singulat korteks ve lateral anterior prefrontal korteksin hem prospektif bellek hem de örtük işlemleme için ortak olarak aktivasyon gösterdiğini saptamıştır (Hashimoto ve ark., 2011).

2.1.6. Bellek Süreçlerine İlişkin Olaya İlişkin Potansiyeller

Elektroensefalogram (EEG) invazif olmayan elektrofizyolojik bir nörogörüntülüme yöntemidir. EEG yöntemiyle beyindeki elektriksel aktivite, kafa derisi üzerine yerleştirilen elektrotlar aracılığıyla kaydedilmektedir. Kaydedilen bu elektriksel aktivite, nöronlar arasındaki sinirsel iletimin sonucudur ve farklı frekans bantlarında (örneğin, teta, alfa, beta, gama) salınımlar şeklinde kendini göstermektedir. EEG, bu salınımların frekansını, genliğini ve zamansal örüntülerini incelemeye olanak tanıyarak

bilişsel süreçler hakkında bilgi sağlamaktadır. EEG sonucunda hesaplanan Olaya İlişkin Potansiyeller (OİP'ler), belirli duyusal veya bilişsel olaylara yanıt olarak beyin aktivitesindeki elektriksel değişikliklerin EEG aracılığıyla zaman kilitli ölçülen ortalama EEG yanıtlarıdır (Sur ve Sinha, 2009). OİP dalga formları, polarite (pozitif veya negatif), gecikme (uyaran başlangıcından sonraki zaman) ve kafa derisi dağılımı ile karakterize edilen bir dizi bileşenden oluşmaktadır (Woodman, 2010).

EEG, fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRG) gibi diğer yöntemlere göre zamansal çözünürlüğüyle ön plana çıkmaktadır. Bu nedenle kognitif işlevlerin kortikal mekanizmalarını incelemek amacıyla tercih edilen bir yöntemdir. Bu kognitif işlevlerin arasında bellek de yer almaktadır. Bellek araştırmalarında sıkça incelenen temel OİP bileşenleri arasında P300 (Fabiani ve ark., 1986), N400 (Baggio ve Hagoort, 2011) ve Geç Pozitif Bileşen (LPC) (Rugg ve Curran, 2007) yer almaktadır.

Kodlama esnasında genellikle parietal kortekste gözlenen P300 bileşenine rastlanmaktadır. Algısal temsillerin oluşturulması, çalışma belleği aktivitesiyle ilişkili olduğu düşünülmektedir (Kamp ve ark., 2017). P300 bileşeni, P3a ve P3b olmak üzere iki alt bileşenden oluşabilmektedir. P3a; görevle doğrudan ilişkili olmayan, nadir ya da beklenmedik yeni uyaranlar tarafından tetiklenmektedir ve fronto-santral bölgelerde daha belirgin bir dağılıma sahiptir (Demiralp ve ark., 2001). Buna karşılık P3b bileşeni, dikkatle ilişkili temporal-parietal aktiviteden kaynaklanmakta ve görevle ilgili hedef uyaranlar tarafından tetiklenmekte ve santro-parietal bölgelerde en yüksek genliğe ulaşmaktadır (Cona ve ark., 2012).

Ardından genellikle sentro-parietal alanlarda görülen semantik işleme ve uyaranın bağlama uygunluğuyla korele N400 yanıtı takip etmektedir. Bu yanıt, bağlama uymayan veya beklenmedik uyaranlara daha büyük genlikler olarak ortaya çıkmakta ve uyaranlara tekrarları maruz kalınma sonucunda genliği azalmaktadır (Lau ve ark., 2009).

Geri çağırma esnasında frontal kanallarda 400 – 600 ms aralığını kapsayan N400 yanıtı görülmektedir. 600 - 800 ms aralığında ise Geç Pozitif Bileşen (LPC) parietal bölgelerde seyretmektedir. N400 aşinalık etkisiyle ilişkilendirilirken; LPC, hatılama ve bağlamsal bilgilein geri çağrılmasıyla karakterizedir (Addante ve ark., 2012; Voss ve Federmeier, 2011). Ayrıca, semantik bilginin bellekten geri çağrılmasını ve anlamsal

entegrasyonun yeniden yapılarak zihinsel örüntüleri yansıttığı düşünülen P600 yanıtı da belleğin geri çağırma işlevi esnasında görülen yanıtlardan biridir (Laera ve ark., 2021).

Krasich ve arkadaşları (2021), günlük hayat senaryosuna benzer bir paradigmayla yürüttükleri prospektif belleği analiz ettikleri çalışmalarında düşük olasılıklı hedef uyaranların tespit edilmesiyle ve bilişsel analiz sonucu bağlamın güncellenmesiyle ilişki olarak P300 bileşenini ortaya koymuştur. Cruz ve arkadaşları ise (2016), algısal hedeflere ve kavramsal hedeflere dayanan prospektif bellek süreçlerini çalışmalarında incelemiştir. Buna göre algısal prospektif ipuçlarında N300 yanıtını saptamışlardır. Her iki görevde de niyetlerin bellekten geri çağrılmasıyla ilişkili olarak 700. ms'lere kadar yayılan "Prospektif Pozitiflik" adı verilen bir pozitif dalga gözlemlenmiştir. Ayrıca algısal hedeflere dayanan prospektif bellek görevine özgü süreçlerin, kavramsal hedeflere dayanan süreçlerden farklı olarak parieto-frontal kaynaklandığını bulgulamışlardır.

Bu bağlamda mevcut tez çalışmasının amacı, örtük şekilde ipuçlanan ve ipuçlanmayan prospektif bellek süreçlerindeki farklılıkları ortaya koyarak bu bellek türlerine özgü ve bu bellek türlerinde ortak OİP yanıtlarını ortaya koymaktır. Aynı zamanda örtük ipuçlarının prospektif bellek performansını etkileyip etkilemediği araştırılacaktır. Bu doğrultuda;

1. İpuçlanan prospektif bellek koşulundaki ortalama reaksiyon sürelerinin, ipuçlanmayan prospektif bellek koşuluna göre anlamlı derecede daha kısa olacağı,
2. İpuçlanmayan prospektif bellek hedeflerinin doğru oranlarının, ipuçlanan prospektif bellek hedeflerine göre anlamlı derecede düşük olacağı,
3. İpuçlanan ve ipuçlanmayan prospektif bellek hedeflerine yönelik özellikle algısal süreçlerin devreye girdiği geç dönemde görülen Olaya İlişkin Potansiyeller'in anlamlı derece farklılaşacağı,
4. Prospektif belleğe ait kontrol uyaranlarının, süregiden görevdeki standart uyaranlarla benzer Olaya İlişkin Potansiyeller göstereceği hipotez edilmiştir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Katılımcılar

Araştırmaya toplam 30 kişi katılmaya gönüllü olmuş ve analize 25 kişi (12'si kadın) dahil edilmiştir. Gönüllüler arasında sol eli baskın iki kişi ve psikiyatrik ilaç kullanan üç kişi araştırmaya dahil edilmemiştir. Katılımcılar; içleme kriterlerine uygun olacak şekilde, sağ el baskın, 18-33 yaş aralığında (Ort. = 21,84; SS = 4,059) olan gönüllülerden oluşmaktadır. Dışlama kriterleri ise; nörolojik veya psikiyatrik bozukluğa sahip olmak, psikiyatrik ilaç kullanmak, düzeltilemeyen bir görme bozukluğuna sahip olmak, kapalı alan korkusuna sahip olmak, uzun süreli bilinç kaybına sebep olan kafa travması geçirmiş olmak, ana dilin Türkçe olmamasıdır.

3.2. Veri Toplama Süreci

Bu çalışma 23.02.2024 tarih ve 04 sayılı toplantıda İstanbul Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından onaylanmıştır (Dosya No: 2024/147). Veri toplama süreci İstanbul Üniversitesi Fizyoloji Anabilim Dalı EEG Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Tüm katılımcılar çalışmaya dahil olmadan önce araştırma hakkında bilgilendirilmişlerdir ve her biri Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formunu okuyup imzalamıştır.

3.3. Nöropsikolojik Değerlendirme ve Ölçekler

Katılımcıların bilişsel fonksiyonlarını değerlendirmek amacıyla birtakım nöropsikolojik testler uygulanmıştır. Bu nöropsikolojik testler; çalışma belleği, plan yapma becerisi, bilişsel esneklik gibi örtük öğrenme ve prospektif bellekle doğrudan ilişkili olabilecek bilişsel fonksiyonları ölçmek için araştırmanın prosedürüne dahil edilmiştir. Katılımcıların nöropsikolojik testler ve ölçeklerden aldıkları puanların, prospektif bellek paradigmasına ait reaksiyon süreleri üzerindeki yordayıcılığının test edilmesi planlanmıştır.

3.3.1. California Sözel Öğrenme Testi - II

California Sözel Öğrenme Testi'nin 2. Edisyonu (CSÖT-II), uzun süreli ve kısa süreli sözel bellek performansını ölçerken aynı zamanda öğrenmede ipuçlarından faydalanıp faydalanmadığını incelemeye olanak tanıyan bir testtir. CSÖT – II, Woods ve arkadaşları (2006) tarafından CSÖT-I'in revize edilmesiyle oluşturulmuştur. Mevcut

çalışmada, İstanbul Üniversitesi Tıp Fakültesi, Nöroloji Anabilim Dalı'nda kullanılmakta olan ve Prof. Dr. Hakan Gürvit'in uyarladığı Türkçe formundan yararlanılmıştır.

Bu testte 16 kelimelik bir dizi mevcuttur ve bu kelimeler, dört kategoriye (taşıt, sebze, hayvan, mobilya) aittir. Pratik aşamasında kategoriler katılımcıya açıkça söylenmemekte; testör, beş tekrarda katılımcıların kelime dizisini pratik etmesini sağlamaktadır. Bu tekrarlardan hemen sonra kısa gecikmeli serbest ve ipuçlu hatırlama; 20 dakika sonra ise uzun gecikmeli serbest ve ipuçlu hatırlama performansı ölçülmektedir. Serbest hatırlama ve ipucuyla hatırlama puanları ayrı hesaplanmaktadır. Test, aynı zamanda katılımcıların semantik kümeleme performanslarını ölçmeye olanak tanımaktadır.

3.3.2. Harf-Rakam Dizisi Testi

Harf-Rakam Dizisi Testi (İng. Letter-Number Sequencing) WAIS-IV'ün bir alt testi olup yürütücü işlevler, dikkat, çalışma belleği, işlem hızı ve bilişsel esnekliği değerlendirmektedir (Wechsler, 2012). Katılımcıların çalışma belleği performanslarını ölçmek amacıyla tercih edilmiştir. Katılımcılara, karışık bir sırada harfler ile rakamlar okunmakta ve daha sonra katılımcılardan bu harfleri ve rakamları kendi içlerinde sıralayarak söylemeleri istenmektedir. Katılımcılar, harfleri alfabetik; rakamları ise küçükten büyüğe sıralayarak önce rakamları sonra harfleri tekrar etmektedirler. Deneme sayısı arttıkça bellekte tutulacak harf ve rakam sayısı da artmaktadır. Bir harf ve bir rakamla başlayan test, dört harf ve dört rakamın sıralanmasıyla son bulmaktadır. Eğer aynı harf ve rakam sayısındaki iki ardışık denemede hata yapılırsa test sonlandırılmaktadır.

Harf-Rakam Dizisi Testi, çalışma belleğinin modaliteye özgü bağımlı sistemlerinden ziyade merkezi yürütücü üzerine daha fazla yük bindirdiği için çalışma belleğini değerlendirmekte kullanılan sayı menzili alt-testine kıyasla daha az modalite-spesifiktir (Crow, 2000).

3.3.3. Stroop Testi

İlk olarak Stroop tarafından 1935'te geliştirilmiştir (Stroop, 1935). Bu tez çalışmasında, geçerlik güvenirlik çalışması, Emek-Savaş ve arkadaşları tarafından yapılmış olan Stroop Testi - Çapa Formu kullanılmıştır (Emek-Savas ve ark., 2019).

Formda renkli mürekkeple yazılmış renk isimleri mevcuttur. Kelimenin ifade ettiği renk ile kelimenin yazıldığı mürekkebin rengi farklı olduğunda ortaya çıkan bozucu etki "Stroop etkisi" olarak adlandırılmaktadır. Başarılı bir performans için kelimeyi okuma davranışının baskılanıp mürekkep renginin söylenmesi gerekmektedir. Test böylece, dikkati sürdürme, uygun olmayan uyaranın inhibe edilmesi ve kognitif esneklik becerilerini değerlendirmektedir.

3.3.4. Londra Kulesi Testi

Londra Kulesi Testi'nin kullanılan versiyonunu Culbertson ve Zillmer (2001) geliştirmiş olup Atalay ve Cinan (2007) standardizasyon ve geçerlik çalışmasını gerçekleştirmiştir. Testte üç çubuk ve çubuklara geçen üç boncuk vasıtasıyla referans şekil örnek alınarak en az hamle ile 10 problemin çözülmesi beklenmektedir. Her deneme için belirli bir hamle sayısı mevcut olup hamle bir boncuğun pozisyonunun değiştirilmesi anlamına gelmektedir. Başlangıçta boncuklar çubuklarda farklı pozisyonlarda yer almaktadır. Katılımcıdan beklenen belirlenen hamle sayısını aşmadan boncukları başlangıç pozisyonundan referans pozisyonuna getirmesidir.

Prospektif bellekte, bir ipucu ortaya çıktığında devam eden bir görevden planlanmış (prospektif) göreve geçiş yapmak esastır. Bu görev setine geçiş, bilişsel esneklik gerektireceğinden; bilişsel esneklik ve planlama becerisini ölçen Londra Kulesi Testi'nin kullanılması uygun bulunmuştur.

3.3.5. İleriye ve Geriye Yönelik Bellek Ölçeği (İGYBÖ)

Ölçek Smith ve arkadaşları tarafından 2000 yılında geliştirilmiştir. Türkçe uyarlaması Cinan ve Doğan tarafından 2015'te yapılan bu ölçek 5'li Likert tipi, 16 maddeden oluşmaktadır. Maddelerden sekizi retrospektif bellek ve diğer sekizi prospektif bellek hatalarını içermektedir. Mevcut tez çalışmasında, katılımcının bellek hatalarını ne sıklıkta yaşadığı bu öz bildirimsel ölçek aracılığıyla ölçülerek genel prospektif ve retrospektif bellek performansı hakkında çıkarım yapmak amacıyla Cinan ve Doğan'ın izniyle kullanılmıştır.

3.4. Deneysel Paradigma

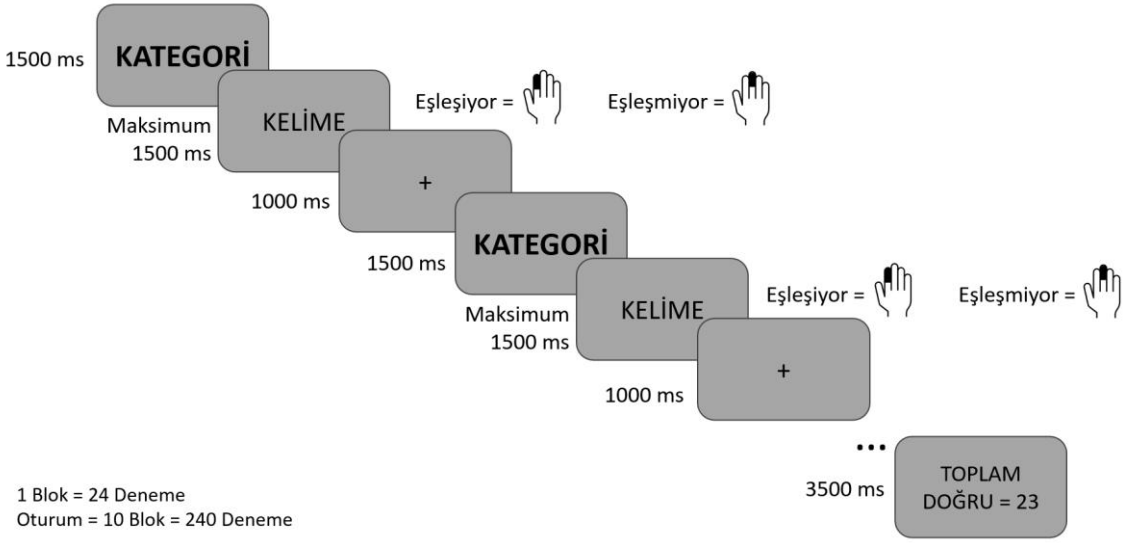
Deneysel paradigma, Einstein ve McDaniel'ın (2005) prospektif bellek paradigmasından bu tez çalışmasına özgü olarak modifiye edilmiş bir eşleştirme ödevidir. Modifiye edilmiş prospektif bellek paradigmasında, temel olarak katılımcıdan

istenen ekranda gösterilen kategori ile bu ekrandan hemen sonra gelecek kelimenin eşleşip eşleşmediğine karar vermesidir. Paradigmanın orijinal haline ek olarak, mevcut araştırmada örtük ipuçlarının yer aldığı bir deneysel koşul oluşturulmuştur. Sonuç olarak (i) salt çalışma belleği, (ii) ipuçlu prospektif bellek, (iii) ipuçlanmayan prospektif bellek olmak üzere üç koşul altında veri toplanmıştır.

Uyaranların sunumunda E-Prime 2.0 (E-prime®: https://pstnet.com/products/e-prime/) yazılımı kullanılmıştır. Her deneme, 1500 ms süren *kategori* sunumuyla başlamaktadır. Ardından maksimum 1500 ms olmak üzere *kelime* sunulmaktadır. Katılımcıların kelime ekranında, butona basıp cevap vermesi halinde, *kelime* ekranı sonlanarak fiksasyon noktasının yer aldığı ekran gelmektedir. Fiksasyon noktası ekranda 1000 ms durmaktadır. Her 24 eşlemeden sonra, katılımcılara kaç doğru eşleme yaptığını gösteren "toplam doğru" ekranı gelmekte olup ekranda durma süresi 3500 ms'dir (Şekil 3-1, 3-2, 3-3). Her bir deneysel koşul, üç ayrı oturumda gerçekleştirilmiştir. Her bir koşulda 240 eşleşme, onar blok halinde katılımcıya sunulmaktadır. Katılımcılar, deneysel koşulların tümünü gerçekleştirmiştir. Her oturumda üçüncü ve altıncı blokları takiben 15 saniyelik mola bulunmaktadır. Oturumlar arası dinlenme süresi ise 5-7 dakika aralığındadır. Araştırmada katılımcıların cevaplarını toplamak için EEG ile uyumlu çalışan Chronos cihazı kullanılmıştır.

İlk Oturum – Çalışma Belleği Koşulu

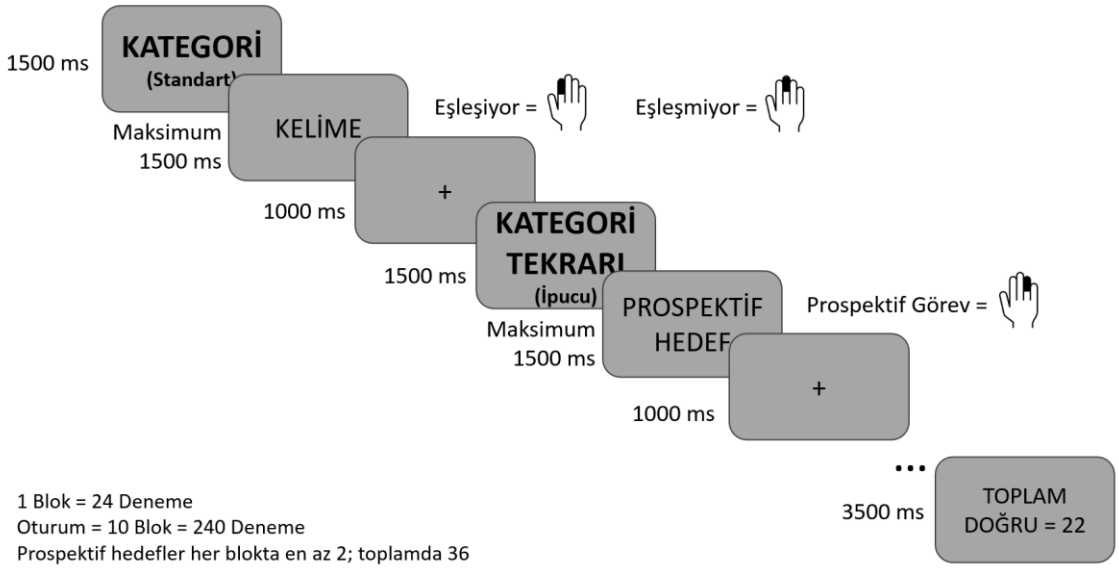
İlk oturum yalnızca süregiden görevden oluşmaktadır. Burada katılımcılardan beklenen eşleştirmeleri yapmaları ve kelime ekranı geldiğinde, 1500 ms içinde butona basarak tepki vermeleridir. Eğer eşleşiyorsa 1'e; eşleşmiyorsa 2'ye basmaları istenmektedir (Şekil 3-1). Bu bağlamda ilk oturumun çalışma belleği için temel bir ölçüm oluşturması söz konusudur. Tüm kategoriler randomize bir sırayla gelmektedir ve kategorileri takip eden tüm kelimeler birbirinden farklıdır.



Şekil 3-1: Çalışma belleği koşuluna ait deney tasarımı

Örtük İpuçlu Prospektif Bellek Koşulu

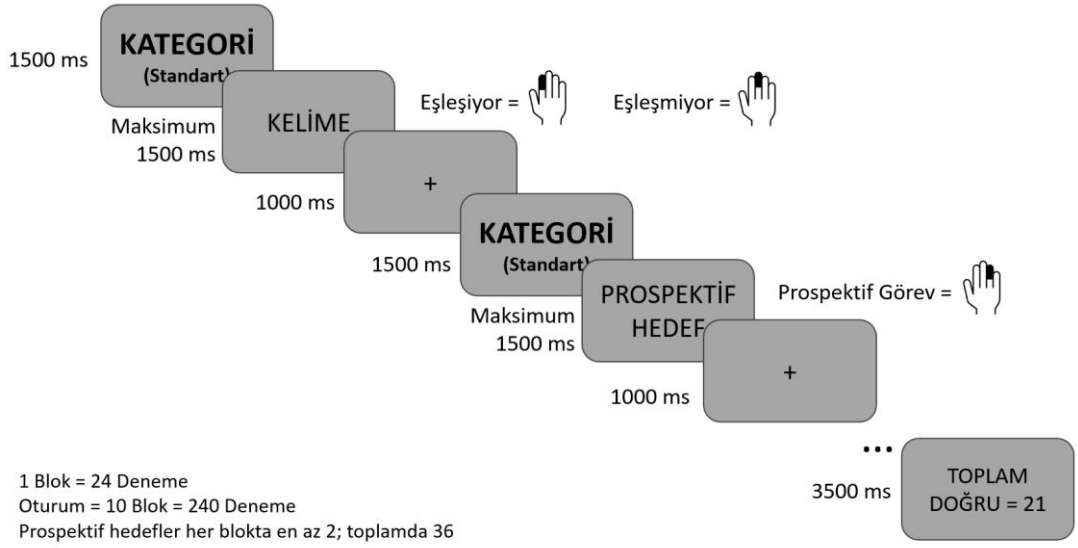
Diğer bir oturum örtük ipuçlu prospektif görev oturumdur. Oturum başlamadan önce katılımcılara eşleştirme görevi hatırlatılmaktadır. Ancak bu sefer ek bir görevlerinin daha olduğu ve eğer kelimenin içerisinde -LA hecesi var ise eşleştirme yapmayıp sadece 3'e basmaları gerektiği söylenmektedir. Katılımcılar, bu görev hakkında yalnızca bir kez, oturumdan önce bilgilendirilmektedir. Ancak katılımcılar bilmeksizin, -LA hecesi içeren hedef kelimeden önce gelen kategori bir ipucu işlevi görmektedir. İpuçlu oturumda aynı kategori iki kez tekrar ettiğinde bunu, prospektif hedef kelime (-LA heceli) izlemektedir (Şekil 3-2).



Şekil 3-2: İpuçlu oturuma ait deney tasarımı

İpuçlanmayan Prospektif Bellek Koşulu

Bu oturumda katılımcıya eşleştirmeleri yapmaya devam etmesi ancak kelimenin içerisinde -MA hecesi var ise eşleştirme yapmayıp sadece 3'e basmaları gerektiği söylenmektedir. Katılımcılar, bu görev hakkında yalnızca bir kez oturumdan önce bilgilendirilmektedir. Bu oturumda prospektif hedef kelimeyi (-MA heceli) işaret edecek bir ipucu bulunmamaktadır (Şekil 3-3). Bunun dışında ipuçlu prospektif bellek koşulu ile aynı şekilde tasarlanmıştır. İki koşulda farklı hecelerin seçilmesinin sebebi, alışma etkisinin önüne geçmektir.



Şekil 3-3: İpuçlanmayan oturuma ait deney tasarımı

Taşıma etkilerini önlemek amacıyla katılımcıların 15'i çalışma belleği oturumundan sonra ipuçlu oturuma; 10'u ise ipuçlanmayan oturuma atanmıştır. Prospektif hedef kelimeleri, toplam kelimelerin %15'ini (36 kelime) oluşturmakta ve psodö-randomize bir şekilde gelmektedir. Böylelikle alışma etkisinin önüne geçilmeye çalışılarak günlük hayatla benzer şekilde, kognitif yük altında prospektif bellek ödevlerinin spontan şekilde geri çağrılmasına yakınsayacak bir paradigma hedeflenmiştir.

Tüm oturumlar tamamlandıktan sonra katılımcının ipucuna karşı bilinçli farkındalığını sorgulamak için katılımcıya deneyde bir ipucu ya da örüntü fark edip etmediği sorulmaktadır. "Hayır" cevabı vermesi durumunda "Hece görevlerinden önce aynı kategorinin iki kez tekrarladığını fark ettiniz mi?" sorusu yöneltilmektedir. Böylelikle, örtük ipucuna karşı farkındalık geliştirmediğine emin olunan katılımcıların çalışmaya dahil edilmesi sağlanmıştır.

3.4.1. Uyaranlar

Uyaranlar, ekranın merkezine hizalanmış olup *kategoriler* koyulaştırılmış şekilde 80; *kelimeler* ise 70 puntoyla Calibri yazı stilinde yazılmıştır. Böylelikle uyaranlar peşi sıra gelirken *kategori* ve *kelimelerin* karışması önlenmiştir. Katılımcıların göz hareketlerini minimize etmek amacıyla en az 3 harfli (tek heceli); en çok 12 harfli (beş heceli) uyaranlar tercih edilmiştir. Her üç oturumda kullanılan kelimeler, harf sayıları açısından eşit tutulmuştur. Elektorensefalogram (EEG) karanlık bir odada gerçekleştiğinden katılımcıların gözlerini yormamak adına uyaranlar, gri bir arka planda siyah renkle sunulmuştur.

Daha önce Türkçe'ye uyarlandığı saptanmayan paradigmanın uyaran seçimi için 1200 adet *kategori* - *kelime* çifti araştırmacı tarafından belirlenmiş ve 11 kişiyle bir anket yürütülmüştür. Bu ankette her kategori – kelime çiftinin eşleşme derecesinin 7'li Likert tipi anket üzerinden puanlanması istenmiştir (1 = Hiç eşleşmiyor; 7 = Tamamen eşleşiyor). Her koşulda süregiden görevin sebep olacağı kognitif yükten oluşabilecek farklılıkları minimize etmek için 6.5 üstü (eşleşenler çiftler için) ve 1.5 puanın altında kalan (eşleşmeyen çiftler için) 720 adet *kategori* - *kelime* çifti tercih edilmiştir. 720 adet *kategori* - *kelime* çifti 3 oturuma eşit şekilde paylaştırılmıştır. Bu paylaştırma sonucunda oturumlar arasında kelime uzunlukları ve hece sayıları da eşit tutulmuştur. Araştırmada

24 kategoriyle eşleşen 360 kelime ve eşleşmeyen 360 kelime yer almaktadır. Bu 24 kategori; Aktar Ürünü, Bilim Dalı, Çiçek Türü, Coğrafi Oluşum, Dört Ayaklı Hayvan, Element, Ev Eşyası-Mobilya, Giysi, Hırdavat-Yapı Ürünü, İlçe-Semt, Kanatlı Hayvan, Kırtasiye-Ofis Ürünü, Meyve-Sebze, Meslek, Müzik Aleti, Mutfak Eşyası, Özel İsim, Şehir, Spor Türü, Taşıt, Tatlı Yiyecek-İçecek, Tuzlu Yiyecek-İçecek, Ülke ve Vücut Bölümü olarak belirlenmiştir.

Olası bir karıştırıcı değişken etkisini önlemek için eşleşen ve eşleşmeyen kelime çiftlerinin sayısı ile kategorilerin dağılımı her oturumda eşit tutulmuştur. Her bir kategori 240 denemelik oturumda eşit derecede temsil edilmiştir Her bir kategori için 10 eşleşme sunulmuştur. Bu 10 eşleşmenin 5'i eşleşen çiftlerden diğer 5'i eşleşmeyen çiftlerden oluşmuştur. Uyaranlar, MATLAB vasıtasıyla psödorandomize edilmiştir. Prospektif hedef kelimelerinde, hedef hecelerin kelime içerisindeki yerleri ipuçlu ve ipuçlanmayan oturumlar için benzerdir.

3.5. EEG

EEG sinyalleri BrainAmp-DC 32 kanallı EEG sistemi ile işlenmiştir. Sinyaller, 0.01 - 200 Hz arasında filtrelenip 1000 Hz örnekleme hızı ile Brain Vision Recorder 2.0'a aktarılmıştır. Sinyallerde terleme, kas hareketi, göz hareketi gibi durumlarda oluşabilecek kimi artefaktlara karşı katılımcılar, mümkün olduğunca sabit durmaları konusunda bilgilendirilmiştir. EEG kaydı yaklaşık üç oturumdan oluşmak üzere toplam 50 dakika sürmüştür. Oturumlar arası verilen molalar ile katılımcının olası rahatsızlığının minimuma indirilmesi ve vijilansının optimum düzeyde tutulması hedeflenmiştir.

İçleme ve dışlama kriterlerini sağlayan katılımcıların elektrotların yerleştirilmesi suretiyle EEG hazırlığı başlamıştır. 32 adet Ag-AgCl EEG elektrodu, elastik BrainVision EEG kepiyle katılımcıya rahatsızlık vermeyecek şekilde Genişletilmiş Uluslararası 10-20 Sistemine göre sabitlenmiştir. Referans olarak kulak memesi belirlenmiş olup tüm elektrotlardan gelen sinyaller referans elektroda göre yükseltilmiştir. Göz hareketlerinden kaynaklanan artefaktların önlenmesi ve kontrol edilebilmesi adına sağ gözün medyal üst ve lateral orbital kısmına elektro-okülogram (EOG) kaydı yapan elektrotlar yerleştirilmiştir. Daha sonra katılımcılar, bir bilgisayar ve yanıt butonlarının olduğu ses ve elektromanyetik yalıtımlı EEG çekim odasına alınmıştır.

3.6. Prosedür

Mevcut çalışma, İstanbul Üniversitesi İstanbul Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı EEG Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. Tüm veri toplama işlemleri (elektrot yerleştirme, EEG kaydı ve nöropsikolojik testler) yaklaşık olarak 3 saat sürmüştür. İlk olarak gönüllüye, araştırmanın içeriğine ve haklarına dair bilgi verilip çalışmaya katılımlarına dair Gönüllü Olur Formu imzalarına sunulmuştur. Demografik sorular yöneltilip Edinburgh El Muayenesi yapılmıştır. İçleme ve dışlama kriterlerini sağlayan katılımcılarla nöropsikolojik değerlendirmeye devam edilmiştir. Nöropsikolojik değerlendirmede CSÖT-II, Stroop Testi, Harf-Sayı-Harf Rakam Testi, Londra Kulesi Testi ile İleriye ve Geriye Dönük Bellek Ölçeği uygulanmıştır. Nöropsikolojik değerlendirmeden sonra EEG prosedürü yürütülmüştür. EEG prosedürü de tamamlandıktan sonra katılımcının araştırma süresince yapmış olduğu yol ve yemek masraflarını telafi etmek adına katılımcılara 200 Türk Lirası verilmiştir.

3.7. Verilerin Analizi

EEG verilerinin analizi için MATLAB (The Mathworks Inc., Natick, MA, ABD) üzerinde çalışan FieldTrip (https://www.fieldtriptoolbox.org/) yazılımı kullanılmıştır. Veriler öncelikle ön işlemeye tabii tutulmuştur. Düşük frekanslı kaymalar (<0,5 Hz) ve yüksek frekanslı gürültüleri (kas aktivitesi, 50 Hz şebeke gürültüsü) minimize etmek amacıyla 1-30 Hz bant geçiren filtre uygulanmıştır. Göz artefaktlarının tespiti içinse Bağımsız Bileşen Analizi (İng. Independent Component Analysis) yapılmış veri seti Infomax algoritması ile bileşenlerine ayrılmıştır (Bell ve Sejnowski, 1995; Lee ve ark., 1999). Bileşenlerin topografik ve spektral özellikleri incelenerek göz hareketiyle ilişkili olanlar veriden çıkarılmıştır. Son olarak işlenen veriler, kontrol edilerek artefaktlı bölümler manuel işaretlenip atılmıştır.

Veriler, artefaktlardan arındırıldıktan sonra her bir işaretleyici (İng. trigger) öncesi ve sonrası, belirlenen süredeki zaman pencerelerinden meydana gelen dilimlere ayrılmıştır. Bu dilimler arasında artefakt içeren denemeler tespit edildiğinde ilgili dilimler analize dahil edilmemiştir. EEG veri analizinde, katılımcılar ve deney koşulları arasındaki deneme sayısındaki eşitsizlikten doğabilecek yanlılıkları en aza indirmek amacıyla, geçerli dilim sayısı 30'un üzerinde olan işaretleyicilerde, rastgele seçimle 30 dilim belirlenmiş ve karşılaştırılacak koşullar arası eşit sayıdaki dilimlere dayalı analizler gerçekleştirilmiştir.

3.7.1. Olaya İlişkin Potansiyellerin Hesaplanması

Zaman kilitli sinyallerin analizi için, dilimlenmiş veriler üzerinde ortalamalar alınarak OİP'ler hesaplanmıştır. İlk adımda, yüksek ve düşük frekanslı gürültüyü baskılamak amacıyla 0,1-10 Hz bant geçiren filtre uygulanmış ve sinyallerin nöral aktiviteye odaklanan bileşenleri korunmuştur. Ardından, temel seviye düzeltmesi gerçekleştirilerek veriler sıfır referansına oturtulmuştur. Bu işlem için, uyaranın başlangıcından önceki -200 ms ile 0 ms arasındaki zaman aralığı kullanılmıştır. Nitekim, bu periyodun görevle ilişkili beyin yanıtlarından etkilenmediği varsayılmaktadır. Tüm dilimlerde bu zaman penceresinin ortalaması, ilgili sinyallerden çıkarılmıştır. Bu süreç, arka plan gürültüsünün minimize edilmesini ve olaya özgü nöral aktivitenin net bir şekilde izole edilmesini mümkün kılmıştır.

3.7.2. İstatistiksel Analiz

EEG verileri, hedef uyaran sonrası ilk 700 ms'lik zaman penceresi dikkate alınarak analiz edilmiştir. Analizlere, göz ve kas kaynaklı artefaktlardan yoğun etkilenen frontopolar kanallar (Fp1 ve Fp2) ve oksipital kanallar (O1, O2, Oz) analize dahil edilmemiştir. Her katılımcının, her bir farklı koşul için öncelikle bireysel OİP verileri elde edilmiş, sonrasında bireysel verilerin büyük avarajlamaları neticesinde koşul bazında OİP eğrileri meydana getirilmiştir. Koşullar arası karşılaştırmalar için ilgili işaretleyiciden sonraki 0-700 ms'lik zaman penceresinde eşleştirilmiş örneklemler için *t*-testi kullanılmıştır.

İlk aşamada, her elektrot ve zaman noktası için bağımsız *t*-testleri uygulanarak koşullar arası geçici farklılıklar tespit edilmiştir. Ancak bu adım, zamansal otokorelasyon (bitişik zaman noktaları arası bağımlılık) ve elektrotlar arası uzaysal ilişkileri hesaba katmadığından ön istatistiksel bir tarama olarak kabul edilmiştir. İkinci aşamada, anlamlı ($p < 0,05$, düzeltilmemiş) *t*-değerlerinin komşu zaman-elektrot bölgelerinde oluşturduğu uzaysal-zamansal kümeler tanımlanmıştır. Bu yöntem, tekil noktalar yerine geniş ölçekli nöral aktivite desenlerine odaklanarak istatistiksel gücü artırmayı amaçlamıştır. Son adımda ise, permütasyon tabanlı null dağılım oluşturulmuştur. Katılımcı verileri 1000 kez rastgele karıştırılarak her permütasyon için küme istatistikleri hesaplanmış ve gerçek verideki kümeler, bu dağılımla karşılaştırılmıştır. Null dağılımın %95 persantil eşiğini ($p < 0,05$) aşan kümeler, aile bazında hata oranı (FWER) kontrolü altında istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

Reaksiyon süresi ve nöropsikolojik testlerden alınan puanların analizi içinse IBM SPSS 22 (Statistical Package For The Social Sciences) yazılımı kullanılmıştır. Normallik varsayımı karşılandıktan sonra; Eşleştirilmiş Örneklemler için *t*-test ve Tekrarlı Ölçümler için ANOVA yürütülmüştür. Normal dağılım göstermeyen veri setlerinde ise Friedman Testi, Wilcoxon Sıralı İşaretler Testi ve Ki-Kare Testi kullanılmıştır. Çoklu karşılaştırmalar için Bonferroni düzeltmesi uygulanmıştır. Paradigmaya ait uyaranlar, Tablo 3-1'de özetlenmiştir.

Tablo 3-1: Paradigmaya ait uyaran seti

Koşullar	**Uyaranlar**	
	Kategori	***Kelime***
Çalışma Belleği Koşulu (ÇBK)	Standart Kategori$_{ÇBK}$*	Standart Kelime$_{ÇBK}$*
Örtük İpuçlu Prospektif Bellek Koşulu (ÖİPBK)	Standart Kategori$_{ÖİPBK}$* / İpucu	Standart Kelime$_{ÖİPBK}$* / İpuçlu Prospektif Hedef
İpuçlanmayan Prospektif Bellek Koşulu (İPBK)	Standart Kategori$_{İPBK}$* / İpucu-Kontrol**	Standart Kelime$_{İPBK}$* / İpuçlanmayan Prospektif Hedef

*Aynı koşuldaki değişkenlerin karşılaştırılmasında her koşulun kendine ait süregiden görevdeki standart kelime ve kategorileri kullanılmıştır. Koşullar arasındaki standart kelime uyaranlarının ortografik ve görsel özellik açısından farklılıkları bulunmamaktadır.

** İpucu-Kontrol, ipuçlanmayan prospektif hedeflerden önceki standart kategoriyi ifade etmektedir. İpucu-kontrol değişkeninin diğer standart kategorilerden bir farkı olmamasına karşın, istatistiksel karşılaştırmalarda kullanmak için işaretlenmiştir.

4. BULGULAR

4.1. Betimleyici İstatistikler

Katılımcılara ait demografik bilgiler Tablo 4-1'de sunulmuştur. Prospektif bellek oturumlarından ilk olarak hangi oturumu aldıklarına göre cinsiyet dağılımına ilişkin frekans bilgileri Tablo 4-2'de verilmiştir.

Tablo 4-1: Katılımcılara ilişkin demografik bilgiler

	Ort. ± SS	**Min – Max**
Yaş	21,84 ± 4,06	18 –33
Eğitim Süresi (Yıl)	15,12 ± 2,45	13 – 22
Cinsiyet (Kadın/Erkek)	12/13	

Ort.: Ortalama; SS: Standart Sapma

Tablo 4-2: Oturum sırasına göre cinsiyet dağılım frekans tablosu

Cinsiyet	**Oturum Sırası**		**Toplam**
	Önce ÖİPBK*	**Önce İPBK***	
Kadın	8	4	**12**
Erkek	7	6	**13**
Toplam	**15**	**10**	**25**

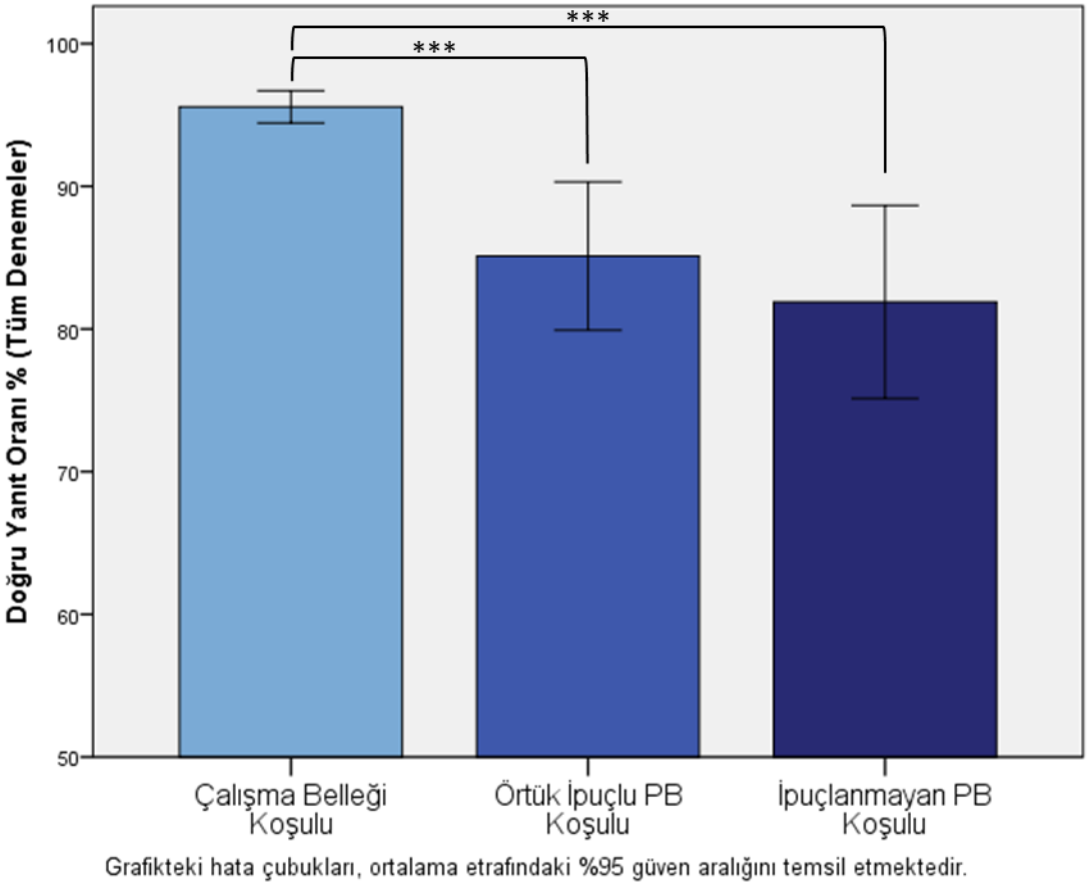
ÖİPBK: Örtük İpuçlu Prospektif Bellek Koşulu; İPBK: İpuçsuz Prospektif Bellek Koşulu

4.2. Davranışsal Bulgular

4.2.1. Koşulların Tüm Denemelerine Ait Ortalama Reaksiyon Sürelerinin ve Doğruluk Oranlarının İncelenmesi

Katılımcıların genel performans göstergeleri olarak, her bir koşulda bulunan tüm 240'ar deneme üzerinden (prospektif bellek hedefleri + standart kelimeler) doğru oranları ve ortalama reaksiyon süreleri hesaplanarak oturumlar arasında karşılaştırılmıştır. Friedman Testi sonuçlarına göre, doğru oranları, oturumlar arasında anlamlı fark göstermektedir (χ^2 = 32,571, p < 0,001). Wilcoxon Sıralı İşaretler Testi sonuçlarına göreyse, örtük ipuçlu ve ipuçlanmayan prospektif bellek koşullarında

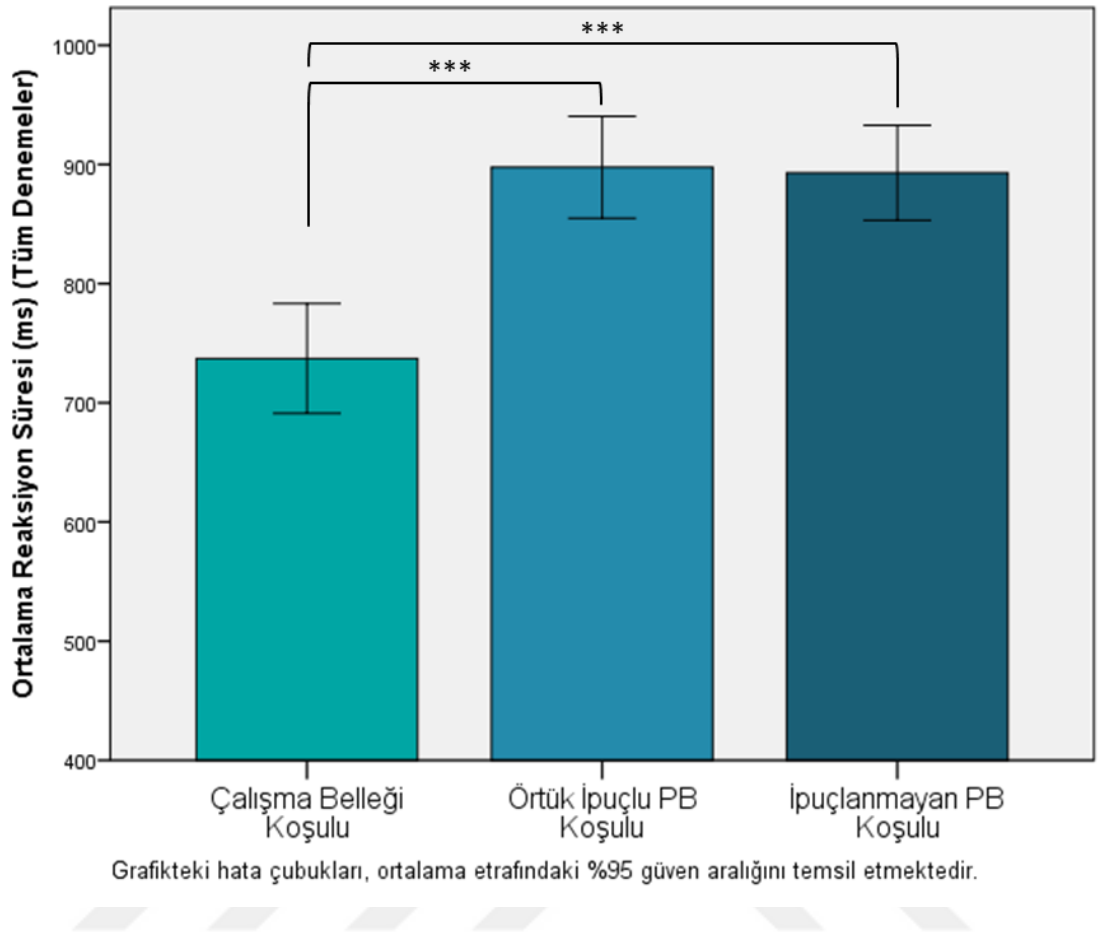
çalışma belleği koşuluna kıyasla doğru oranında düşüş saptanmıştır (Z= -4,253, p < 0,001; Z= -4,051, p < 0,001) (Şekil 4-1). Öte yandan, katılımcıların örtük ipuçlu ve ipuçlanmayan prospektif bellek koşullarındaki tüm denemeler genelinde doğru oranları benzer bulunmuştur (Z= -1,188, p = 0,235) (Tablo 4-3).



Şekil 4-1: Koşulların tüm denemelerine ait doğru oranları

***p < 0,001

Tekrarlı Ölçümler için ANOVA sonuçları, ortalama reaksiyon süresi açısından da oturumlar arasında anlamlı fark göstermiştir (F(2, 48) = 103,84, p < 0,001, η_p^2 = 0,812). İpuçlu ve ipuçlanmayan prospektif bellek koşullarında çalışma belleği koşuluna kıyasla reaksiyon süresi anlamlı derecede daha uzundur (tüm p < 0,001) (Şekil 4-2). Öte yandan, katılımcılar, ipuçlu ve ipuçlanmayan prospektif bellek koşullarında benzer sürelerde yanıt vermiştir (p = 1) (Tablo 4-3).



Şekil 4-2: Koşulların tüm denemelerine ait ortalama reaksiyon süreleri

***$p < 0{,}001$

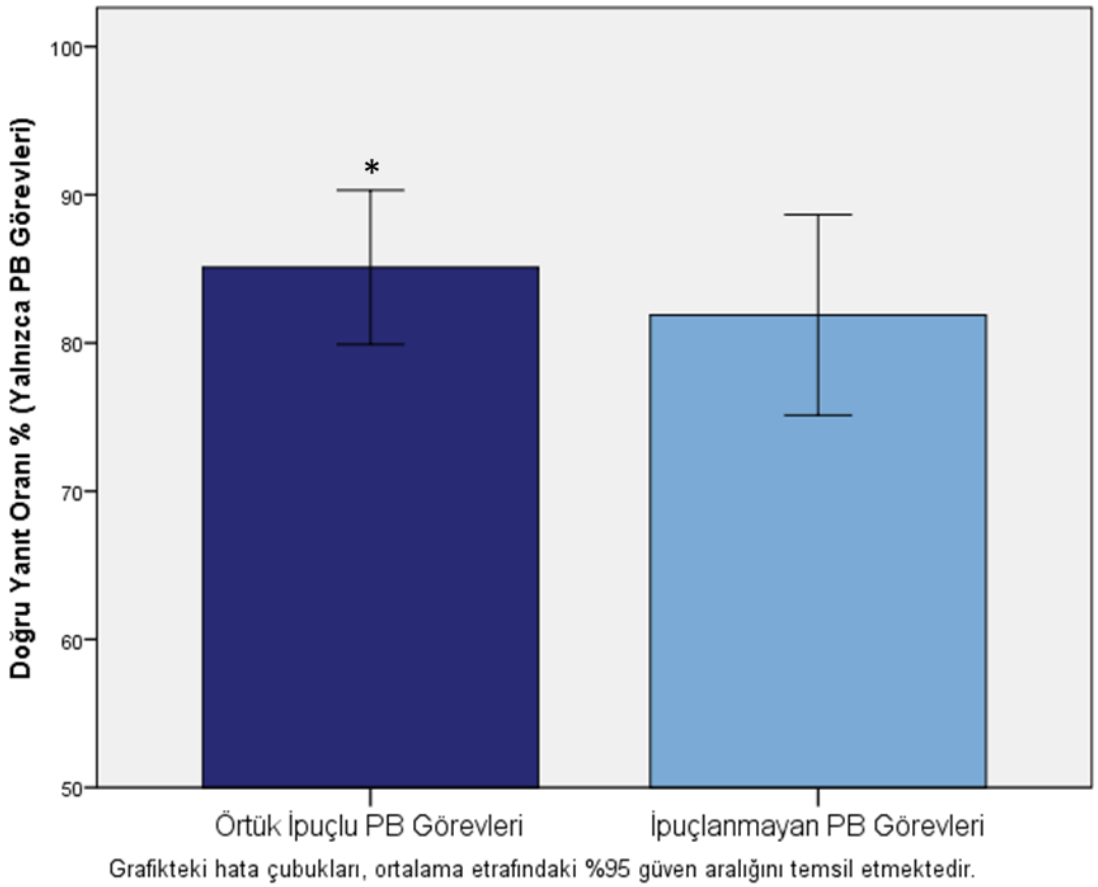
Tablo 4-3: Tüm Denemelere ait doğru oranları ve ortalama reaksiyon süreleri

	Çalışma Belleği Koşulu		**Örtük İpuçlu Prospektif Bellek Koşulu**		**İpuçsuz Prospektif Bellek Koşulu**	
	Ort. ± SS	**Medyan (Min-Max)**	**Ort. ± SS**	**Medyan (Min-Max)**	**Ort. ± SS**	**Medyan (Min-Max)**
Doğru %	95,57 ± 2,75	96,25 (90,42 - 99,58)	91,23 ± 3,98	91,67 (82,92 - 97,50)	90,45 ± 5,21	92,50 (80,42 - 97,92)
Ortalama RS	737,22 ± 111,46	740,25 (489,95 - 906,94)	897,62 ± 103,51	917,76 (579,75 - 1033,84)	892,99 ± 96,46	890,58 (564,28 - 1053,46)

Ort.: Ortalama; SS: Standart Sapma; RS: Reaksiyon Süresi

4.2.2. Koşulların Prospektif Bellek Denemelerine Ait Ortalama Reaksiyon Sürelerinin ve Doğruluk Oranlarının İncelenmesi

Katılımcıların prospektif bellek performanslarının ipucundan etkilenip etkilenmediğini test etmek için sadece prospektif bellek hedeflerinin yer aldığı 36'şar deneme üzerinden prospektif bellek görevlerindeki doğru oranları ve ortalama reaksiyon süreleri hesaplanarak ipuçlu ve ipuçlanmayan koşullar arasında karşılaştırılmıştır. Wilcoxon Sıralı İşaretler Testi sonuçlarına göre örtük ipuçlu prospektif bellek koşulunda ipuçlanmayan prospektif bellek koşuluna kıyasla doğru oranı anlamlı derecede daha yüksek saptanmıştır (Z = -2,338, p = 0,019) (Şekil 4-3) (Tablo 4-4).

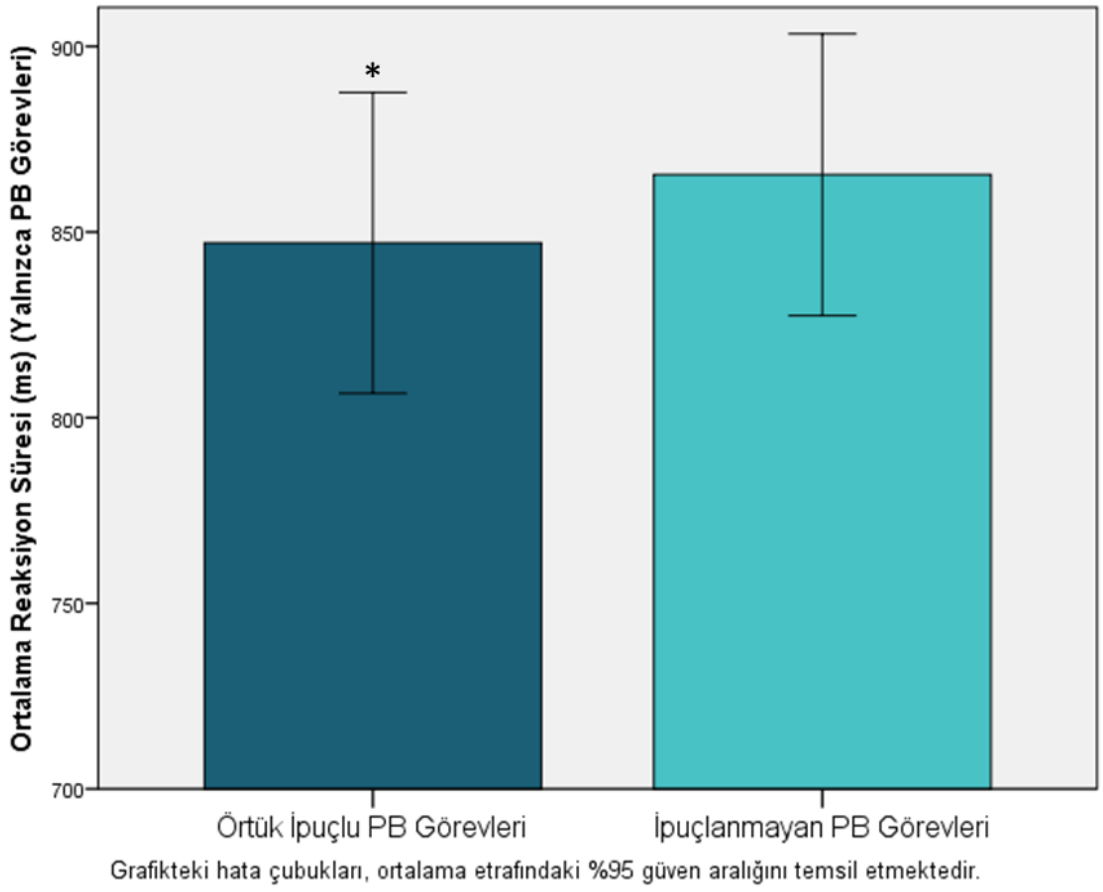


Şekil 4-3: Koşulların prospektif bellek denemelerine ait doğru oranları

*p < 0,05

Katılımcıların prospektif bellek görevlerindeki ortalama reaksiyon süreleri, oturumların sıra etkisi kontrol edilerek Tekrarlı Ölçümler için ANCOVA analiziyle karşılaştırılmıştır. Örtük ipuçlu prospektif bellek hedeflerine verilen yanıtlar, ipuçlanmayan prospektif bellek hedeflerine kıyasla anlamlı derecede daha hızlıdır (F(1, 23 = 7,842, p = 0,01, η_p^2 = 0,254) (Şekil 4-4). Koşul ve oturum sırası etkileşimi de

anlamlı bulunmuştur ($F(1, 23) = 11{,}599$, $p = 0{,}002$, $\eta_p^2 = 0{,}335$). Buna göre katılımcıların oturumları hangi sırada gerçekleştirdikleri reaksiyon süresini etkilemektedir (Tablo 4-4). İpuçlanmayan PB koşulunu daha önce alan katılımcıların, ipuçlanmayan koşuldaki PB hedeflerine yönelik ortalama cevap süreleri daha kısadır. Ayrıca katılımcılar, örtük ipucuna yönelik bilinçli bir farkındalık bildirmemiştir.



Şekil 4-4: Koşulların prospektif bellek denemelerine ait ortalama reaksiyon süreleri

*$p < 0{,}05$

Tablo 4-4: Prospektif bellek görevlerine ait doğru oranları ve ortalama reaksiyon süreleri

	İpuçlu Prospektif Bellek Koşulu		İpuçsuz Prospektif Bellek Koşulu	
	Ortalama ± SS	Medyan (Min-Max)	Ortalama ± SS	Medyan (Min-Max)
Doğru %	85,11 ± 12,6	88,89 (50-97,22)	81,89 ± 16,4	86,11 (33,3 - 97,2)
Ortalama Reaksiyon Süresi	847,09 ± 98,17	850,61 (614,94 - 1001,75)	865,45 ± 91,94	874,37 (692,3 - 1053,9)

SS: Standart Sapma

4.2.3. İpucu Üzerindeki Cinsiyet Etkisinin İncelenmesi

Bağımsız Örneklemler *t*-testi kadın (3,01 ± 7,56) ve erkekler (2,61 ± 5,39) arasında ipucu etkisi açısından anlamlı fark göstermemektedir (t = 0,156, p = 0,878). Buna göre kadın ve erkekler örtük ipucundan benzer miktarda fayda sağlamışlardır.

4.2.4. Nöropsikolojik Testlere Ait Korelatif Bulgular

Katılımcıların örtük ipuçlarından ne kadar faydalandıklarının bir göstergesi olarak ipucu etkisi hesaplanmıştır. Öncelikle ipuçlanan ve ipuçlanmayan prospektif bellek görevlerindeki ortalama reaksiyon süresi hesaplanmış, daha sonra ilgili oturumun ortalama reaksiyon süresine bölünerek normalize edilmiştir. Normalize değerlerin farkı alınarak ($RS_{\text{normalize edilmiş ipuçlanmayan PB}} - RS_{\text{normalize edilmiş ipuçlanan PB}}$) 100'le çarpılmıştır. Böylece artan değerler, ipucundan daha fazla fayda sağlandığına işaret etmektedir.

İpucu etkisi ile katılımcıların bellek ve yürütücü işlev performanslarının ilişkili olup olmadığını test etmek amacıyla Spearman Sıra Katsayıları Korelasyon Analizi gerçekleştirilmiştir. İpucu etkisi ile semantik kümeleme arasında anlamlı pozitif korelasyon saptanmış olup katılımcıların CSÖT-II semantik kümeleme skorları arttıkça kategori ipucundan daha fazla faydalandıkları tespit edilmiştir (ρ = 0,380, p = 0,030) (Şekil 4-5). İpucu etkisi bellek ve yürütücü işlevlere yönelik diğer nöropsikolojik test skorlarıyla anlamlı fark göstermemiştir. Bellek ve yürütücü işlev testlerine yönelik değerler Tablo 4-5 ve Tablo 4-6'da sunulmuştur.

Tablo 4-5: Yürütücü işlevlere yönelik nöropsikolojik test ve ipucu etkisinin korelatif değerleri

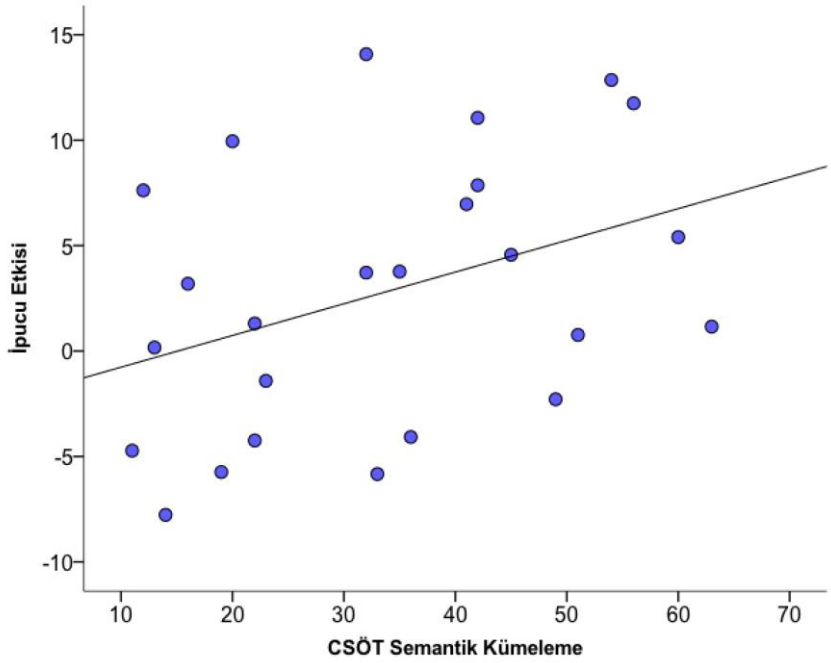
Değişkenler	Ort. ± SS	1	2	3	4	5
1. İpucu Etkisi	2,80 ± 6,38	1				
2. Londra Kulesi Testi Toplam Doğru Skoru	6,12 ± 2,80	0,82	1			
3. Londra Kulesi Testi Toplam Başlama Süresi	148,64 ± 114,61	-0,02	0,57*	1		
4. Stroop Testi Enterferans Süresi	23,52 ± 9,39	0,05	-0,24	-0,10	1	
5. Harf-Rakam Dizisi Testi Skoru	11,44 ± 2,58	0,28	0,44*	0,23	-0,34	1

*$p < .05$; Ort.: Ortalama; SS:Standart Sapma

Tablo 4-6: Bellek performansına yönelik nöropsikolojik test ve ipucu etkisinin korelatif değerleri

Değişkenler	Ort. ± SS	1	2	3	4	5
1. İpucu Etkisi	2,80 ± 6,38	1				
2. İGYBÖ Retrospektif Alt Ölçeği	20,32 ± 4,18	0,21	1			
3. İGYBÖ Prospektif Alt Ölçeği	22,52 ± 4,90	0,24	0,53*	1		
4. CSÖT-II Semantik Kümeleme Skoru	33,72 ± 16,12	0,38*	0,13	-0,02	1	
5. CSÖT-II Toplam Öğrenme Skoru	31,48 ± 15,60	0,23	-0,05	-0,05	0,46*	1

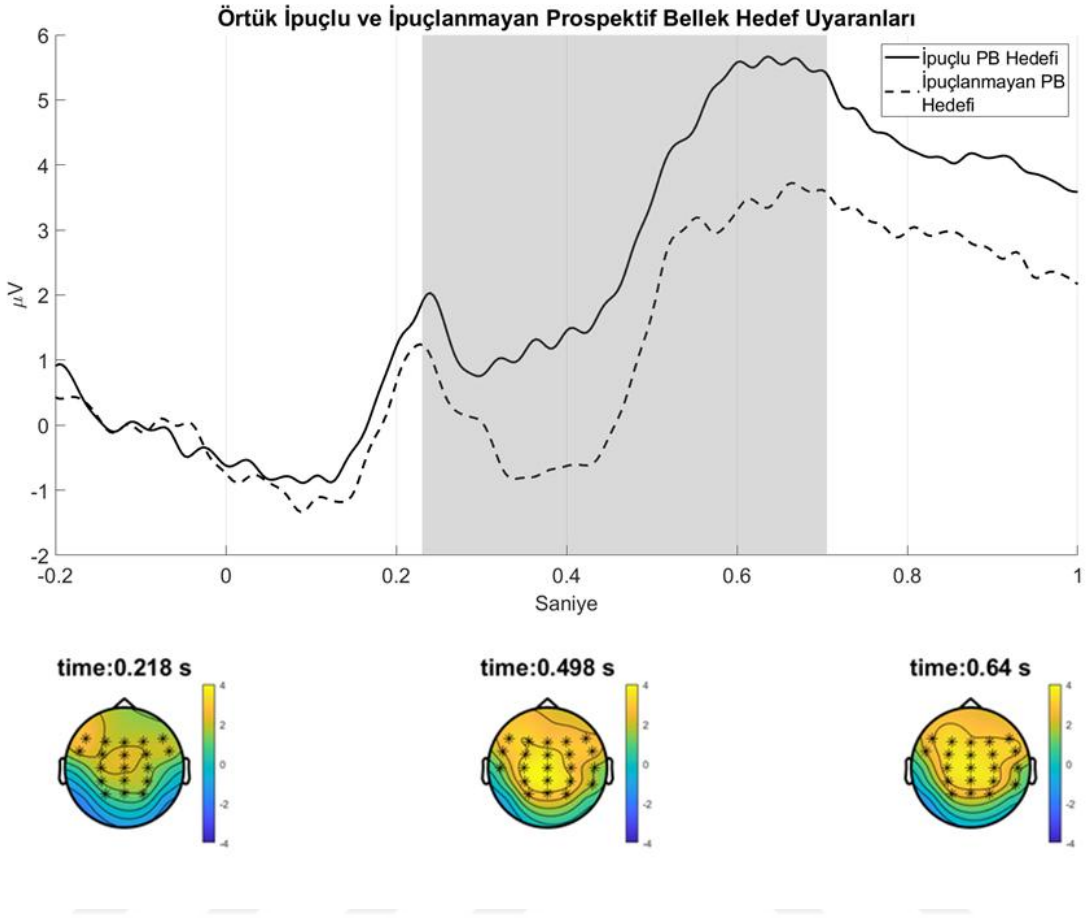
*$p < .05$; Ort.: Ortalama; SS:Standart Sapma



Şekil 4-5: İpucu etkisinin ve semantik kümeleme ile ilişkisi

4.3. Elektrofizyolojik Bulgular

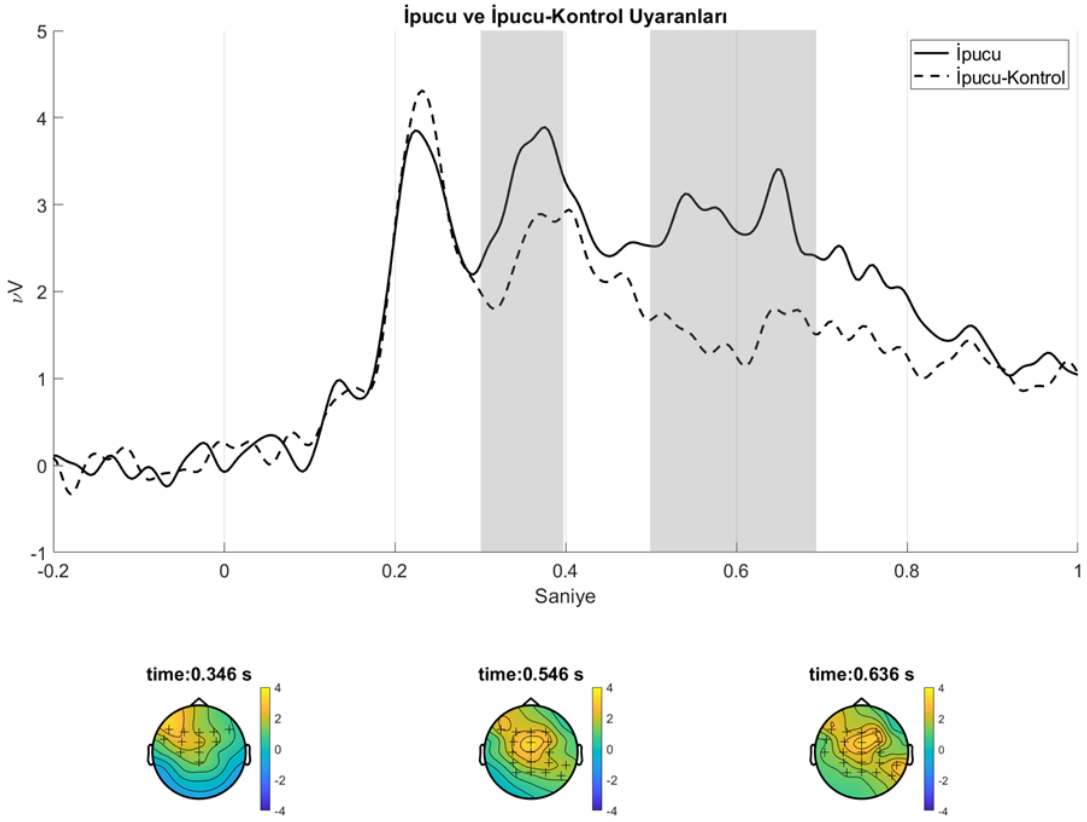
Olaya ilişkin potansiyellere dair tüm istatistikler 0-700 ms aralığında incelenmiş olup, OİP yanıtları Fp1, Fp2, O1, O2 ve Oz kanalları dışarıda tutularak görselleştirilmiştir. Tüm şekillerde uyaran başlangıç anı 0. saniyeye tekabül etmektedir.



Şekil 4-6: Örtük ipuçlu ve ipuçlanmayan prospektif bellek hedef uyaranlarının OİP yanıtlarının ve topografilerinin karşılaştırması

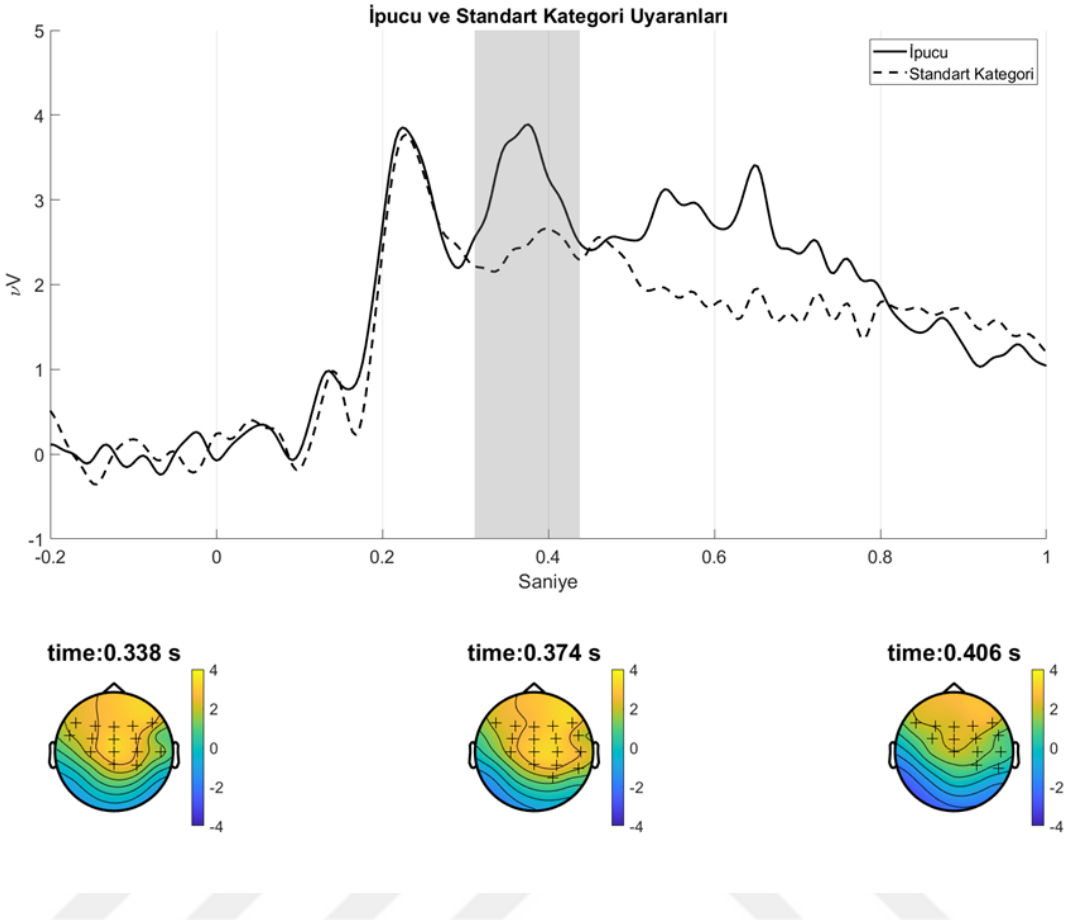
Şekil 4-6'da ipuçlu ve ipuçlanmayan prospektif bellek hedeflerine ait OİP yanıtları görülmektedir. Bu yanıtlar incelendiğinde, 220-700 ms arasında yaygın bir topografi ile fronto-santro-parietal hatta yayılan ipuçlanan hedefler lehine anlamlı pozitivite farkı (p <0,001) tespit edilmiştir. Bu pozitivite, fronto-santral bölgede başlayıp yaklaşık 400 ms'den sonra santral hatta tepe değerine ulaşmış gözükmektedir.

Uyarandan sonraki 220 mslik zaman penceresinde örtük ipuçlanan ve ipuçlanmayan PB hedefleri arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Buna karşın, ipuçlanmayan PB hedefleri, N400 yanıtına benzer bir örüntü meydana getirmiştir. Takiben, örtük ipuçlanan PB hedefleri, ipuçlanmayan PB hedeflerine göre daha büyük amplitüdlü LPC (İng. Late Posivite Complex) benzeri dalgaları ortaya çıkarmıştır.



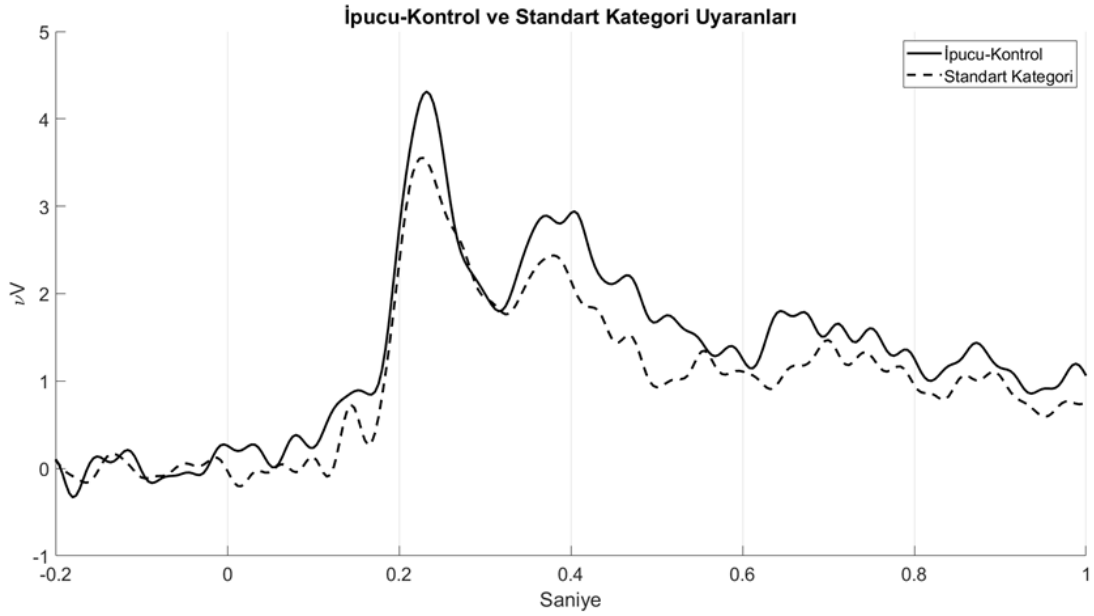
Şekil 4-7: İpucu ve ipucu-kontrol uyaranlarının OİP yanıtlarının ve topografilerinin karşılaştırılması

Şekil 4-7'de ipucu ve ipucu-kontrol uyaranlarının OİP yanıtları görülmektedir. İlk 300 ms'de uyaranlar arasında anlamlı bir farklılık saptanmamışken; 304-392 ms aralığında ipucu uyaranı, ipucu-kontrol uyaranına göre (p <0,05) anlamlı pozitif sapmalara yol açmıştır. Pozitivite açısından bir diğer anlamlı farklılık, 520-672 ms aralığında (p <0,05) yine ipucu uyaranının lehine görülmüştür. Sol fronto-santral hatta 300 ms civarında başlayan pozitivitenin P300 dalgasına tekabül ettiği gözlenmiştir. 600 ms civarındaki santro-parietal hatta yayılım gösteren pozitivite LPC yanıtına yakınsamaktadır.



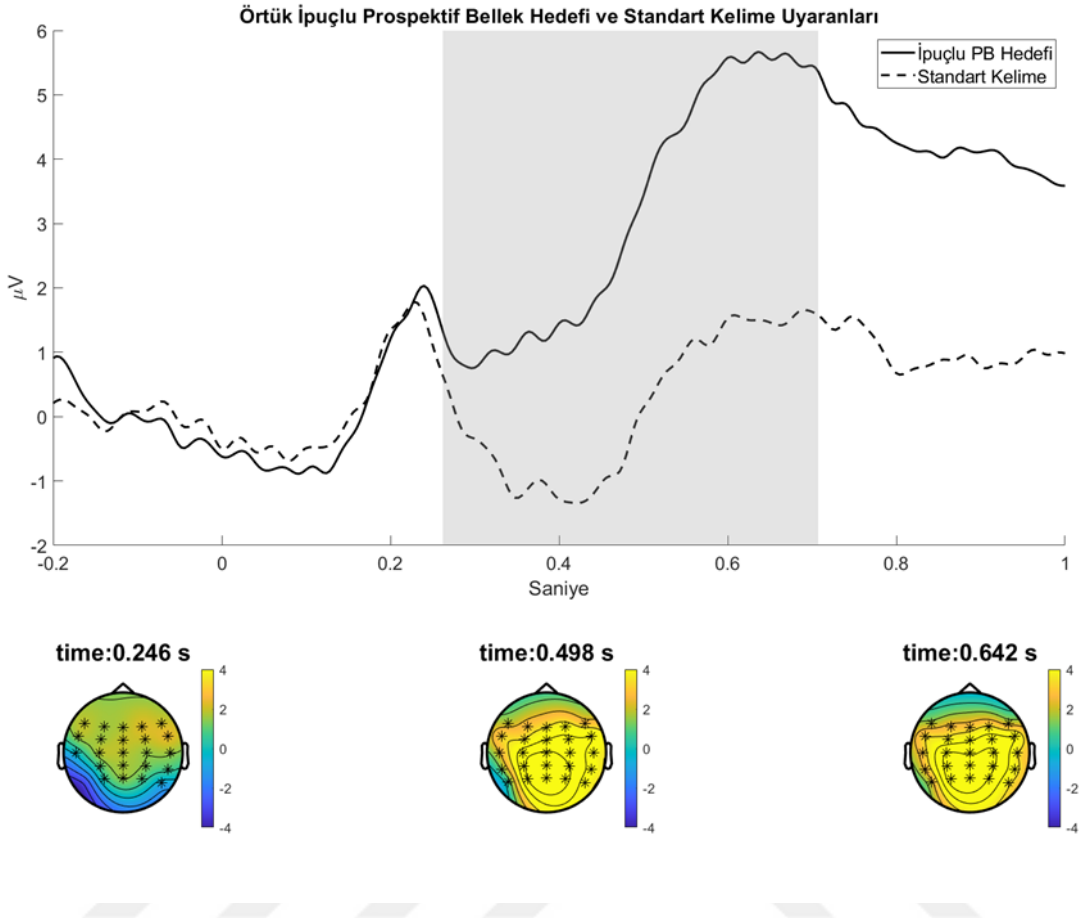
Şekil 4-8: İpucu ve standart kategori uyaranlarının OİP yanıtlarının ve topografilerinin karşılaştırılması

Şekil 4-8'de ipucu uyaranına ve aynı koşuldaki ipucu olmayan standart kategori uyaranına yönelik OİP yanıtları görülmektedir. İlk 300 ms'deki uyaranlar arası örüntüler oldukça benzerdir. İpucu uyaranları, standart kategori uyaranlarına kıyasla, 324-424 ms arasında fronto-santral bir topografi ile kendini gösteren anlamlı bir pozitivite farkı ($p < 0,05$) oluşturmuştur. Bu zaman penceresindeki OİP paterninin, P300 yanıtı olduğu ve bu anlamlı P300 farkının ipucu uyaranından kaynaklandığı düşünülmüştür. 424. ms'den sonra bir fark trendi gözükmekle beraber bu fark, anlamlı değildir.



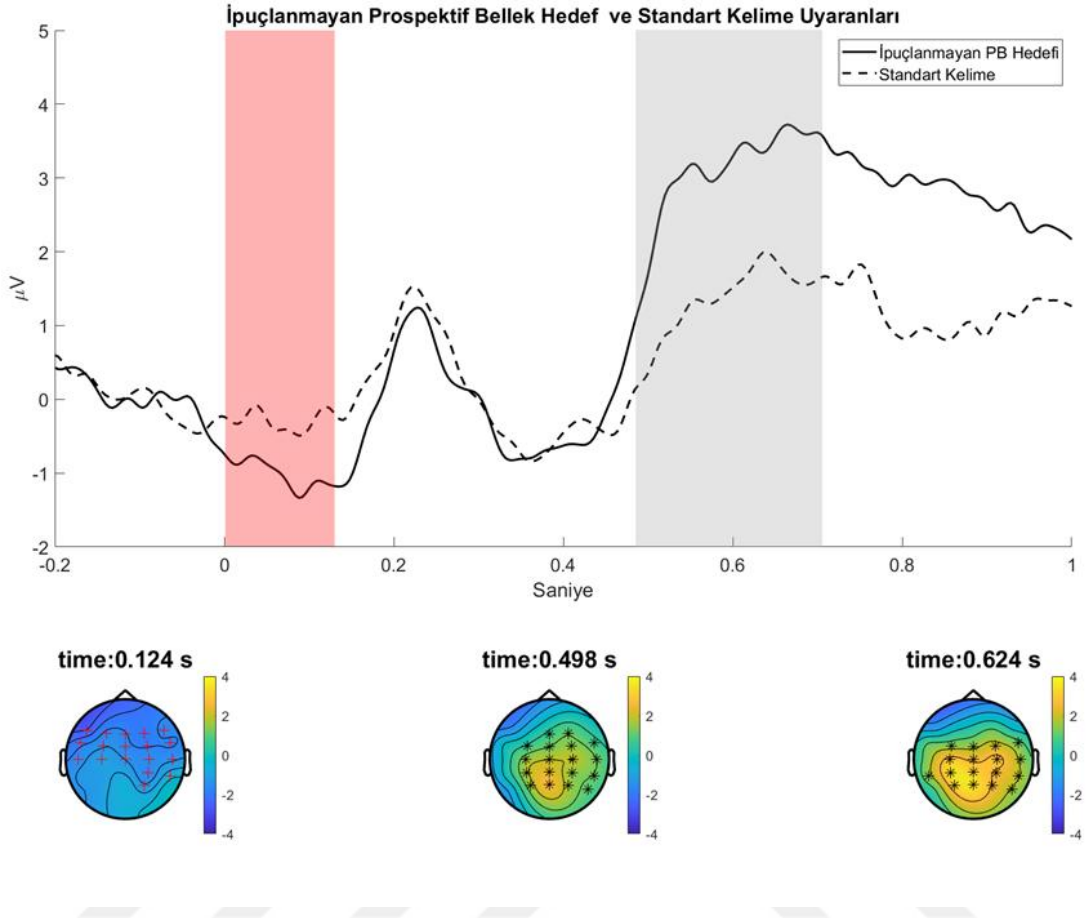
Şekil 4-9: İpucu-kontrol ve standart kategori uyaranlarının OİP yanıtlarının ve topografilerinin karşılaştırılması

Şekil 4-9'da ipucu-kontrol uyaranına ve aynı koşuldaki diğer standart kategori uyaranına yönelik OİP yanıtları görülmektedir. Bu iki uyaran arasında herhangi bir zaman penceresinde OİP yanıtları açısından anlamlı bir fark ortaya çıkmamıştır. Her iki uyarana karşı P2, N2 ve P3 yanıtlarına benzer örüntüler gözlenmiştir.



Şekil 4-10: Örtük-ipuçlu prospektif bellek hedefi ve standart kelime uyaranlarının OİP yanıtlarının ve topografilerinin karşılaştırılması

Şekil 4-10'da ipuçlanan PB hedefi olan kelime uyaranları ve standart kelime uyaranlarına karşı oluşan OİP yanıtları yer almaktadır. 248-700 ms arasında fronto-santro-parietal yayılımlı belirgin bir pozitivite saptanmıştır ($p < 0{,}001$). Standart kelime uyaranları, ipuçlanan PB hedeflerine kıyasla N400 yanıtında anlamlı bir fark ortaya koymuştur. 500-700 ms aralığındaki LPC yanıtında, ipuçlanan PB hedefi uyaranları için düzenli bir biçimde daha yüksek amplitüd değerleri gözlenmiştir.



Şekil 4-11: İpuçlanmayan prospektif bellek hedefi ve standart kelime uyaranlarının OİP yanıtlarının ve topografilerinin karşılaştırılması

Şekil 4-6'da, standart kelime uyaranları ve ipuçlanmayan PB hedefi uyaranlarının oluşturduğu OİP yanıtları gösterilmektedir. 0 - 132 ms arasındaki erken dönemde fronto-santral bölgelerde ortaya çıkan anlamlı negativite paterni ($p < 0,05$), 488 - 700 ms arasındaki geç dönemde yerini pozitivite paternine bırakmış olup anlamlılık düzeyinde de artış gözlenmiştir ($p < 0,001$). Erken dönemdeki OİP farkının, ipuçlanmayan PB hedefi uyaranlarının yol açtığı N1 yanıtının daha büyük oluşundan kaynaklandığı tespit edilmiştir. Geç dönemdeki anlamlı farklılığın ise yine ipuçlanmayan PB hedefi uyaranlarının LPC yanıtının standart kelime uyaranlarına kıyasla daha büyük oluşundan kaynaklandığı görülmüştür.

5. TARTIŞMA

Bu araştırmanın amacı, örtük ipucuyla tetiklenmiş örtük bellek süreçlerinin prospektif bellek süreçlerini etkileyip etkilemediğini araştırmaktır. Bu amaçla prospektif bellek literatüründe yaygın olarak kullanılan bir deneysel paradigma, Türkçe versiyonu oluşturularak modifiye edilmiştir. Çalışma üç oturumda gerçekleştirilmiş olup ilk oturum salt çalışma belleği, ikinci ve üçüncü oturumlar ise süregiden görevin içinde %15 sıklıkta yer alan ipuçlu ve ipuçlanmayan prospektif bellek (PB) görevlerinden oluşturulmuştur. Bir önce sunulan kategorinin tekrar etmesi ile sağlanan örtük ipucunun bilinçli farkındalığa çıkması, zaman baskısı oluşturularak engellenmiştir. Paradigmanın modifiye edilmiş versiyonu tamamen araştırmaya özgüdür.

PB oturumları, süregiden görevlere kıyasla bilişsel yükü arttırmıştır. Koşullar arası tüm denemelerin reaksiyon süreleri ve doğruluk oranları değerlendirildiğinde çalışma belleği koşulunda performansın anlamlı derecede daha iyi olduğu bulunmuştur. Oturum sırası kovaryat olarak alındığında ipuçlu PB hedeflerine verilen yanıtlar, ipuçlanmayan PB hedeflerine verilenlere kıyasla anlamlı derecede hızlanmıştır. CSÖT-II ile belirlenen semantik kümeleme stratejisi ile ipucu fasilitasyonu arasında anlamlı pozitif ilişki saptanmıştır. OİP bulguları, ipuçlu ve ipuçlanmayan hedeflerde N400 ve LPC farkları göstererek beklenti ihlali ve prospektif bellek entegrasyonu süreçlerinin koşullar arasında farklılaştığını ortaya koymuştur. P300 farkı ise ipuçlarının bilinçsizce ayırt edildiğine işaret etmektedir. Erken duyusal bileşenler (P1-N1-P2) benzer kalsa da ipuçlanmayan hedeflerde N1 negatifliği artmıştır.

İlk aşamada süregiden görev (çalışma belleği koşulu) ile ipuçlanan ve ipuçlanmayan prospektif bellek koşulları tüm denemeler genelinde doğru oranı ve ortalama reaksiyon süresi açısından karşılaştırılmış ve koşullar arası anlamlı fark bulunmuştur. İkili karşılaştırmalar, çalışma belleği koşulunda, diğer PB koşullarına kıyasla, doğru oranının daha fazla ve yanıtların daha hızlı olduğunu göstermiştir. Bu farkın çalışma belleği koşulundan kaynaklanıyor olması, prospektif bellek (PB) görevine bağlı olarak koşullar arası değişen kognitif yük bağlamında değerlendirilmiştir. Süregiden göreve ek olarak verilen prospektif görev, kognitif yükü arttırmaktadır (Pereira ve ark., 2012; Thomas ve McBride, 2016). Bu bulgu, çalışmada hedeflenen paradigma tasarımı ile uyumludur. Nitekim, prospektif bellek görevinin

fokal olmaması ve süregiden görevin yalnızca %15'inde bulunmasıyla kendiliğinden geri çağırma süreçlerine yönelik bir paradigma oluşturulması amaçlanmıştır. Bununla beraber, PB görevinde süregiden görevin inhibe edilerek farklı bir yanıt üretilmesi gerektiğinden ortalama cevap süresinin uzaması beklenen bir durumdur (Hockey ve Cutmore, 2021). Tüm denemeler için örtük ipuçlu PB ve ipuçlanmayan PB koşulları arasında anlamlı fark saptanmamış olması mevcut çalışmanın hipotezleriyle uyumluluk sergilemekte ve amaçlandığı gibi, iki koşuldaki *kategori-kelime* çiftlerine ait ortografik ve görsel özellikler ile görev zorluğunun benzer olduğunu doğrulamaktadır.

İkinci aşamada, örtük ipuçlu PB koşulu ve ipuçlanmayan PB koşulu yalnızca prospektif bellek görevleri kapsamında incelenerek örtük ipucunun prospektif bellek üzerindeki etkisi test edilmiştir. Oturum sırasının kontrol edildiği analizler, örtük ipuçlu PB görevlerine verilen ortalama yanıt süresinin anlamlı derecede daha düşük olduğunu göstermiştir. Bu bulgu, örtük ipuçlarının, prospektif bellek süreçlerine dahil olarak performansı fasilite ettiğine kanıt sunmakta ve araştırmanın hipotezini desteklemektedir. Daha önce, eşik altı örtük ipuçlarının prospektif bellek performansını fasilite ettiği gösterilmiştir (Hashimoto ve ark., 2011).

Oturum sırası etkisi, ikinci oturumda yer alan koşulun performans düzeyinin ilk oturumda alınan koşula kıyasla daha yüksek olmasıyla kendini göstermiştir. Bu durum, prospektif bellek görevinde süregiden görevden farklı olarak, üçüncü parmakla yeni bir yanıt verilmesinin pratikle birlikte öğrenilerek motor yanıt hızında bir artış yaşanmış olabileceğini düşündürmektedir. Bununla birlikte, oturum sırası kontrol edildikten sonra, örtük ipucunun reaksiyon süresi üzerindeki iyileştirici etkisinin anlamlılığını koruduğu not edilmelidir.

Ayrıca, bu bulguların fokal olmayan, düşük sıklıkta gelen prospektif bellek görevlerine ve fokal olmayan örtük ipuçlarına yönelik olduğu vurgulanmalıdır. Buna rağmen anlamlı performans farklarının gözlenmesi; katılımcıların örtük bilgiyi, çalışma belleği yükünün ve görev zorluğunun fazla olduğu, ipuçlarına ilişkin bilinçli farkındalıktan yoksun olduğu durumlarda dahi işleyip performanslarına yansıttıklarını göstermektedir.

Cinsiyet etkisi incelendiğinde, literatüre paralel olarak cinsiyetin örtük ipuçlarından faydalanma üzerinde anlamlı bir etkisi bulunmamaktadır (Öttl ve Behne, 2017). Nöropsikolojik test skorlarının ipucu fasilitasyonuyla ilişkisine bakıldığında;

California Sözel Öğrenme Süreçleri Testi'ne ait semantik kümeleme performansı, ipucu fasilitasyonuyla pozitif korele bulunmuştur. Semantik kümeleme stratejisini daha çok kullanan katılımcıların, paradigmadaki örtük *kategori* ipucundan daha fazla yarar sağladıkları saptanmıştır. Semantik kümeleme becerisi, bilişsel strateji kullanımını yansıtmaktadır (Bair ve ark., 2023; Brunet ve ark., 2020) ve kodlama aşamasında semantik kümeleme yapmak, bilinçli bir strateji olup öğrenmeyi ve geri çağırmayı kolaylaştırmaktadır (Shaffer ve ark., 2024). Bu çalışmada görev bilinçli bir strateji geliştirmeye izin vermese de süregiden görev semantik becerilere dayanmaktadır. Bulgular; yordayıcı örtük ipuçlarının semantik eşlemeyi kesip dikkatin PB görevine yönlendirilmesinde dikkat, örtük bellek ve PB arasındaki etkileşimler yoluyla PB'yi fasilite ettiğini düşündürmektedir.

Katılımcıların bellek ve yürütücü işlev performansları, norm değerlerde olup başarılı olarak değerlendirilmiştir. Bununla birlikte, ipucu fasilitasyonu ve diğer nöropsikolojik test skorları arasında anlamlı bir korelasyon tespit edilmemiştir.

Elektrofizyolojik bulgular; ipuçlu ve ipuçsuz PB hedefi uyaranlarına ait N400 ve P600 yanıtlarında anlamlı farklılıklara işaret etmiştir. Bu anlamlı farklılıklar, N400 yanıtının ipuçlanmamış hedef koşulunda; LPC yanıtının ise ipuçlu hedef koşulunda daha belirgin olmasıdır. N400, beklentiye uygun gerçekleşmeyen uyaranlara verilen bir yanıt olduğundan (Hodapp ve Rabovsky, 2021), ipuçlanmayan prospektif bellek görevlerinde belirgin bir şekilde görülmesi tutarlıdır. Nitekim, süregiden görevde ipuçlanmayan koşulda prospektif bellek görevini yordayan bir ipucu bulunmadığından süregiden görevin arasında %15 sıklıkta ortaya çıkan prospektif bellek görevi, beklentiyle uyuşmamamaktadır. LPC yanıtında ise ipuçlu koşul lehine gözlemlenen farklılık; bu yanıtın literatürle ve çalışmadaki hipotezlerle uyumlu olacak şekilde prospektif bellekte başarılı geri çağırma süreci, bellek entegrasyonu ve örtük öğrenme süreçlerinin bir işaretleyicisi olmasına atfedilmiştir (Favila ve ark., 2018; West ve ark., 2003; H. Yang ve ark., 2019). Bu karşılaştırmada uyaranlar arasında P300 yanıtlarında anlamlı bir farklılık olmaması prospektif hedef uyaranının her iki koşulda da gerçekleşen stratejik izlemeyle beraber dikkat süreçlerini benzer şekilde etkileyebildiğini düşündürmektedir (Amin ve ark., 2015).

İpucu ve ipucu-kontrol uyaranları incelendiğinde, P1-N1-P2 kompleksi her iki uyaranda da benzer seyretmiştir. Bunun sebebi uyaranların erken dönem duyusal işleme

aşamasında farklılık yaratacak bir özelliği olmamasıyla açıklanabilmektedir. Ancak algısal işlemlemenin gerçekleştiği ileriki zaman dilimlerinde, anlamlı derece P300 amplitüd farkına rastlanmıştır. P300 aynı zamanda nadir uyaranlara karşı ortaya çıkan bir yanıt olduğundan (Goldstein ve ark., 2002; Rosenfeld ve ark., 2008) süregiden görevin yalnızca %15'inde maruz kalınan ipucu uyaranını takiben meydana gelmektedir. LPC yanıtındaki anlamlı farklılık, ipuçlu ve ipuçlanamayan PB uyaranlar arasındaki farka benzer şekilde, ipucu ve ipucu-kontrol karşılaştırmasında da devam etmiştir.

İpucu uyaranı ve aynı oturumun standart kategori uyaranlarının karşılaştırılmasında da P300 yanıtının ampiltüdunun ipucu uyaranında fazla olduğunu görülmektedir. Standart kategori uyaranı, süregiden görevde sıklıkla karşılaşılan bir özellikteyken ipucu uyaranı, yalnızca prospektif bellek görevlerinden önce gelmektedir. Bu nedenle, katılımcıların bilinçli şekilde farkında olmasalar da ipucunu, diğer standart kategorilerden farklı olarak algıladığı ortaya konmuştur. Bununla beraber, yalnızca ipucu uyaranı için LPC benzeri bir yanıt gözükmektedir. Bir fark trendi olmasına karşın iki uyaran arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Anlamlı fark bulunmamasının sebebi, örtük öğrenme süreçlerinde ipucunun pekişmesinin denemeler boyunca sürmesiyle açıklanabilmektedir.

Hipotezlerle paralel olarak, ipucu kontrol ile standart kategorilerin nöral yanıtlarının karşılaştırmasında herhangi bir anlamlı fark bulunmamıştır. Bu bulgu, her iki *kategori* uyaranlarının ortografik ve görsel özelliklerin benzer olduğunu; fark olan karşılaştırmalarda ise bu farkın, *kategori* uyaranının ipucu özelliği taşımasından kaynaklandığını göstermektedir. P1-N1-P2 kompleksi yanıtlarının koşullar arasında oldukça benzerlik göstermesi erken dönem duyusal işlemleme ve dikkat süreçleri açısından kategori uyaranlarının farklılık göstermemesi şeklinde açıklanmıştır. N200 yanıtlarındaki örtüşme, her iki koşulda da ilgili zaman penceresi içerisinde davranışsal olarak bir yanıt verme görevi bulunmamasından yola çıkarak tepki inhibisyonu çerçevesinde değerlendirilmiştir (Ludyga ve ark., 2022; Schmajuk ve ark., 2006).

Yukarıda elde edilen sonuçlar ile oldukça benzeşen bir diğer karşılaştırma ipuçlanmış koşuldaki hedef olmayan kelimeler ile yine aynı koşuldaki prospektif hedef olan kelimeler arasında nöral yanıt farklılıklarının incelendiği karşılaştırmadır. Burada da N400 ve LPC yanıtlarında anlamlı farklılıklar raporlanmıştır. N400 yanıtı, hedef

olmayan kelimeler lehine, LPC yanıtı ise ipuçlanmış prospektif hedefler lehine belirgin şekilde gerçekleşmiştir. N400 yanıtının ipuçlanmış PB hedefi uyaranlarında ortaya çıkmaması, ipucunun bir beklenti yaratmasına binaen beklentinin ihlali gibi bir durumun söz konusu olmamasıyla ilişkilidir. LPC bulguları daha önceki karşılaştırmalar ile benzer şekilde gerçekleşmiş olup bellek ve öğrenme süreçleri kapsamında değerlendirilmiştir.

Standart kelime uyaranları ve ipuçlanmayan PB hedefi uyaranları, diğer karşılaştırmalardan farklı olarak erken dönemde N1 yanıtında anlamlı bir farklılık sergilemiştir. N1, ipuçlanmayan PB hedef uyaranlarında standart kelime uyaranlarına göre anlamlı bir negativiteye sahiptir. İpuçlanmayan PB hedef uyaranlarına karşı N1 yanıtı ortaya çıkarken aynı zaman penceresinde standart kelime uyaranlarına karşı belirgin bir N1 yanıtı oluşmamıştır. İpuçlanmayan PB hedeflerinde, standart kelimelere kıyasla artan N1 negativitesi, süregiden görev içerisinde prospektif bellek hedeflerinin oldukça az sıklıkta gelmesi ve predikte edilememesi sebebiyle N1 yanıtına yol açtığı şeklinde yorumlanabilir. Öte yandan, ipuçlanan PB hedefleri standart kelimeler ile karşılaştırıldığında, N1 açısından anlamlı bir fark saptanmamıştır. Bu bulgu, örtük kategori ipuçlarının PB görevlerini bilinçli bir farkındalık olmaksızın predikte ettiği ve dolayısıyla N1 yanıtı oluşturmadığını düşündürmektedir. İpuçlanmayan PB hedefinde aynı zamanda, LPC yanıtının amplitüd farklılığı görülmektedir. Prospektif bellek süreçlerinde geri çağırma ve bellek entegrasyonuyla ilinti olan LPC için literatürle tutarlı bir sonuç olduğu bulgulanmaktadır (Chen ve ark., 2011; Hockey ve Cutmore, 2021; West ve ark., 2003).

Sonuç olarak, uyaranlar 100. milisaniyeden 200. milisaniyeye uzanan erken bir süreçte aşağıdan-yukarıya dikkat süreçleri vasıtasıyla duyusal olarak işlemlenmiştir. Bilinçli farkındalıktan yoksun olarak ipucu ise uyarandan sonraki yaklaşık 300-400 milisaniyelik dönemde algılanarak prospektif bellek hedeflerine yönelik bir beklenti yaratmıştır. Bu bilişsel sürece yukarıdan-aşağıya dikkat süreçleri eşlik etmiştir. 500.-700. milisaniyelerini kapsayan daha geç bir dönemde prospektif belleğe ait geri çağırma süreçlerinin nöral izleri görülmüş, ipucunun fasilite ettiği prospektif bellek hedefleri amplitüd artışı ile kendini göstermiştir.

Örtük bellek mekanizmalarının dahil olduğu prospektif bellek süreçlerinin nöral bileşenleri; farklı bellek türlerinin etkileşim halinde olduğuna ve çoklu bellek sistemleri

kapsamında bu süreçlerin birbirinden ayrı değil birlikte işlevselliklerini sürdürdüğüne kanıt sunmuştur.

İpucu ve PB hedeflerine yönelik oluşan fronto-santral pozitivite stratejik izleme ve dikkat süreçleri açısından ele alınmıştır. Bu bulgu, kontrollü izlemenin nöral korelatifi olarak düşünülerek Çoklu Süreç Teorisi'ne yönelik bir katkıda bulunmaktadır. Analizlerde fronto-santro-parietale yayılan bir dağılımla gözüken geç pozitivite bulgusu da prospektif bellekte başarılı geri getirme süreçlerine işaret ederek literatür bilgilerini genişletmektedir (Barry ve ark., 2020; Sun ve ark., 2024).

Bununla beraber, fokal ve fokal olmayan prospektif bellek uyaranlarının nöral mekanizmalarının farklılaştığı bilinmektedir (Cona ve ark., 2016; Ihle ve ark., 2017). Fokal olmayan uyaranlar, sadece geri çağırmada değil stratejik izleme aşamasında da kognitif kaynakların efektif kullanılmasını ve yürütücü işlev becerisi gerektirmektedir (Cona ve., 2014). Bu nedenle dikkate yönelik OİP'lerin gözlemlenmesi tutarlı bir sonuç sunmuştur.

Mevcut tez çalışması, kontrollü deneysel bir çalışmadır. Grup-içi tasarımla bireyler arası değişkenlik elimine edilip koşulların sırasının oluşturabileceği alışma etkisi koşullar arası karşıt-dengeleme yapılarak kontrol edilmiştir. Daha önce Türkçe versiyonu bulunmayan paradigma için uyaran setlerine yönelik yapılan ön çalışmayla uyaranlar belirlenmiştir. Bu uyaranların koşullar arası dağılımı nicelik ve nitelik açısından psodö-randomize edilerek denk tutulmuş ve böylelikle karıştırıcı değişkenlerin etkisi minimuma indirilmiştir. Zamansal olarak çözünürlüğü yüksek bir nöral veri sunan EEG vasıtasıyla kodlama, konsolidasyon, geri çağırma gibi bellek mekanizmalarının eş zamanlı olarak test edilmesi mümkün olmuştur. Araştırmanın nöral verileri, davranışsal nöropsikolojik testler ile de desteklenmiştir.

Fakat araştırmanın bazı limitasyonları söz konusudur. EEG aracılığıyla sınırlı bir uzamsal çözünürlük elde edilmektedir. Bu da kognitif işlevlere yönelik lokalizasyonu zorlaştırmaktadır. Gelecek araştırmalar için fMRG gibi çeşitli yöntemlerle örtük mekanizmaların dahil olduğu prospektif bellek süreçlerinin test edilmesi önemlidir. İkinci olarak, çalışmada kullanılan örtük ipucunun etkisi, farklı türdeki örtük ipuçlarına genellenemeyebilir. Farklı türlerdeki örtük ipuçları ve örtük öğrenme mekanizmalarının prospektif bellek gibi bellek türleriyle incelenmesi literatüre katkı sağlayabilir. Aynı zamanda bu çalışmada sadece fokal olmayan bir prospektif bellek görevi yer almaktadır. Gelecek araştırmalar ipucu etkisini, fokal ve fokal olmayan prospektif

bellek görevleri için sınayabilir. Son olarak araştırmanın örneklemi, kognitif açıdan sağlıklı, genç yetişkinlerden oluşmaktadır. Örtük ve prospektif bellek süreçlerinin etkileşiminin farklı yaş gruplarında araştırılması bellek süreçlerine yönelik derinlemesine bir anlayış sağlamakla beraber bellek bozuklukları olan klinik popülasyonlarda test edilmesi ise klinik rehabilitasyon açısından faydalı olabilir.

KAYNAKLAR

Addante, R. J., Ranganath, C., & Yonelinas, A. P. (2012). Examining ERP correlates of recognition memory: Evidence of accurate source recognition without recollection. *NeuroImage*, *62*(1), 439-450. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2012.04.031

Amin, H. U., Malik, A. S., Kamel, N., Chooi, W.-T., & Hussain, M. (2015). P300 correlates with learning & memory abilities and fluid intelligence. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, *12*(1). https://doi.org/10.1186/s12984-015-0077-6

Atalay, D., & Cinan, S. (2007). Yetişkinlerde planlama becerisi: Londra Kulesi (LKDX) testinin standardizasyon ve güvenilirlik çalışması. *Türk Psikoloji Dergisi*, *22*(60), 25–38.

Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working Memory. Içinde *Psychology of Learning and Motivation* (C. 8, ss. 47-89). Elsevier. https://doi.org/10.1016/S0079-7421(08)60452-1

Baggio, G., & Hagoort, P. (2011). The balance between memory and unification in semantics: A dynamic account of the N400. *Language and Cognitive Processes*, *26*(9), 1338-1367. https://doi.org/10.1080/01690965.2010.542671

Bair, J. L., Patrick, S. D., Noyes, E. T., Hale, A. C., Campbell, E. B., Wilson, A. M., Ransom, M. T., & Spencer, R. J. (2023). Semantic clustering on common list-learning tasks: A systematic review of the state of the literature and recommendations for future directions. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *45*(7), 652-692. https://doi.org/10.1080/13803395.2023.2270204

Ball, B. H., Peper, P., & Bugg, J. M. (2025). When is context used to guide prospective memory monitoring? *Psychonomic Bulletin & Review*, *32*(2), 791-800. https://doi.org/10.3758/s13423-024-02568-3

Banquet, J.-P., Gaussier, P., Cuperlier, N., Hok, V., Save, E., Poucet, B., Quoy, M., & Wiener, S. I. (2021). Time as the fourth dimension in the hippocampus. *Progress in Neurobiology*, *199*, 101920. https://doi.org/10.1016/j.pneurobio.2020.101920

Barry, R. J., Steiner, G. Z., De Blasio, F. M., Fogarty, J. S., Karamacoska, D., & MacDonald, B. (2020). Components in the P300:*Don't forget the Novelty P3! Psychophysiology*, *57*(7). https://doi.org/10.1111/psyp.13371

Blondelle, G., Quaglino, V., Gounden, Y., Dethoor, A., Duclos, H., & Hainselin, M. (2024). I Won't Forget to Do It If It's Important: A Multinomial Processing Tree Analysis of Social Importance and Monetary Reward on Event-Based Prospective Memory. *Journal of Cognition*, *7*(1), 43. https://doi.org/10.5334/joc.367

Bowman, C. R., Sine, S. L., & Dennis, N. A. (2017). Modulation of target recollection and recollection rejection networks due to retrieval facilitation and interference. *Learning & Memory*, *24*(11), 607-611. https://doi.org/10.1101/lm.045435.117

Brunet, H. E., Kramer, J. H., Lupas, G. J., & Foley, J. M. (2020). Strategy use and verbal memory in older adults: The role of intellectual functioning and the preferential impact of semantic clustering. *The Clinical Neuropsychologist*, *34*(1), 204-216. https://doi.org/10.1080/13854046.2019.1590640

Carlesimo, G. A. (2022). The temporal lobes and memory. Içinde *Handbook of Clinical Neurology* (C. 187, ss. 319-337). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823493-8.00025-0

Chen, Y., Guo, C., & Jiang, Y. (2011). Neural basis for successful encoding and retrieval of prospective memory. *Science China Life Sciences*, *54*(6), 580-587. https://doi.org/10.1007/s11427-011-4176-8

Cona, G., Arcara, G., Tarantino, V., & Bisiacchi, P. S. (2012). Electrophysiological Correlates of Strategic Monitoring in Event-Based and Time-Based Prospective Memory. *PLoS ONE*, *7*(2), e31659. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0031659

Cona, G., Bisiacchi, P. S., & Moscovitch, M. (2014). The Effects of Focal and Nonfocal Cues on the Neural Correlates of Prospective Memory: Insights From ERPs. *Cerebral Cortex*, *24*(10), 2630-2646. https://doi.org/10.1093/cercor/bht116

Cona, G., Bisiacchi, P. S., Sartori, G., & Scarpazza, C. (2016). Effects of cue focality on the neural mechanisms of prospective memory: A meta-analysis of neuroimaging studies. *Scientific Reports*, *6*(1). https://doi.org/10.1038/srep25983

Costa, A., Caltagirone, C., & Carlesimo, G. A. (2018). Prospective memory functioning in individuals with Parkinson's disease: A systematic review. *The Clinical Neuropsychologist*, *32*(5), 937-959. https://doi.org/10.1080/13854046.2017.1407457

Cruz, G., Miyakoshi, M., Makeig, S., Kilborn, K., & Evans, J. (2016). ERPs and their brain sources in perceptual and conceptual prospective memory tasks: Commonalities and differences between the two tasks. *Neuropsychologia*, *91*, 173-185. https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2016.08.005

Culbertson, W. C., & Zillmer, E. A. (2001). Tower of London Drexel University (TOLDX): Technical manual. Multi-Health Systems.

Demiralp, T., Ademoglu, A., Comerchero, M., & Polich, J. (2001). Wavelet analysis of P3a and P3b. *Brain topography, 13*(4), 251-267.

Doğan, A. (2015). *Kompleks çalışma belleği görevlerinde bireysel farklılıklar, sezgi, prospektif bellek ve zaman eğilimi* [Yüksek lisans tezi, İstanbul Üniversitesi]. İstanbul Üniversitesi.

Einstein, G. O., & McDaniel, M. A. (2005). Prospective Memory: Multiple Retrieval Processes. *Current Directions in Psychological Science*, *14*(6), 286-290. https://doi.org/10.1111/j.0963-7214.2005.00382.x

Einstein, G. O., McDaniel, M. A., Thomas, R., Mayfield, S., Shank, H., Morrisette, N., & Breneiser, J. (2005). Multiple Processes in Prospective Memory Retrieval: Factors Determining Monitoring Versus Spontaneous Retrieval. *Journal of Experimental Psychology: General*, *134*(3), 327-342. https://doi.org/10.1037/0096-3445.134.3.327

Emek-Savas, D. D., Yerlikaya, D., Yener, G. G., & Oktem Tanor, O. (2019). Validity, Reliability and Normative Data of The Stroop Test Capa Version. *Turkish Journal of Psychiatry*. https://doi.org/10.5080/u23549

Fabiani, M., Karis, D., & Donchin, E. (1986). P300 and Recall in an Incidental Memory Paradigm. *Psychophysiology*, *23*(3), 298-308. https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1986.tb00636.x

Favila, S. E., Samide, R., Sweigart, S. C., & Kuhl, B. A. (2018). Parietal Representations of Stimulus Features Are Amplified during Memory Retrieval and Flexibly Aligned with Top-Down Goals. *The Journal of Neuroscience*, *38*(36), 7809-7821. https://doi.org/10.1523/jneurosci.0564-18.2018

Gazzaniga, M. S., Ivry, R. B., & Mangun, G. R. (2019). *Cognitive neuroscience: The biology of the mind* (Fifth edition). W.W. Norton & Company.

Goldstein, A., Spencer, K. M., & Donchin, E. (2002). The influence of stimulus deviance and novelty on the P300 and Novelty P3. *Psychophysiology*, *39*(6), 781-790. https://doi.org/10.1111/1469-8986.3960781

Guskjolen, A., & Cembrowski, M. S. (2023). Engram neurons: Encoding, consolidation, retrieval, and forgetting of memory. *Molecular Psychiatry*, *28*(8), 3207-3219. https://doi.org/10.1038/s41380-023-02137-5

Hamm, A. G., & Mattfeld, A. T. (2019). Distinct Neural Circuits Underlie Prospective and Concurrent Memory-Guided Behavior. *Cell Reports*, *28*(10), 2541-2553.e4. https://doi.org/10.1016/j.celrep.2019.08.002

Hashimoto, T., Umeda, S., & Kojima, S. (2011). Neural substrates of implicit cueing effect on prospective memory. *NeuroImage*, *54*(1), 645-652. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.07.047

Hering, A., Wild-Wall, N., Falkenstein, M., Gajewski, P. D., Zinke, K., Altgassen, M., & Kliegel, M. (2020). Beyond prospective memory retrieval: Encoding and remembering of intentions across the lifespan. *International Journal of Psychophysiology*, *147*, 44-59. https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2019.11.003

Hockey, A., & Cutmore, T. (2021). Inhibitory control in prospective memory: An event related potential comparison of task-switch and dual task processing. *Neuropsychologia*, *158*, 107906. https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2021.107906

Hodapp, A., & Rabovsky, M. (2021). The N400 ERP component reflects an error-based implicit learning signal during language comprehension. *European Journal of Neuroscience*, *54*(9), 7125-7140. https://doi.org/10.1111/ejn.15462

Ihle, A., Ghisletta, P., & Kliegel, M. (2017). Prospective memory and intraindividual variability in ongoing task response times in an adult lifespan sample: The role

of cue focality. *Memory*, *25*(3), 370-376. https://doi.org/10.1080/09658211.2016.1173705

Janacsek, K., & Nemeth, D. (2012). Predicting the future: From implicit learning to consolidation. *International Journal of Psychophysiology*, *83*(2), 213-221. https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2011.11.012

Jung, J. H., Wang, Y., Mocle, A. J., Zhang, T., Köhler, S., Frankland, P. W., & Josselyn, S. A. (2023). Examining the engram encoding specificity hypothesis in mice. *Neuron*, *111*(11), 1830-1845.e5. https://doi.org/10.1016/j.neuron.2023.03.007

Kamminga, J., O'Callaghan, C., Hodges, J. R., & Irish, M. (2013). Differential Prospective Memory Profiles in Frontotemporal Dementia Syndromes. *Journal of Alzheimer's Disease*, *38*(3), 669-679. https://doi.org/10.3233/jad-131118

Kamp, S.-M., Bader, R., & Mecklinger, A. (2017). ERP Subsequent Memory Effects Differ between Inter-Item and Unitization Encoding Tasks. *Frontiers in Human Neuroscience*, *11*. https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00030

Kazén, M., Kaschel, R., & Kuhl, J. (2008). Individual differences in intention initiation under demanding conditions: Interactive effects of state vs. action orientation and enactment difficulty. *Journal of Research in Personality*, *42*(3), 693-715. https://doi.org/10.1016/j.jrp.2007.09.005

Kliegel, M., Altgassen, M., Hering, A., & Rose, N. S. (2011). A process-model based approach to prospective memory impairment in Parkinson's disease. *Neuropsychologia*, *49*(8), 2166-2177. https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2011.01.024

Knowlton, B. J., & Greenberg, D. L. (2008). Chapter 10 Implicit learning and memory. Içinde *Handbook of Clinical Neurology* (C. 88, ss. 225-236). Elsevier. https://doi.org/10.1016/S0072-9752(07)88010-9

Krasich, K., Gjorgieva, E., Murray, S., Bhatia, S., Faber, M., De Brigard, F., & Woldorff, M. G. (2021). The Impact of Error-Consequence Severity on Cue Processing in Importance-Biased Prospective Memory. *Cerebral Cortex Communications*, *2*(4), tgab056. https://doi.org/10.1093/texcom/tgab056

Laera, G., Arcara, G., Gajewski, P. D., Kliegel, M., & Hering, A. (2021). Age-related modulation of EEG time-frequency responses in prospective memory retrieval. *Neuropsychologia*, *155*, 107818. https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2021.107818

Lau, E., Almeida, D., Hines, P. C., & Poeppel, D. (2009). A lexical basis for N400 context effects: Evidence from MEG. *Brain and Language*, *111*(3), 161-172. https://doi.org/10.1016/j.bandl.2009.08.007

Ludyga, S., Mücke, M., Andrä, C., Gerber, M., & Pühse, U. (2022). Neurophysiological correlates of interference control and response inhibition processes in children and adolescents engaging in open- and closed-skill sports. *Journal of Sport and Health Science*, *11*(2), 224-233. https://doi.org/10.1016/j.jshs.2021.01.001

Machado, S., Cunha, M., Minc, D., Portella, C. E., Velasques, B., Basile, L. F., Cagy, M., Piedade, R., & Ribeiro, P. (2009). Alzheimer's disease and implicit memory. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, *67*(2a), 334-342. https://doi.org/10.1590/S0004-282X2009000200034

Manns, J. R., & Squire, L. R. (2001). Perceptual learning, awareness, and the hippocampus. *Hippocampus*, *11*(6), 776-782. https://doi.org/10.1002/hipo.1093

Meng, Y., & Guo, C. (2007). ERP dissociation and connection between implicit and explicit memory. *Chinese Science Bulletin*, *52*(21), 2945-2953. https://doi.org/10.1007/s11434-007-0459-7

Mesulam, M.-M. (Ed.). (2000). *Principles of behavioral and cognitive neurology* (2nd ed). Oxford University Press.

Momennejad, I., & Haynes, J.-D. (2013). Encoding of Prospective Tasks in the Human Prefrontal Cortex under Varying Task Loads. *The Journal of Neuroscience*, *33*(44), 17342-17349. https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0492-13.2013

Momennejad, I., Lewis-Peacock, J., Norman, K. A., Cohen, J. D., Singh, S., & Lewis, R. L. (2021). Rational use of episodic and working memory: A normative account of prospective memory. *Neuropsychologia*, *158*, 107657. https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2020.107657

Nobre, A. C., & Stokes, M. G. (2019). Premembering Experience: A Hierarchy of Time-Scales for Proactive Attention. *Neuron*, *104*(1), 132-146. https://doi.org/10.1016/j.neuron.2019.08.030

Oudman, E., Van Der Stigchel, S., Wester, A. J., Kessels, R. P. C., & Postma, A. (2011). Intact memory for implicit contextual information in Korsakoff's amnesia. *Neuropsychologia*, *49*(10), 2848-2855. https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2011.06.010

Öttl, A., & Behne, D. M. (2017). Assessing the Formation of Experience-Based Gender Expectations in an Implicit Learning Scenario. *Frontiers in Psychology*, *8*. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01485

Pereira, A., Ellis, J., & Freeman, J. (2012). Is prospective memory enhanced by cue-action semantic relatedness and enactment at encoding? *Consciousness and Cognition*, *21*(3), 1257-1266. https://doi.org/10.1016/j.concog.2012.04.012

Pollmann, S., & Schneider, W. X. (2022). Working memory and active sampling of the environment: Medial temporal contributions. Içinde *Handbook of Clinical Neurology* (C. 187, ss. 339-357). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823493-8.00029-8

Reber, P. J. (2008). Cognitive Neuroscience of Declarative and Nondeclarative Memory. Içinde *Advances in Psychology* (C. 139, ss. 113-123). Elsevier. https://doi.org/10.1016/S0166-4115(08)10010-3

Reber, P. J. (2013). The neural basis of implicit learning and memory: A review of neuropsychological and neuroimaging research. *Neuropsychologia*, *51*(10), 2026-2042. https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2013.06.019

Reber, P. J. (2015). Memory. Içinde *Brain Mapping* (ss. 625-630). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-397025-1.00056-7

Roediger, H. L., Zaromb, F. M., & Lin, W. (2017). A Typology of Memory Terms ☆. Içinde *Learning and Memory: A Comprehensive Reference* (ss. 7-19). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809324-5.21003-1

Rosenfeld, J. P., Labkovsky, E., Winograd, M., Lui, M. A., Vandenboom, C., & Chedid, E. (2008). The Complex Trial Protocol (CTP): A new, countermeasure-resistant, accurate, P300-based method for detection of concealed information. *Psychophysiology*, *45*(6), 906-919. https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2008.00708.x

Ruge, H., & Wolfensteller, U. (2016). Distinct contributions of lateral orbito-frontal cortex, striatum, and fronto-parietal network regions for rule encoding and control of memory-based implementation during instructed reversal learning. *NeuroImage*, *125*, 1-12. https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2015.10.005

Rugg, M. D., & Curran, T. (2007). Event-related potentials and recognition memory. *Trends in Cognitive Sciences*, *11*(6), 251-257. https://doi.org/10.1016/j.tics.2007.04.004

Schmajuk, M., Liotti, M., Busse, L., & Woldorff, M. G. (2006). Electrophysiological activity underlying inhibitory control processes in normal adults. *Neuropsychologia*, *44*(3), 384-395. https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2005.06.005

Scullin, M. K., McDaniel, M. A., & Shelton, J. T. (2013). The Dynamic Multiprocess Framework: Evidence from prospective memory with contextual variability. *Cognitive Psychology*, *67*(1-2), 55-71. https://doi.org/10.1016/j.cogpsych.2013.07.001

Shaffer, C., Andreano, J. M., Touroutoglou, A., Barrett, L. F., Dickerson, B. C., & Wong, B. (2024). Semantic Clustering during Verbal Episodic Memory Encoding and Retrieval in Older Adults: One Cognitive Mechanism of Superaging. *Brain Sciences*, *14*(2), 171. https://doi.org/10.3390/brainsci14020171

Smith, G., Del Sala, S., Logie, R. H., & Maylor, E. A. (2000). Prospective and retrospective memory in normal ageing and dementia: A questionnaire study. *Memory*, *8*(5), 311-321. https://doi.org/10.1080/09658210050117735

Spataro, P., Rossi-Arnaud, C., & Mulligan, N. W. (2017). Implicit Versus Explicit Memory. Içinde *Learning and Memory: A Comprehensive Reference* (ss. 71-86). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809324-5.21039-0

Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, *18*(6), 643-662. https://doi.org/10.1037/h0054651

Sun, J., Osth, A. F., & Feuerriegel, D. (2024). The late positive event-related potential component is time locked to the decision in recognition memory tasks. *Cortex*, *176*, 194-208. https://doi.org/10.1016/j.cortex.2024.04.017

Sur, S., & Sinha, V. (2009). Event-related potential: An overview. *Industrial Psychiatry Journal*, *18*(1), 70. https://doi.org/10.4103/0972-6748.57865

Susser, J. A., & Mulligan, N. W. (2019). Exploring the intrinsic-extrinsic distinction in prospective metamemory. *Journal of Memory and Language*, *104*, 43-55. https://doi.org/10.1016/j.jml.2018.09.003

Thomas, B. J., & McBride, D. M. (2016). The effect of semantic context on prospective memory performance. *Memory*, *24*(3), 315-323. https://doi.org/10.1080/09658211.2015.1004351

Tu, S., Mioshi, E., Savage, S., Hodges, J. R., & Hornberger, M. (2013). Dissociation of explicit and implicit long-term memory consolidation in semantic dementia: A case study. *Neurocase*, *19*(4), 401-407. https://doi.org/10.1080/13554794.2012.690424

Tulving, E., & Thomson, D. M. (1973). Encoding specificity and retrieval processes in episodic memory. *Psychological Review*, *80*(5), 352-373. https://doi.org/10.1037/h0020071

Ulasoglu-Yildiz, C., & Gurvit, H. (2020). Implicit contextual learning in spinocerebellar ataxia. *Neuropsychology*, *34*(5), 511-523. https://doi.org/10.1037/neu0000614

Van Asselen, M., Almeida, I., Andre, R., Januário, C., Gonçalves, A. F., & Castelo-Branco, M. (2009). The role of the basal ganglia in implicit contextual learning: A study of Parkinson's disease. *Neuropsychologia*, *47*(5), 1269-1273. https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2009.01.008

Voss, J. L., & Federmeier, K. D. (2011). FN400 potentials are functionally identical to N400 potentials and reflect semantic processing during recognition testing. *Psychophysiology*, *48*(4), 532-546. https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2010.01085.x

Wang, W., & Giovanello, K. S. (2016). The Role of Medial Temporal Lobe Regions in Incidental and Intentional Retrieval of Item and Relational Information in Aging. *Hippocampus*, *26*(6), 693-699. https://doi.org/10.1002/hipo.22578

Ward, G., & Beaman, P. C. (2025). The Working Memory Model and the relationship between immediate serial recall and immediate free recall. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *78*(2), 310-336. https://doi.org/10.1177/17470218241282093

Wechsler, D. (2012). *Wechsler Adult Intelligence Scale—Fourth Edition* [Dataset]. https://doi.org/10.1037/t15169-000

West, R., Wymbs, N., Jakubek, K., & Herndon, R. W. (2003). Effects of intention load and background context on prospective remembering: An event-related brain potential study. *Psychophysiology*, *40*(2), 260-276. https://doi.org/10.1111/1469-8986.00028

Woodman, G. F. (2010). A brief introduction to the use of event-related potentials in studies of perception and attention. *Attention, Perception, & Psychophysics*, *72*(8), 2031-2046. https://doi.org/10.3758/BF03196680

Woods, S., Delis, D., Scott, J., Kramer, J., & Holdnack, J. (2006). The California Verbal Learning Test – second edition: Test-retest reliability, practice effects, and reliable change indices for the standard and alternate forms. *Archives of Clinical Neuropsychology*, *21*(5), 413-420. https://doi.org/10.1016/j.acn.2006.06.002

Yang, H., Laforge, G., Stojanoski, B., Nichols, E. S., McRae, K., & Köhler, S. (2019). Late positive complex in event-related potentials tracks memory signals when they are decision relevant. *Scientific Reports*, *9*(1), 9469. https://doi.org/10.1038/s41598-019-45880-y

Yang, J., & Li, P. (2012). Brain Networks of Explicit and Implicit Learning. *PLoS ONE*, *7*(8), e42993. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0042993

HAM VERİLER

FORMLAR

ETİK KURUL KARARI

İNTİHAL RAPORU İLK SAYFASI

ÖRTÜK ÖĞRENME VE ÖRTÜK İPUÇLU PROSPEKTİF BELLEK SÜREÇLERİNİN ELEKTROENSEFALOGRAMLA İNCELENMESİ

ORİJİNALLİK RAPORU

%7	%6	%4	%3
BENZERLİK ENDEKSİ	İNTERNET KAYNAKLARI	YAYINLAR	ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	acikbilim.yok.gov.tr İnternet Kaynağı	%2
2	Submitted to Istanbul University Öğrenci Ödevi	%1
3	sabe.klu.edu.tr İnternet Kaynağı	%1
4	Submitted to Canakkale Onsekiz Mart University Öğrenci Ödevi	<%1
5	bad.org.tr İnternet Kaynağı	<%1
6	nek.istanbul.edu.tr:4444 İnternet Kaynağı	<%1
7	archive.org İnternet Kaynağı	<%1
8	dergipark.org.tr İnternet Kaynağı	<%1
9	Akçe, Ezgi. "Siçanlarda Hyalüronik Asit Uygulamasinin Palatal Mukozadaki Sekonder Yara Iyileşmesi Üzerine Etkisinin Klinik, Histomorfometrik ve Immünohistokimyasal Değerlendirilmesi", Marmara Universitesi (Turkey), 2023 Yayın	<%1
10	Submitted to Ankara University	