



**T.C.**

**BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
PSİKOLOJİ ANABİLİM DALI  
DENEYSEL PSİKOLOJİ BİLİM DALI**

**KAKAO FLAVANOLLERİNİN AÇIK VE ÖRTÜK  
DİKKAT ÜZERİNDEKİ AKUT ETKİLERİ**

**(DOKTORA TEZİ)**

**Oğuz KARATAŞ**

**BURSA - 2023**





**T.C.**

**BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ  
PSİKOLOJİ ANABİLİM DALI  
DENEYSEL PSİKOLOJİ BİLİM DALI**

**KAKAO FLAVANOLLERİNİN AÇIK VE ÖRTÜK  
DİKKAT ÜZERİNDEKİ AKUT ETKİLERİ**

**(DOKTORA TEZİ)**

**Oğuz KARATAŞ**

**Danışman:  
Prof. Dr. Tefvik ALICI**

**BURSA - 2023**

**T. C.**  
**BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ**  
**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE**

Psikoloji Anabilim, Deneysel Psikoloji Bilim Dalı'nda 711645008 numaralı Oğuz Karataş'ın hazırladığı "Kakao Flavanollerinin Açık ve Örtük Dikkat Üzerindeki Akut Etkileri" başlıklı doktora tezi ile ilgili savunma sınavı, 08/03/2023 Çarşamba günü 15:30 – 17.30 saatleri arasında yapılmıştır. Alınan cevaplar sonunda adayın başarılı olduğuna oybirliği ile karar verilmiştir.

Üye (Tez Danışmanı ve Sınav Komisyonu Başkanı)  
Prof. Dr. Tevfik ALICI  
Bursa Uludağ Üniversitesi

Üye  
Prof. Dr. Bilgen OSMAN  
Bursa Uludağ Üniversitesi

Üye  
Prof. Dr. Emel ERDOĞAN BAKAR  
Ufuk Üniversitesi

Üye  
Prof. Dr. Hıdır İlyas Göz  
Üsküdar Üniversitesi

Üye  
Doç. Dr. Handan CAN  
Bursa Uludağ Üniversitesi

**08/03/2023**

## Yemin Metni

Doktora tezi olarak sunduğum “Kakao Flavanollerinin Açık ve Örtük Dikkat Üzerindeki Akut Etkileri” başlıklı çalışmanın bilimsel araştırma, yazma ve etik kurallarına uygun olarak tarafımdan yazıldığına ve tezde yapılan bütün alıntılarının kaynaklarının usulüne uygun olarak gösterildiğine, tezimde intihal ürünü cümle veya paragraflar bulunmadığına şerefim üzerine yemin ederim.

Tarih ve İmza

06/02/2023

Adı Soyadı: Oğuz KARATAŞ  
Öğrenci No: 711645008  
Anabilim Dalı: Psikoloji ABD  
Programı: Deneysel Psikoloji Doktora Programı  
Statüsü: Doktora

## ÖZET

Yazar adı soyadı	Oğuz KARATAŞ
Üniversite	Bursa Uludağ Üniversitesi
Enstitü	Sosyal Bilimler Enstitüsü
Anabilim dalı	DeneySEL Psikoloji
Bilim dalı	Psikoloji
Tezin niteliği	Doktora Tezi
Sayfa Sayısı	XIII + 112
Mezuniyet tarihi	08/03/2023
Tez danışmanı	Prof. Dr. Tefvik ALICI

### KAKAO FLAVANOLLERİNİN AÇIK VE ÖRTÜK DİKKAT ÜZERİNDEKİ AKUT ETKİLERİ

Geçtiğimiz yıllarda yapılan seçkisiz kontrollü çalışmalar kakao flavanollerinin dikkat ve bellek gibi bilişsel işlevler üzerinde olumlu etkileri olduğunu göstermiştir. Kakao flavanollerinin kan damarlarını genişletme işlevine sahip nitrik oksit adlı sinyal iletim molekülünün sentezini artırarak bilişsel işlevleri desteklediği öne sürülmüştür. Bu çalışmada kakao flavanollerinin açık ve örtük dikkat üzerindeki akut etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Açık dikkat, gözleri hareket ettirerek dikkatin bir konumdan başka bir konuma kaydırılma süreci olarak tanımlanır. Örtük dikkat ise göz hareketlerinden bağımsız, dikkatin görüş alanındaki bir konuma yönlendirilmesidir. Flavanollerin örtük ve açık dikkate olan etkileri sırasıyla Uzamsal İpucu Görevi ve Görsel Arama Görevi kullanılarak incelenmiştir. Seçkisiz, çift körlemesine, temel düzey ve plasebo kontrollü, deneysel değişimleme sırası tam dengelenmiş ve üç seanstan oluşan çapraz desen çalışmamıza 48 üniversite öğrencisi katılmıştır. Her katılımcı dikkat görevlerini en az birer hafta arayla üç farklı deneysel koşulda (temel düzey, plasebo ve flavanol) tamamlamıştır. Beklenenin aksine, üç yönlü tekrarlı ölçümlerde varyans analiz sonuçları doğru tepki oranı ve tepki süresi bakımından hem Uzamsal İpucu Görevi hem de Görsel Arama Görevindeki performansın akut kakao flavanollerini alımıyla artmadığını göstermiştir. Sonuç olarak, kakao flavanollerini alımı sağlıklı genç yetişkinlerin açık ve örtük dikkat işlevlerini akut düzeyde geliştirmemiştir. Bu sonuçlara dayanarak benzer bir çalışmanın dikkat işlevlerinin bozulduğu klinik örneklerle ya da ileri yaşlardaki katılımcılarla tekrarlanması önerilir.

*Anahtar kelimeler: flavanol, kakao flavanollerini, nitrik oksit, bilişsel işlevler, açık dikkat, örtük dikkat*

## ABSTRACT

<b>Name &amp; surname</b>	<b>Oğuz KARATAŞ</b>
<b>University</b>	<b>Bursa Uludağ University</b>
<b>Institute</b>	<b>Institute of Social Sciences</b>
<b>Field</b>	<b>Psychology</b>
<b>Subfield</b>	<b>Experimental Psychology</b>
<b>Degree awarded</b>	<b>PhD</b>
<b>Page Numbers</b>	<b>XIII + 112</b>
<b>Degree Date</b>	<b>08/03/2023</b>
<b>Supervisor</b>	<b>Prof. Dr. Tevfik ALICI</b>

### THE ACUTE EFFECTS OF COCOA FLAVANOLS ON OVERT AND COVERT ATTENTION

In recent years, randomized controlled trials have showed that cocoa flavanols have positive effects on cognitive functions, including attention and memory. It has been suggested that cocoa flavanols support cognitive functions by increasing the synthesis of a signaling molecule called nitric oxide, which dilates blood vessels. This study aimed to investigate the acute effects of cocoa flavanols on overt and covert attention. Overt attention is defined as the process of shifting attention from one location to another by moving eyes. Covert attention, on the other hand, is directing attention to a location or an object in the field of view without moving the eyes. Spatial Cueing Task and Visual Search Task were used to explore the acute effect of cocoa flavanols on covert and overt attention, respectively. Forty-eight university students participated in our randomized, double-blind, baseline- and placebo-controlled, complete counterbalanced, and three-session crossover study. Each participant completed the attention tasks in three conditions (baseline, placebo, flavanol) administered in separate sessions with at least a one-week washout interval. Contrary to expectations, three-way repeated measures ANOVA indicated that the performance in terms of accuracy and reaction time in both Spatial Cueing Task and Visual Search Task was not enhanced by the acute cocoa flavanols intake. In conclusion, the acute intake of cocoa flavanols did not enhance the overt and covert attention functions in healthy young adults. Based on these results, it is recommended to replicate a similar study with a clinical sample or elderly participants with impaired attentional functions.

*Keywords: flavanol, cocoa flavanols, nitric oxide, cognitive functions, overt attention, covert attention*

## ÖNSÖZ

Öncelikle doktora tez çalışmamın en kritik aşamalarında sahip olduğu engin tecrübe ve bilgi birikimiyle bana yol gösteren ve beni cesaretlendiren değerli danışman hocam Prof. Dr. Tefik Alıcı'ya teşekkürlerimi ve saygılarımı sunuyorum. Onun desteği ve rehberliği olmadan, tez sürecini başarıyla tamamlamam mümkün olmazdı.

Tez izleme komitemde ve tez savunma jürimde yer alan ve çalışmamla ilgili önemli geribildirimler vererek tezimin son aşamasına gelmesinde katkıda bulunan değerli hocalarım Doç. Dr. Handan Can, Prof. Dr. Bilgen Osman, Prof. Dr. Emel Erdoğan Bakar ve Prof. Dr. Hıdır İlyas Göz'e teşekkürlerimi sunuyorum.

Deneysel ve Fizyolojik Psikoloji alanlarına ilgi duymamı sağlayan, lisans yıllarında öğrencisi olabilme şansına eriştiğim değerli hocam Prof. Dr. Emel Erdoğan Bakar'a bu vesileyle ayrıca teşekkür ediyorum.

Deneyin tasarlanmasında ve tezimin en zorlu aşamalarında bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan sevgili dostum ve meslektaşım Dr. Aytaç Karabay'a ne kadar teşekkür etsem azdır.

Bu çalışmamın gerçekleşmesinde TÜBİTAK'a sağladığı maddi destek için şükranlarımı sunarım. TÜBİTAK 122K636 numaralı proje kapsamında doktora tez çalışmasına bursiyer olarak dahil edilen Rumeysa Kırılmaz ve Emine Kocael'e göstermiş oldukları titiz çalışmadan ötürü ayrı ayrı teşekkür ederim. Deneysel ürünleri hiçbir ücret talep etmeden gönderen kakao ve çikolata üreticisi Barry Callebaut firmasına katkıları için çok teşekkür ederim.

Hayatımın her döneminde maddi ve manevi her türlü desteği koşulsuz olarak sunan, benim için hiçbir fedakarlıktan kaçınmayan değerli annem Necla Karataş, babam Hasan Karataş ve abilerim Atilla Karataş ve Fatih Karataş'a minnettarım. Tezimin özellikle son dönemlerinde hep yanımda olan ve bu zorlu süreci başarılı bir şekilde yönetmemi sağlayan Sevgili Dr. Öğr. Üyesi Merve Yılmaz'a gönülden teşekkür ederim. Son olarak her zaman olduğu gibi doktora tez sürecinde de beni yalnız bırakmayan sevgili dostlarımın her birine ayrı ayrı teşekkür ederim.



## İÇİNDEKİLER

Özet .....	i
Abstract .....	ii
Önsöz.....	iii
İçindekiler.....	iv
Tablolar .....	vi
Şekiller.....	vii
Kısaltmalar .....	viii
GİRİŞ.....	1
BİRİNCİ BÖLÜM (KAKAO FLAVANOLLERİ) .....	2
1.1. Kakaonun Bileşenleri ve Kakao Flavanolleri.....	2
1.2. Kakao Flavanollerinin Fizyolojik Etkileri.....	5
1.3. Kakao Flavanollerinin Fizyolojik Etkilerinde Nitrik Oksitin Rolü.....	7
1.4. Beyin Görüntüleme Yöntemlerinin Kullanıldığı Kakao Flavanolleri Çalışmaları.....	11
1.5. Kakao Flavanolleri Çalışmalarında Araştırma Deseni ve Metodoloji .....	14
1.6. Kakao Flavanolleri Çalışmalarında Uygulanan Deneysel Ürünler .....	16
1.7. Kakao Flavanollerinin Bilişsel İşlevler ve Duygudurum Üzerindeki Akut Etkilerinin İncelendiği Seçkisiz Kontrollü Çalışmalar.....	17
İKİNCİ BÖLÜM (DİKKAT) .....	27
2.1. Bilişsel Psikoloji.....	29
2.2. Seçici Dikkat Kuramları .....	31
2.3. Seçici Görsel Dikkat Çalışmaları .....	34
2.4. Örtük Dikkat ve Uzamsal İpucu Görevi.....	36
2.5. Açık Dikkat ve Görsel Arama Görevi.....	39
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM (ARAŞTIRMANIN KAPSAM VE İÇERİĞİ).....	43
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM (YÖNTEM) .....	48
4.1. Etik, Ön Kayıt ve TÜBİTAK Projesi .....	48
4.2. Katılımcılar.....	48
4.3. Dahil Etme/Dışlama Ölçütleri .....	50
4.4. Araştırma Deseni .....	50

4.5. Kakao Flavanol Takviyesi.....	51
4.6. Davranışsal Ölçümler .....	55
4.6.1. Uzamsal İpucu Görevi.....	55
4.6.2. Görsel Arama Görevi .....	58
4.7. İşlem .....	61
4.8. Verilerin Analizi.....	63
BEŞİNCİ BÖLÜM (BULGULAR).....	64
5.1. Ön Sonuçlar .....	64
5.2. Uzamsal İpucu Görevi.....	65
5.2.1. Doğru Tepki Oranına İlişkin ANOVA Sonuçları.....	65
5.2.2. Tepki Süresine İlişkin ANOVA Sonuçları.....	67
5.3. Görsel Arama Görevi .....	69
5.3.1. Doğru Tepki Oranına İlişkin ANOVA Sonuçları.....	70
5.3.2. Tepki Süresine İlişkin ANOVA Sonuçları.....	71
ALTINCI BÖLÜM (SONUÇ VE TARTIŞMA).....	75
KAYNAKLAR.....	84
EK-1. Kakao Flavanollerini Çalışmalarında Kullanılan Veri Toplama Araçları .....	98
EK-2. Etik Kurul Onay Belgesi.....	107
EK-3. Araştırmaya Dahil Etme/Dışlama Kriterleri Dikkate Alınarak Sorulan Sorular .....	108
EK-4. Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu .....	109
EK-5. Katılımcılara Deney Öncesi Verilen Bilgilendirme Formu.....	110
EK-6. Deneyin Yapıldığı Gün Katılımcılara Sorulan Sorular .....	111
Özgeçmiş .....	112

## TABLolar

Tablo 1. Kakao Flavanollerinin Bilişsel İşlevler Üzerindeki Akut Etkilerini İnceleyen Çalışmaların Özeti .....	26
Tablo 2. Fizyoterapi Kanıt Veritabanı (PEDro) Kriterlerine Göre Polifenol Takviyesi Yapılan Çalışmaların Metodolojik Kalitesi.....	45
Tablo 3. Deneysel Ürün ve Dikkat Görevleri Uygulama Sırası.....	52
Tablo 4. Deneysel Ürünlerin İçeriği ve Besin Değerleri .....	53
Tablo 5. Besinlerdeki Flavanol Miktarı.....	54
Tablo 6. Katılımcı Özellikleri.....	64
Tablo 7. Grupların Tahmini Günlük Flavanol Tüketimi (mg) .....	64
Tablo 8. Uzamsal İpucu Görevinde Doğru Tepki Oranının Ortalaması ve Standart Sapması .....	66
Tablo 9. Uzamsal İpucu Görevinde Tepki Süresinin Ortalaması ve Standart Sapması .....	69
Tablo 10. Görsel Arama Görevinde Doğru Tepki Oranının Ortalaması ve Standart Sapması .....	71
Tablo 11. Görsel Arama Görevinde Tepki Süresinin Ortalaması ve Standart Sapması .....	74

## ŞEKİLLER

Şekil 1. Uzamsal İpucu Görevi – Merkezi İpucu Koşulu.....	56
Şekil 2. Uzamsal İpucu Görevi – Çevresel İpucu Koşulu .....	56
Şekil 3. Görsel Arama Görevi – Özellik Arama Alt Görevi .....	60
Şekil 4. Görsel Arama Görevi – Bağlantı Arama Alt Görev.....	60
Şekil 5. Merkezi İpucu Koşulu Ortalama Tepki Süresi.....	68
Şekil 6. Çevresel İpucu Koşulu Ortalama Tepki Süresi .....	68
Şekil 7. Özellik Arama Ortalama Tepki Süresi .....	73
Şekil 8. Bağlantı Arama Ortalama Tepki Süresi .....	73

## KISALTMALAR

**AMPA:**  $\alpha$ -amino-3-hidroksi-5-metil-4-izoksazolpropiyonik asit

**ASL:** Arteriyel spin etiketleme (Arterial spin labelling)

**BDNF:** Beyin-kaynaklı nörotrofik faktör (Brain-derived neurotrophic factor)

**BOLD:** Kan-oksijenlenme-düzeyine-bağlı (Blood-oxygenation-level-dependent)

**fMRG:** Fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme

**KF:** Kakao Flavanolleri

**LTP:** Uzun süreli güçlendirme (Long-term potentiation)

**MS:** Milisaniye

**NMDA:** N-metil-D-aspartat

**NO:** Nitrik Oksit

**NOS:** Nitrik Oksit Sentaz

**NVC:** Nörovasküler Eşleşme (Neurovascular Coupling)

**PET-BT:** Pozitron Emisyon Tomografi ve Bilgisayarlı Tomografi

**SH:** Standart Hata (Standart error of the mean)

**TCDU:** Transkraniyal Doppler Ultrasonografi (Transcranial Doppler Ultrasonography)

## GİRİŞ

Epidemiyolojik bir çalışmaya göre Panama adalarında yaşayan Kuna yerlilerinde yüksek kan basıncı gibi kalp damar rahatsızlıklarına daha az rastlanıldığı ve Kuna yerlilerinin günlük ortalama 900 mg flavanole tekabül eden kakao içeceği (yaklaşık beş bardak) tükettiği tespit edilmiştir (Massee vd., 2015). Büyük şehirlere göç ederek beslenme alışkanlıklarını değiştiren ve flavanol içeren besinleri daha az tüketen Kunalılarda ise bahsedilen hastalıklara dokuz kat daha sık rastlanır olması, bu etkilerin genetik faktörlerden ziyade beslenme biçiminden kaynaklandığını ortaya koymuştur (McCullough vd., 2006).

Dikkat ve bellek gibi bilişsel işlevleri olumlu yönde etkileme potansiyeli olan besin maddeleri psikoloji, tıp, sinirbilim, beslenme ve diyetetik gibi pek çok disiplinden araştırmacıların ilgi odağı haline gelmiştir. Bu besinlerden birisi çok sayıda biyoaktif bileşikleri içeren ve oldukça popüler bir besin maddesi olan kakaodur (*Theobroma cacao*). Özellikle son 20 yılda kakao üzerine yapılan seçkisiz kontrollü çalışmalar sayesinde kakao bileşenlerinin bilişsel işlevlere olan potansiyel faydaları ve buna temel oluşturan fizyolojik mekanizmalar hakkında kayda değer düzeyde bilgi edinilmiştir.

Bu çalışmada flavanol bakımından zengin kakao tüketiminin açık ve örtük dikkat işlevlerine olan akut etkileri incelenmiştir. Birinci bölüm kakao bileşenleri ve ikincil metabolit olarak sınıflandırılan kakao flavanolleri ile başlayacaktır. Daha sonra kakao flavanollerinin bilişsel işlevler üzerindeki etkilerine temel oluşturan direkt ve dolaylı fizyolojik etkilerinden bahsedilecektir. Mevcut çalışma flavanol alımının kısa süreli akut etkilerine odaklandığı için bu etkilerden sorumlu olduğu düşünülen nitrik oksit adlı sinyal iletim molekülünün işlevlerinden ayrıntılı bahsedilecektir. Ayrıca bu bölümde beyin görüntüleme yöntemlerinin kullanıldığı çalışmalar ve kakao flavanolleri çalışmalarında araştırma deseni, metodoloji ve uygulanan deneysel ürünler için de yer ayrılmıştır. Bu bölümün sonunda kakao flavanollerinin bilişsel işlevler ve duygudurum üzerindeki akut etkilerin incelendiği seçkisiz kontrollü çalışmalar aktarılacaktır.

# BÖLÜM 1

## KAKAO FLAVANOLLERİ

“Direnç oluşturan ve yorgunlukla mücadele eden kutsal içecek [chocolatl].  
Bu değerli içeceğin bir fincanı bir insanın bütün gün yemek yemeden  
yürümesini sağlar.” (Aztek İmparatoru Monzetuma II, 1519; akt. Corti vd.,  
2009)

Sağlığa potansiyel faydalarından dolayı Kolomb Öncesi Amerika toplumlarında tıbbi amaçlarla kullanılan ve *Tanruların İçeceği* olarak isimlendirilen kakao, bilimsel adını tanrı manasına gelen *theo* ve içecek manasına gelen *broma* sözcüklerinden almıştır (Corti vd., 2009). Arkeolojik buluntular ve kimyasal analizler *Theobroma cacao* meyvesinden elde edilen içeceklerin en az milattan önce 16. yüzyılda bugünkü Honduras topraklarında tüketildiğini göstermektedir (Henderson vd., 2007). Günümüzde Meksika ve Orta Amerika ülkelerinin bulunduğu Mezoamerika toplumlarında ise kakao içeceği en değerli ticari ürünlerden biri olarak bilinmektedir. Amerika kıtasının keşfedilmesiyle birlikte, İspanyol sömürgeciler kakaoyu 16. yüzyılda Avrupa kıtasıyla tanıştırmış ve modern çikolata endüstrisinin gelişmesine öncülük etmiştir (Henderson vd., 2007). Günümüzde kakao ve kakaodan elde edilen ürünler tüm dünyada oldukça popüler bir besin maddesi haline gelmiştir (Latif, 2013). Kakaodan elde edilen çikolata en çok arzu edilen yiyecekler (craved food) arasında kadınlar için birinci, erkekler için ise ikinci sıradadır (Weingarten ve Elston, 1991).

### 1.1. Kakaonun Bileşenleri ve Kakao Flavanolleri

Kakao yaşamsal fonksiyonların sürdürülmesi için gerekli olan temel besin maddelerini – makro besinler (karbonhidrat, protein ve yağ) ve mikro besinler (vitamin ve mineral) – içermektedir. Kakao çekirdeğinin yaklaşık %50’sini oleik, stearik ve palmitik asit formunda bulunan yağlar, %14-18’ini protein ve %12-14’ünü karbonhidrat (nişasta, lif ve şeker) oluşturmaktadır. Kakao özellikle magnezyum, demir, bakır, kalsiyum, çinko ve potasyum gibi mineraller bakımından oldukça zengindir (Rucker, 2008). Söz konusu temel besin öğelerini içermesi nedeniyle kakao eksiksiz besin (complete food) olarak değerlendirilir (Latif, 2013; Rucker, 2008).

Zengin besin değerlerinin yanı sıra kakaonun önemli biyoaktif bileşikleri<sup>1</sup> içerdęi gösterilmiştir. Kakaonun en önemli bileşenlerinden biri metilksantinlerdir [teobromin (%1,0-2,5) ve kafein (%0,06-0,4)] (Nehlig, 2013). Metilksantinler adenosin reseptörlerine bağlanarak merkezi sinir sistemi üzerinde uyarıcı etkilere neden olan (psikostimülan) ve düz kas gevşetici özelliklerine sahip alkaloidlerdir<sup>2</sup> (Bernhoft, 2010). Metilksantinlerin fizyolojik ve nörobilişsel etkilerinin yanı sıra yaşla ilişkili bilişsel yetersizlikleri ve nörodejeneratif hastalıkları önleyici etkileri kapsamlı bir şekilde incelenmiştir (bkz: Franco vd., 2013).

Kakao serotonin, tirozin, feniletilamin ve triptofan gibi biyojenik amin yapıdaki bileşikleri içermektedir. Fakat bu bileşikler karaciğer, böbrekler ve bağırsak mukozasında bir enzim türü olan monoamin oksidazlar tarafından metabolize edildiği için potansiyel etkileri açığa çıkmamaktadır. Kakaoda çok düşük miktarda (0.5 µg/g) kanabinoid reseptörlerine bağlanan anandamid nörotransmitteri de bulunmaktadır. Fakat kakao tüketiminin kan dolaşımında bu bileşikleri artırdığını gösteren bir çalışma bulunmamaktadır (Nehlig, 2013).

Kakao biyoaktif maddelerden ayrıca polifenol<sup>3</sup> (fenolik bileşikler) alt sınıfı olan ve sebze, meyve, baklagiller ve tahıl gibi besin maddelerinde de bulunan flavonoidlere sahiptir (Bravo, 1998). Flavonoidler de kendi içinde flavanol (flavan-3-ol), flavonol, flavon, flavanon, izoflavon, antosiyanidin ve proantosiyanidin olmak üzere 7 temel alt sınıfa ayrılmaktadır. Kakaoda bulunan flavonoidlerin büyük bir oranını monomer yapıda olan (-)- epikateşin ve (+)- kateşin ile oligomer/polimer yapıda olan prosiyanidin flavanolleri oluşturur (Murphy vd., 2003).

Kakao, kırmızı şarap, elma, fasulye, yeşil çay ve siyah çay gibi besin maddeleri yüksek miktarda flavanol içerir (Gu vd., 2004). Fakat hem monomer yapıdaki flavanolleri hem de prosiyanidinleri içeren kakaoda toplam flavanol miktarı diğer besin maddeleriyle

---

<sup>1</sup> Biyoaktif bileşikler bitkiler tarafından üretilen hem insanlarda hem de hayvanlarda tüketim miktarına bağlı olarak farmakolojik ya da toksik etkilere neden olan organik bileşiklerdir. Bitkilerde biyoaktif bileşikler genellikle ikincil metabolitler olarak üretilir. İkincil metabolitler, birincil metabolitler (örn. amino asitler, protein ve karbonhidrat) gibi bitkilerin büyümesinde, gelişiminde ve üremesinde doğrudan olmasa da önemli rol oynayan bileşiklerdir (Bernhoft, 2010; Bravo, 1998).

<sup>2</sup> Alkaloidler bitkilerde doğal olarak oluşan ve yapılarında azot bulunan ikincil metabolitlerdendir.

<sup>3</sup> Polifenoller ikincil metabolitler olarak kabul edilen, çeşitli kimyasal yapı ve aktivitelere sahip en geniş kimyasal bileşikler gruplarından biridir. Polifenoller basit kimyasal yapıları ve biyolojik işlevleri dikkate alındığında en az 10 sınıfa ayrılmıştır. Flavonoidler bitki polifenollerinin en yaygın grubunu oluşturur.



karşılaştırıldığında daha fazladır (Lazarus vd., 1999). Kakao kırmızı şaraptan 3-4, yeşil çaydan 12 ve siyah çaydan ise 16-17 kat daha fazla epikateşin içerir (Lee vd., 2003). Benzer bir çalışmada (Crozier vd., 2011) yaban mersini, nar, kızılçik ve açai meyveleriyle karşılaştırıldığında natürel kakao tozu ve bitter çikolatanın toplam flavanol bakımından daha zengin olduğu tespit edilmiştir.

Kakaonun yoğun miktarda flavanol içermesinin yanı sıra *in vitro* (deney ortamında) analizleri sonucunda prosiyanidinlerin, monomer yapıdaki flavanollerden daha çeşitli antioksidan ve bağışıklığı düzenleyici işlevleri olduğu ortaya çıkmıştır (Lazarus vd., 1999). Antioksidanlar oksidatif stresin<sup>4</sup> tahrip edici etkilerine karşı savunma rolü üstlenir. Oksijen insan yaşamı için oldukça önemli olmasına rağmen, kimyasal açıdan yüksek derecede aktif olan reaktif oksijen türleri insan vücudunda ciddi hasarlara yol açabilir. Çoğu serbest radikal olan reaktif oksijen türleri atomik orbitallerinde en az bir tane çift oluşturmamış elektron bulundurması nedeniyle hücre içi ve hücre dışı bileşenlerine saldırarak hücrelerin yapı ve işlevselliğini bozar. Serbest radikallerin oluşumu ve aktivitelerinin sınırlandırılmasında beslenme oldukça önemli bir rol oynar (Diplock, 1998). Lee ve diğerleri (2003) kakaonun kırmızı şarap, siyah çay ve yeşil çaydan daha fazla antioksidan kapasitesine sahip olduğunu tespit etmiştir. Bu bağlamda kakao flavanollerinin, oksidatif stresin neden olduğu nörolojik hastalıklara ve bilişsel işlevlerin zayıflamasına karşı etkili bir şekilde koruma sağlayabileceği önerilmiştir (Sokolov vd., 2013). Örneğin daha düşük antioksidan aktivitesine sahip yeşil çayda bulunan *epigallocateşin gallat* adlı flavanollerin, oksidatif stresin neden olduğu nöron kayıpları sonucu ortaya çıkan Parkinson hastalığına karşı koruma sağlayabileceği gösterilmiştir (Medina vd., 1997; akt. Vignes vd., 2006).

Kakaonun diğer besin maddelerine kıyasla daha fazla flavanol içermesi ve daha yüksek antioksidan aktivitesine sahip olması nedeniyle flavanol çalışmalarında kakao ve çikolata ürünleri daha çok tercih edilmektedir. Sonraki bölümde kakao flavanollerinin bilişsel işlevler üzerindeki etkilerine temel oluşturan fizyolojik mekanizmalar ele alınacaktır.

---

<sup>4</sup> Oksidatif faktörler (örn. serbest radikallerin artışı) ve antioksidan savunma sistemi arasındaki dengenin bozulması oksidatif stres olarak adlandırılır.

## 1.2. Kakao Flavanollerinin Fizyolojik Etkileri

Özellikle 1990'lı yılların sonlarından itibaren kakao flavanollerinin kalp damar sağlığına olan faydaları açık bir şekilde ortaya konmuştur. Örneğin flavanol bakımından zengin kakao ve bitter çikolata tüketiminin trombosit kümelenmesini (platelet aggregation) (Murphy vd., 2003), insülin direncini ve sistolik/diastolik kan basıncını azalttığı (Desideri vd., 2012; Grassi vd., 2005; Mastroiacovo vd., 2014), kan damarlarını genişleterek kan akımını artırdığı (Fisher vd., 2003; Fisher ve Hollenberg, 2006) gösterilmiştir. Üstelik oldukça yüksek antioksidan kapasitesine sahip olması nedeniyle kakao flavanolleri giderek artan bir şekilde bilim insanlarının ilgisini çekmeye başlamıştır. Kakao flavanolleri alımının bilişsel işlevler üzerindeki potansiyel etkilerine temel oluşturan fizyolojik mekanizmalar hem insanlarla hem de deney hayvanlarıyla yapılan çalışmalar sayesinde daha iyi anlaşılmıştır. Söz konusu etkilerin iki temel şekilde gerçekleştiği düşünülmektedir. Kakao flavanollerinin bilişsel işlevleri (1) hücre sinyal yolları (signaling cascade), enzimler ve reseptörler ile etkileşime girerek direkt olarak etkilediği ve (2) Kan damarlarını genişletme ve insülin direncini düzenleme gibi çeşitli biyolojik işlevlere sahip nitrik oksit adlı sinyal iletim molekülünün sentezlenmesini artırarak dolaylı yoldan etkilediği önerilmiştir (Sokolov vd., 2013, Soggi vd., 2017).

Kakao flavanollerinden epikateşinin sindirim sisteminde (gastrointestinal tract) emilimi kolaylıkla gerçekleşir ve vücuda alımından 30 dakika kadar kısa bir süre sonra kan plazmasında tespit edilebilmiştir (Nehlig, 2013). Plazma epikateşin konsantrasyonu 2-2,5 saatin sonunda maksimum seviyeye ulaşır ve tüketilen kakao miktarıyla arasında güçlü bir ilişki vardır (Richelle vd., 1999). Flavanollerin sinir sistemi üzerinde herhangi bir etki gösterebilmesi için öncelikle kan-beyin bariyerini geçerek beyne ulaşabilmesi gerekir. Deney farelerinin kullanıldığı bir çalışmada, epikateşinin kan-beyin bariyerini geçebildiği, bellekten sorumlu dentat girus bölgesindeki dentritik omurga sayısında artışa neden olduğu gösterilmiştir (van Praag vd., 2007). Bir diğer çalışmada ise, flavonoidlerin kan-beyin bariyerini geçtiği ve serebellum, hipokampus ve striatum gibi yaşlanmanın olumsuz etkilerine karşı savunmasız beyin bölgelerinde biriktiği tespit edilmiştir (Williams ve Spencer, 2012). Vücuda alındıktan sonra emilimi gerçekleşen flavonoidlerin belli başlı hedef hücre ve moleküllerle doğrudan etkileşime girdiği gösterilmiştir. Flavanoller mitojenle aktive edilen protein kinaz (MAPK), hücre-dışı

sinyalle düzenlenen kinaz (ERK) ve fosfoinositid 3-kinaz (PI3-kinaz/Akt) başta olmak üzere bir dizi hücre sinyal yolları ile etkileşime girmektedir. Bu sinyal yolları beyinde gen ekspresyonu<sup>5</sup> ve protein sentezini tetikleyerek uzun süreli bellek oluşumu için gerekli olduğu düşünülen uzun süreli güçlendirme (long-term potentiation; LTP) mekanizmasının gerçekleşmesinde önemli rol oynamaktadır (Sokolov vd., 2013). Ayrıca flavanollerin beyin-kaynaklı nörotrofik faktör (brain-derived neurotrophic factor; BDNF) adlı spesifik bir proteinin ekspresyonunu artırdığı gösterilmiştir. BDNF özellikle öğrenme ve bellekten sorumlu beyin bölgelerinde yeni nöronların oluşumu (nörojenez), nöronların sağkalımı (neuronal survival), nöronal koruma ve yeni sinaptik bağlantıların kurulması (sinaptojenez) gibi önemli işlevlerden sorumludur. Dolayısıyla kakao flavanollerinin bahsedilen fizyolojik mekanizmalar aracılığıyla beyni ve çevresel sinir sistemini doğrudan etkileyerek bilişsel işlevlere katkı sağlayabileceği öne sürülmüştür (Nehlig, 2013).

Kakao flavanollerinin bilişsel işlevlere doğrudan etkilerinin dışında vücudun diğer sistemlerine olan etkileri yoluyla dolaylı olarak gerçekleştiğinden de bahsetmek mümkündür. Bununla ilgili kanıtların bir kısmı kakao tüketimi ile kalp damar rahatsızlıklarının incelendiği epidemiyolojik bir çalışmadan elde edilmiştir (McCullough vd., 2006). Panama sahillerine yakın bir adada yaşayan Kuna yerlilerinde yüksek kan basıncı (hipertansiyon) gibi kalp damar hastalıklarının oldukça düşük olduğu ve ada yerlilerinin günde ortalama beş bardak kakao içeceği tükettiği tespit edilmiştir (Massee vd., 2015). Çalışmanın yapıldığı tarihten ortalama 20 yıl önce Panama Şehri'ne göç ederek beslenme alışkanlıklarını değiştiren ve flavanol içeren kakao içeceklerini 10 kat daha az tüketen Kunalılarda söz konusu hastalıklara dokuz kat daha sık rastlanır olması, bu etkilerin genetikten ziyade çevresel faktörlerden kaynakladığını göstermektedir (Corti vd., 2009; McCullough vd., 2006). Kalp damar sağlığı ile bilişsel işlevler arasında güçlü bir ilişki bulunmaktadır (DeCarli, 2012). Bilişsel işlevlerin progresif olarak bozulduğu vasküler demans ve Alzheimer hastalıklarında kalp damar rahatsızlıklarının önemli bir rol oynadığı gösterilmiştir (Grassi vd., 2015; Vauzour vd., 2008). Nöronlar işlevlerini yerine getirebilmesi için adenosin trifosfat (ATP) sentezinde kullanılan glikoz gibi besin maddelerine ve

---

<sup>5</sup> DNA halkalarında kodlanan genetik bilgilerin protein gibi işlevsel ürünlere dönüştürülme sürecidir. Transkripsiyon ve translasyon aşamalarından oluşur.

oksijene ihtiyaç duyar. Hücrelere gerekli miktarda glikoz ve oksijen sağlanması ve atık ürünlerin (metabolit) geri alınabilmesi için kan akımının belirli bir seviyede olması gerekir. Flavanol bakımından zengin kakao tüketiminin kan akımı yoluyla damar genişlemesine (flow mediated dilation) ve serebral kan akımında artışa neden olduğu kanıtlanmıştır (Massee vd., 2015). Buna paralel olarak, deney hayvanlarının kullanıldığı bir çalışmada epikateşinin hipokampal oluşumda yeni kan damarlarının oluşumuna (anjyogenez) neden olduğu ortaya çıkmıştır (van Praag, 2007). Tüm bu sonuçlar birlikte ele alındığında, kakao flavanollerinin bilişsel işlevleri dolaylı olarak da etkilediği düşünülmektedir. Kakao flavanollerini alımı sonrası düz kasların gevşemesinde ve kan akımının artışında temel rol oynayan nitrik oksit adlı gaz molekülüne ise sonraki bölümde değinilmiştir.

### **1.3. Kakao Flavanollerinin Fizyolojik Etkilerinde Nitrik Oksitin Rolü**

Flavanollerin fizyolojik etkileri dikkate alındığında kakao tüketiminin nörobilişsel işlevler ve davranışlar üzerinde uzun süreli kalıcı ve kısa süreli ani etkiler gösterebileceğini söylemek mümkündür. Uzun süreli tüketime bağlı olarak sinir sisteminde gerçekleşen morfolojik ve işlevsel değişimler kalıcı etkileri beraberinde getirir. Kısa süreli ani etkiler için yeterli miktarlarda tek doz (akut) ya da birkaç hafta boyunca (subakut) flavanol alımının gerekli olduğu düşünülmektedir (Sokolov vd., 2013). Bu etkiler ağırlıklı olarak kan damarları tonusundaki kısa süren değişimlerle ilişkilendirilmiştir. Mevcut çalışmada kakao flavanollerinin akut etkileri incelendiği için bu maddenin kısa süreli etkilerinden sorumlu olduğu düşünülen nitrik oksit (NO) adlı gaz molekülünden ayrıntılı olarak bahsedilecektir.

*In vitro* (Karim vd., 2000) ve *in vivo* (yaşayan organizmada) çalışmalar (Fisher vd., 2003; Fisher ve Hollenberg, 2006; Heiss vd., 2003), kakao flavanollerinin NO sentezlenmesine neden olduğunu göstermektedir. NO'nun kan damarlarını genişletmesi ve nörotransmitter görevi görmesinin yanı sıra insülin direncini ve trombosit işlevlerini düzenlemek gibi pek çok biyolojik işlevden sorumlu olduğu kanıtlanmıştır (Stahl, 2000).

Asetilkolinin damar genişletici etkileri, endotel kaynaklı gevşetici faktör (endothelium-derived relaxing factor; EDRF) olarak isimlendirilen bir maddenin endotelyumdan<sup>6</sup> salınmasına bağlı olarak keşfedilmiştir (Furchgott ve Zawadski, 1980; Garthwaite, 1991). Sonraki yıllarda bu maddenin NO olduğu tespit edilmiştir.

NO endotel hücrelerde ve belli başlı nöronlarda, nitrik oksit sentaz (NOS) adlı enzim aracılığıyla yarı-esansiyel amino asit olan L-argininden sentezlenir. Daha sonra damar düz kaslarına ya da diğer hedef hücrelere difüze olan NO, guanilat siklaz enziminin demir içeren hem proteinine bağlanır. Bu enzimin aktif hale gelmesiyle birlikte guanozin trifosfat, ikincil sinyal molekülü (second messenger) olan siklik guanozin monofosfata (cGMP) dönüşür. Hücre içi cGMP konsantrasyonundaki artış NO'nun kardiyovasküler ve nöral etkilerinin temelinde yatan önemli bir mekanizmadır. Hedef hücrelerde gerçekleşen bu değişim düz kasların gevşemesine ve buna bağlı olarak kan damarlarının genişlemesine neden olur (Calver vd., 1992). Söz konusu bulgular NOS enziminin inhibe edildiği çalışmalarla doğrulanmıştır. İnsanlarla ve deney hayvanlarıyla yapılan *in vitro* ve *in vivo* çalışmalarda (Rees vd., 1989; Yang vd., 1991), NOS inhibitörleri kan damarlarının daralmasına (endothelium-dependent vasoconstriction) ve kan basıncının yükselmesine neden olmuş; arginin uygulanmasıyla kan damarlarının tonusu ve kan basıncı başlangıçta alınan ölçüm seviyesine dönmüştür. Bu durum NO'nun endotelyumda kan akımının ve kan basıncının düzenlenmesindeki rolüne işaret eder.

Periferik arteriyel tonometri yönteminin kullanıldığı bir çalışmada, kakao flavanolleri alımının NO-aracılı damar genişlemesini tetiklediğini tespit etmek için *in vivo* bir çalışma yürütülmüştür (Fisher vd., 2003). Sağlıklı 27 katılımcının yer aldığı çalışmada 821 mg flavanol içeren kakao içeceği dört gün boyunca verilmiştir. Ayrıca NOS inhibitörlerinden N-nitro L-arginin metil ester ilk gün flavanol alımından önce, beşinci gün ise flavanol alımının ardından damar içine enjekte edilmiştir. Başlangıçta alınan ölçümlerle kıyaslandığında parmaktaki kan akımını yordayan ölçüm (pulse wave amplitude) dördüncü gün son doz flavanol alımından 12 saat sonra %29 oranında, beşinci gün 205 mg akut doz alımından 90 dakika sonra ise %33 oranında artmıştır. NOS inhibitörünün uygulanmasıyla birlikte damar genişliği başlangıçtaki seviyeye

---

<sup>6</sup> Endotelyum kan ve lenf damarlarının ve vücut boşluklarının iç yüzeyini kaplayan tek katmanlı epitel dokulardır.

ulaşmıştır. Böylece kakao flavanollerinin kan damarlarını endotelyumda NO'nun biyoyararlanımını artırarak genişlettiği gösterilmiştir.

Hem merkezi hem de çevresel sinir sistemindeki nöronların nörotransmitter görevi gören NO sentezlediği kanıtlanmıştır. Genellikle presinaptik terminalde sentezlenen nörotransmitterler sinaptik keseciklerde depolanır. Aksiyon potansiyeli akson boyunca ilerlediğinde voltaj-kapılı kalsiyum kanalları açılarak kalsiyum iyonlarının hücre içine girişi gerçekleşir. Kalsiyumla etkileşime giren sinaptik keseciklerin presinaptik membranla kaynaşması sonucunda nörotransmitterler sinaptik boşluğa salınır ve postsinaptik membran üzerinde bulunan spesifik reseptörlere bağlanır. Fakat NO klasik nörotransmitterlerden farklıdır. NO merkezi sinir sisteminde dentritler ve nöronun diğer yapılarında üretilir üretilmez salınımı gerçekleşir ve sinaptik keseciklerde depolanmaz. NO'nun glutamat ve kalsiyum iyonları aracılığıyla postsinaptik nöronda sentezlenip presinaptik terminale difüze olması onu diğer nörotransmitterlerden ayırmaktadır. Bu özelliğinden dolayı NO *retrograd nörotransmitter* olarak sınıflandırılmıştır (Stahl, 2000).

NO'nun merkezi sinir sisteminde sentezlenmesi, iyonotropik glutamat reseptörlerinden ligand-kapılı kalsiyum kanallarını kontrol eden NMDA ve ligand-kapılı sodyum kanallarını kontrol eden AMPA reseptörlerine bağlıdır. Glutamat postsinaptik nörondaki NMDA reseptörlerinin bağlanma bölgesine bağlandığında, iyon kanallarının büyük ölçüde magnezyum tarafından bloke edilmesi nedeniyle kalsiyumun hücre içine girişi gerçekleşmez. Fakat AMPA reseptörlerinin uyarılması sonucu pozitif yüklü sodyum iyonları hücre içine girerek postsinaptik nöron depolarize olur. Böylelikle magnezyum blokajı ortadan kalkar ve kalsiyum iyonlarının NMDA reseptörlerinden hücre içine geçişi sağlanır (Carlson, 2013). Hücre içi kalsiyum konsantrasyonundaki artışla beraber kalsiyum iyonları kalmodulin proteinine bağlanarak NOS enzimini aktive eder ve postsinaptik nöronda NO sentezi gerçekleşir. NO presinaptik terminale difüze olarak glutamat salınımını daha fazla artırır ve glutamerjik nöronlar arasında daha güçlü sinaptik bağlantılar oluşur. Uzun süreli bellek oluşumunda rol oynadığı düşünülen bu hücrel mekanizmaya uzun süreli güçlendirme (long-term potentiation) adı verilir (Gartwaite, 1991). NOS inhibitörlerinin uygulandığı bir çalışmada, sıçan ve tavşan deneklerinin sırasıyla Morris su labirenti ve göz kırpmaya koşullaması görevlerinde performanslarının ciddi düzeyde bozulması, NO'nun öğrenme ve bellek işlevlerinden

sorumlu olduğunu kanıtlar niteliktedir (Chapman vd., 1992). NO merkezi sinir sisteminde öğrenme ve bellek dışında koku alma, denge, ağrı ve acının algılanması gibi pek çok fizyolojik işlevi düzenlemektedir. Çevresel sinir sisteminde ise kolinerjik ve adrenerjik olmayan nöronlarda nörotransmitter görevi görerek düz kasların gevşemesine aracılık etmektedir (Moncada ve Higgs, 1993).

NO'nun bilişsel işlevler üzerindeki etkilerine aracılık eden bir diğer önemli faktör ise insülin hormonunun salgılanması ve insülin direncinin azalmasına katkıda bulunmasıdır. Pankreastan salgılanan insülin hormonunun kan glikoz seviyesini düzenlemesinin yanı sıra nörotransmitter salınımı, sinir hücrelerinin büyümesi ve gelişiminde kısmi olarak sorumlu olduğu kanıtlanmıştır (Ma vd., 2015). Sinir sisteminin işlevlerini yerine getirebilmesi için enerji kaynağı olarak kullanılan glikozun hücre içine girebilmesi gerekir. Glikozun hücreye girişi insülin hormonunun nöron ve glialarda bulunan insülin reseptörlerine bağlanmasıyla gerçekleşir. İnsülin ve insülin reseptörleri beynin özellikle bilişsel işlevlerden sorumlu serebral korteks, hipokampus ve hipotalamus gibi bölgelerindeki sinir hücrelerinde bulunur. İnsülin direnci, insülin reseptörlerinin insüline olan duyarlılığının azalması ve kandaki insülin miktarının anormal derecede artması ile karakterize metabolik bir bozukluktur. Kanda insülin fazlalığı uzun vadede kan-beyin bariyeri ve insülin işlevlerinde bozulmalara neden olur. İnsülin direncinin Alzheimer riskini artırdığı; Alzheimer hastalarının kan plazmalarında insülin seviyesinin fazla olduğu, buna karşılık beyinlerinde ve beyin-omurilik sıvılarında düşük olduğu ortaya çıkmıştır (Ma vd., 2015). Başlangıçta 1232 kalp damar hastasının yer aldığı boylamsal bir çalışmada, yalnızca insülin direnci yüksek olanların 20 yılın sonunda yönetici işlevler ve bellek görevlerinde gösterdiği performans kayda değer oranda azalmıştır (Lutski vd., 2017). Flavanol içeren kakao ürünlerini 15 gün ya da 8 hafta boyunca düzenli tüketen sağlıklı yetişkinlerin (Grassi vd., 2005), hafif bilişsel bozukluk tanısı alan bireylerin (Desideri vd., 2012) ve bilişsel olarak sağlıklı yaşlıların (Mastroiacovo vd., 2014) insülin direncinin azaldığı gösterilmiştir. Fizyolojik bulgulara, bilişsel işlevlerin değerlendirildiği görevlerde daha iyi performans eşlik etmiştir. Dolayısıyla, düzenli kakao flavanollerinin alımının insülin işlevlerinin düzenlenmesinde rol oynayan NO sentezini artırarak bilişsel işlevlere katkıda bulunduğunu söylemek mümkündür.

#### **1.4. Beyin Görüntüleme Yöntemlerinin Kullanıldığı Kakao Flavanolleri**

##### **Çalışmaları**

Kakao flavanollerinin akut ve uzun süreli etkilerinin incelendiği çalışmaların bir kısmında fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme (fMRG), Transkraniyal Doppler Ultrasonografi (TCDU), Pozitron Emisyon Tomografi ve Bilgisayarlı Tomografi (PET-BT) gibi beyin görüntüleme yöntemlerine başvurulmuştur. Bilişsel görevlerin uygulandığı esnada ya da dinlenme durumunda (resting state) serebral kan akımının ve beyin aktivitesinin ölçüldüğü bu çalışmalar flavanollerin bilişsel olan potansiyel katkılarına yönelik daha isabetli çıkarımlarda bulunulması bakımından önemlidir.

Kan-oksijenlenme-düzeyine-bağlı (blood-oxygenation-level-dependent; BOLD) fMRG yöntemi, sağlıklı 16 genç kadın katılımcının yer aldığı bir çalışmada kakao flavanolleri alımı sonrası beyin aktivitesini incelemek için kullanılmıştır (Francis vd., 2006). BOLD görüntüleme manyetik alanı kullanarak beynin aktif bölgelerindeki kan oksijen seviyesindeki değişimlerini yansıtır. Bilişsel bir görevin uygulandığı sırada nöronların oksijen kullanımına yanıt olarak kan akımı artmaktadır. Artış gösteren kan akımıyla nöronlara ihtiyaç duyduğundan daha fazla oksijen taşınır. Buna bağlı olarak beynin aktif dokularının etrafındaki kılcal damarlarda oksijenli hemoglobinlerin yoğunluğu oksijensiz hemoglobine göre daha fazla olur. Hemoglobinin bu iki formunun farklı manyetik özelliklere sahip olması nedeniyle MRG farklı BOLD sinyalleri üretir (Hillman, 2014). En az 14 gün arayla iki fMRG oturumunda yer alan katılımcılar, deney gününden önce 13 mg ve 172 mg flavanol içeren kakao içeceğini 5 gün boyunca tüketmiştir. Katılımcıların yüksek miktar flavanol aldıkları oturumda yönetici işlevlerin değerlendirildiği harf-rakam çifti görev değişim testinin (bkz: Ek-1) uygulandığı sırada anterior singulat korteks, dorsolateral prefrontal korteks, parietal korteks ve serebellumda daha fazla aktivasyon gözlemlenmiştir. Buna rağmen görev değişim testinin doğru tepki oranı, tepki süresi ve tepki süresi bedeli (reaction time cost) gibi davranışsal ölçümlerinde performans değişmemiştir.

Francis ve diğerleri (2006) dört kişinin katıldığı pilot çalışmalarında ise arteriyel spin etiketleme (arterial spin labelling; ASL) MRG yöntemini kullanarak flavanol alımının serebral kan akımına olan etkilerini incelemiştir. ASL kan akımı aracılığıyla beyin dokularına ulaşan su moleküllerinin manyetik olarak işaretlendiği ve bölgesel kan



akımının niceliksel olarak ölçüldüğü bir yöntemdir (Petcharunpaisan vd., 2010). Katılımcıların tek doz 516 mg flavanol aldıkları MRG oturumunda, gri maddelerindeki (gray matter) kan akımında kayda değer düzeyde bir artış gözlemlenmiştir. Yaklaşık iki saatin sonunda pik yapan kan akımı (~140 ml/100g/dk) altı saatin sonunda başlangıçtaki ölçüm seviyesine (~90 ml/100g/dk) ulaşmıştır. Fakat aynı etki 39 mg flavanol (plasebo) alınan oturumda bulunmamıştır.

ASL MRG yönteminin kullanıldığı bir diğer çalışmada, 50-65 yaşları arasındaki sağlıklı 18 katılımcıya birer hafta arayla tek doz kakao flavanolleri (494 mg) ve plasebo (23 mg KF) verilerek dinlenme durumunda serebral kan akım ölçümleri alınmıştır (Lampport vd., 2015). Kakao flavanolleri alımından iki saat sonra anterior singulat korteks ve sol parietal kortekse yer alan merkezi operküler korteks bölgelerinde ciddi düzeyde perfüzyon<sup>7</sup> artışı tespit edilmiştir. Fakat bu çalışmada bilişsel görev uygulanmadığı için flavanollerin davranışsal etkileri test edilememiştir. Bahsedilen iki çalışmada, tek doz kakao flavanolleri alımını takiben 1-2 saat içerisinde serebral kan akımının ve nöronal aktivitenin ciddi düzeyde artışı bilişsel performansı akut düzeyde artırabileceğini göstermektedir.

Brickman ve diğerleri (2014) kakao flavanolleri alımı sonrası bellek işlevlerinden sorumlu dentat girus bölgesindeki kan hacmini ölçmek için fMRG yöntemini kullanmıştır. Bunun için 50-69 yaşları arasında 37 katılımcı 900 mg ya da 10 mg flavanol içeren kakao içeceğini üç ay boyunca düzenli olarak tüketmiştir. Serebral kan hacminde artış yalnızca yüksek doz flavanol alan katılımcılarda gözlemlenmiştir. Hipokampal oluşumun bir parçası olan dentat girus yeni öğrenilen bilgilerin konsolide edilmesinde önemli bir rol oynar. Kakao flavanollerinin dentat girusta kılcal damar oluşumuna ve dentritik omurga sayısında artışa neden olduğu kanıtlanmıştır (van Praag vd., 2007). Kılcal damar yoğunluğu ve kan akımı birbirleriyle bağlantılı olup serebral kan hacmini doğrudan etkiler. Ayrıca hipokampal oluşum yetişkin beynindeki kök hücrelerin bölünerek yeni nöronların üretildiği (nörojenez) beynin bilinen iki yapısından biridir. Nitrik oksit de rol oynadığı uzun süreli güçlendirmenin dentat girustaki dentritik omurgaların yapılarında ve boyutlarında değişime neden olduğu kanıtlanmıştır. Bahsedilen fizyolojik değişimlerin bellek ve öğrenme işlevlerinden sorumlu olduğu,

---

<sup>7</sup> Perfüzyon, birim zamanda belirli bir doku kütesinden geçen kan miktarıdır. Genellikle kan akımı *ml/dk*, perfüzyon ise *ml/100 g/dk* şeklinde ifade edilir.

dentat girusta işlevsel ve yapısal bozuklukların bellek işlevlerini olumsuz yönde etkilediği bilinmektedir (Carlson, 2013). Araştırmacılar kakao flavanollerinin söz konusu fizyolojik mekanizmaları tetikleyerek katılımcıların dentat girus işlevlerine duyarlı bellek görevinde daha iyi performans gösterdiğini öne sürmüştür.

Fox ve diğerleri (2019) flavanol içeren bitter çikolatanın etkilerini PET ve Bilgisayarlı Tomografi (BT) görüntüleme yöntemini kullanarak incelemiştir. 21-58 yaşları arasında sağlıklı 16 katılımcı en az 14 gün arayla 250 mg flavanol içeren bitter çikolata ve flavanol içermeyen beyaz çikolatayı beş gün tüketmiş ve her iki oturumun dördüncü gününde beyin aktivitelerine bakılmıştır. PET-BT uygulamasında, nöral aktiviteyle yakın ilişkili olan glikoz metabolizmasından faydalanılır. Radyoaktif bir madde ile işaretlenmiş glikoz molekülü (florodeoksi glikoz; FDG) damar içine verildikten sonra PET-BT tarayıcısı bu molekülün beyindeki dağılımını tespit ederek nöral aktiviteyi gösteren üç boyutlu görüntüler üretir. Yalnızca bitter çikolata tüketilen oturumda oksipital korteksin büyük bir voksel<sup>8</sup> kümesinde glikoz metabolizmasında belirgin bir artış gözlenmiştir. Aynı etki prefrontal, motor ve somatoduyusal korteksin ise daha sınırlı bölgelerinde gerçekleşmiştir. Özellikle primer görme korteksinde gerçekleşen nöral aktiviteden dolayı araştırmacılar flavanol alımının görsel bilgi işleme gerektiren görevlerde performansı artırabileceğini öne sürmüştür. Fakat davranışsal ölçüm araçları kullanılmadığı için flavanollerin potansiyel etkileri test edilmemiştir.

Transkraniyal Doppler Ultrasonografi (TCDU) ve MRG yönteminin kullanıldığı bir çalışmada kakao flavanollerinin alımının nörovasküler eşleşme (neurovascular coupling; NVC) mekanizması ve bilişsel işlevlere olan etkileri incelenmiştir (Sorond vd., 2013). Serebral kan akımı ile nöral aktivite arasındaki anatomik ve işlevsel ilişki nörovasküler eşleşme olarak tanımlanır. Yaş ortalamaları 73 olan vasküler risk faktörlerine sahip 60 katılımcı bir ay boyunca 26 mg (plasebo) ya da 1218 mg flavanol içeren kakao içeceği tüketmiştir. TCDU yöntemiyle 2-Geri Görevinin (N-Back Task) (bkz. Ek 1) uygulandığı sırada ve dinlenme durumunda orta serebral arterlerden kan akım hızı ölçülmüştür. İki-Geri Görevi sırasında kan akım hızı dinlenme durumuna göre %5'ten fazla artış gösterdiğinde katılımcıların NVC mekanizmalarının sağlam olduğu; %5'ten daha az artış gösterdiğinde NVC'lerinin bozulduğu şeklinde değerlendirilmiştir. MRG

---

<sup>8</sup> Üç boyutlu dijital bir görüntünün ayırt edilebilir en küçük birimine voksel ya da hacimsel piksel denir.

yöntemi kullanılarak ayrıca katılımcıların normal ve anormal beyaz madde<sup>9</sup> (white matter) hacimleri ölçülmüştür. NVC'si sağlam bireylerin daha fazla beyaz madde hacmine ve daha düşük anormal beyaz madde hacmine (beyaz madde hiperintensitesi<sup>10</sup>) sahip olduğu bulunmuştur. NVC seviyesindeki değişim flavanol ve plasebo koşulları arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeye ulaşmamıştır. Fakat bir ay kakao tüketiminin sonunda başlangıçta NVC'leri bozulmuş katılımcıların NVC seviyesinde artış gözlenmiştir. Başka bir deyişle, flavanol miktarından bağımsız olarak kakao tüketimi bilişsel bir görevin uygulandığı esnada görevle ilişkili beyin bölgelerinde kan akımını artırmıştır.

### **1.5. Kakao Flavanollerinin Çalışmalarında Araştırma Deseni ve Metodoloji**

Kakao flavanollerinin akut etkilerinin incelendiği çalışmalarda katılımcı-içi (within-subject) desen çalışmalara, uzun süreli (kronik ya da sub-kronik) tüketiminin değerlendirildiği çalışmalarda ise katılımcılar-arası (between-subject) desen çalışmalara daha fazla ağırlık verilmiştir. Flavanol literatüründe söz konusu araştırma desenleri sırasıyla çapraz (cross-over) ve paralel desen olarak isimlendirildiği için yazının geri kalan kısmında bu terimler kullanılacaktır.

Paralel desen çalışmalarda, her bir katılımcıya deneysel değişimlemenin (experimental treatment) yalnızca tek bir işlem düzeyi uygulanır. Başka bir ifadeyle, deney ve kontrol gruplarındaki katılımcılara etkileri incelenecek maddeler farklı dozlarda verilir. Örneğin, Masee ve diğerlerinin (2015) yürüttüğü çalışmada katılımcıların yarısına 250 mg KF içeren tablet, diğer yarısına ise KF içermeyen fakat rengi, görünüşü ve büyüklüğü aynı olan plasebo tablet verilmiştir. Paralel desen çalışmalarda araştırma sonuçlarını etkileyebilecek en önemli faktörlerden biri bireysel farklılıkların kontrol altına alınmamasıdır. Eşleştirme (matching) tekniği kullanılarak deney ve kontrol grubundaki katılımcıların benzer özelliklere sahip olması sağlanabilir. Bunun için ölçümü alınacak bilişsel görevlerde katılımcıların temel düzey (baseline) performansları önceden belirlenerek daha homojen gruplar oluşturulabilir. Fakat araştırma sonuçlarını etkileyebilecek katılımcı değişkenlerinin (motivasyon, duygudurum, eğitim seviyesi vs.)

---

<sup>9</sup> Miyelinli sinir liflerinden oluşan ve genellikle kortikal gri maddenin altında bulunan nöral dokular beyaz madde olarak tanımlanır.

<sup>10</sup> Genellikle miyelinli aksonların kaybından kaynaklı lezyonlar MRG'de parlak görüldüğü için *hiperintense* olarak adlandırılır.

tamamının tespit edilmesi ve bu kritik özelliklere göre eşleştirme yapılması pratik olarak pek mümkün değildir (Kantowitz vd., 2014). Benzer özelliklere sahip gruplar oluşturmanın pratik yolu katılımcılara özgü özelliklerin göz ardı edildiği seçkisizleştirme yöntemidir. Flavanol çalışmalarında, katılımcılar deney ve kontrol gruplarına seçkisiz atanarak (random assignment) gruplar arası farklılıkların kontrol altına alınması amaçlanmıştır.

Çapraz desen çalışmalarda, deneysel değişimlemenin çeşitli işlem düzeyleri her katılımcıya farklı zaman dilimlerinde uygulanır. Field ve diğerleri (2011) 773 mg ve eser miktarda flavanol içeren kakao içeceğini birer hafta arayla uygulayarak bu maddenin bilişsel ve görsel işlevler üzerindeki etkileri incelenmiştir. Bireysel farklılıkların kontrol edildiği çapraz desenin kullanımı bu bakımdan daha etkili olmakla birlikte genel alıştırma etkileri ve taşınma etkisi (carryover effect) gibi ciddi sorunları beraberinde getirmektedir (Kantowitz vd., 2014). Genel alıştırma etkileri, bilişsel görevlerin ve deneysel ürünlerin aynı sırayla uygulandığı durumlarda karıştırıcı değişken olarak ortaya çıkabilir. Tekrar ve pratik katılımcıların o görevde ustalaşmalarına ya da aksine yorgunluğa ve sıkılmalarına neden olarak sonraki uygulamalarda görev performansını etkileyebilir. Böyle bir durumda genel alıştırma etkileri bağımsız değişkenin olası etkilerini maskeleyecektir. Genel alıştırma etkileri karşıt dengeleme (counterbalancing) yöntemi ile kontrol edilebilir. Bilişsel görevlerin ve deneysel ürünlerin uygulama sırası katılımcılar arasında dengelenir. Örneğin, Scholey ve diğerleri (2010) yüksek doz, düşük doz KF içeren ve plasebo içeceği katılımlara değişen sırada uygulayarak karşıt dengeleme yöntemini kullanmıştır.

Çapraz desen çalışmalarda, farklı dozda uygulanacak olan KF belirli zaman aralıklarıyla verilir. Çünkü, katılımcılara ikinci oturumda farklı bir doz uygulanmadan önce ilk oturumda verilen dozun vücutta metabolize edilmesi ve atılımının gerçekleşmesi beklenir. Arınma dönemi (washout period) olarak adlandırılan bu süreçte, taşınma etkisinin araştırma sonuçlarını etkilememesi amaçlanır. Taşınma etkisi, önceden uygulanan dozun, sonraki dozun uygulandığı oturumda test performansını etkilemesiyle ortaya çıkar (Greenwald, 1976). Kakao flavanollerinin akut etkilerinin incelendiği çapraz desen çalışmalarda, bağımsız değişkenin farklı işlem düzeyleri en az üç gün arayla uygulanmıştır (örn. Scholey vd., 2010; Field vd., 2013).

Psikofarmakoloji çalışmalarında plasebo etkisinin kontrol altına alınması oldukça önemlidir. Plasebo herhangi bir fizyolojik etkiye sahip olmayan nötr ve zararsız bir maddedir. Fakat katılımcı plasebonun bir etkiye sahip olacağına dair bir beklenti ya da inanç geliştirirse bu etkiler ortaya çıkabilir (Carlson, 2013). KF çalışmalarında plasebo etkisini kontrol etmek için deney koşulundaki katılımcılara flavanol içeren, plasebo koşulundaki katılımcılara ise flavanol içermeyen kakao ürünü verilmektedir. Bu prosedürün uygulanmasıyla yapılan deney tek körlemesine (single-blind) çalışma kriterini sağlamış olur. Böylelikle, deney ve kontrol gruplarına/koşullarına seçkisiz olarak atanan katılımcıların, kendilerine verilen maddenin aktif madde mi yoksa plasebo mu olduğuna dair bilgileri olmaz. Literatürde yer alan KF çalışmalarının büyük bir kısmında ise hem plasebo etkisini hem de analiz ve bulgulara dair araştırmacı yanlılığını kontrol etmek için çift körlemesine (double-blind) prosedür uygulanmıştır. Çift körlemesine çalışmalarda hem araştırmacı hem de katılımcılar hangi işlemin kimlere uygulandığını araştırma tamamlanıncaya dek öğrenemez. Ayrıca diğer psikofarmakoloji çalışmalarında olduğu gibi bağımsız değişken uygulanmadan önce davranışsal ölçümler kullanılarak katılımcıların temel düzey performansları belirlenmiştir. Böylelikle, temel düzey ölçümlerindeki performans referans alınarak, KF'nin olası fizyolojik ve bilişsel etkileri değerlendirilmiştir.

### **1.6. Kakao Flavanollerini Çalışmalarında Uygulanan Deneysel Ürünler**

Kakao ve kakao ürünleri diğer besin maddeleriyle karşılaştırıldığında flavanol bakımından daha zengindir (Crozier vd., 2003; Lazarus vd., 1999; Lee vd., 2003). Bununla birlikte fermentasyon, kavurma ve alkalileştirme gibi çeşitli biyolojik işlemlerin uygulanması sonucu kakaoda bulunan flavanol miktarı ciddi oranda değişmektedir (Hurst vd., 2011). Kakao ürünleri opsiyonel bir işlem olan alkalileştirme işlemine genellikle tabi tutularak marketlerde yerini alır (Heiss vd., 2003). Çünkü, pH değeri ortalama 5.6 seviyelerinde olan natürel kakao, asidik yapısından dolayı açık kahverengi olup keskin ve acımsı bir tada sahiptir. Hollanda usulü işlem (Dutch processing) olarak da isimlendirilen alkalileştirme işlemi daha koyu bir renkte, yumuşak ve lezzetli kakao elde etmek için uygulanır. Fakat bu işlem kakao içindeki flavanol miktarını ciddi oranda azaltmaktadır. Kakaonun alkalize edilmesi sonucunda (örn. pH: 7.9) kakao flavanollerinden kateşin %80'e, epikateşin ise %98'e varan oranlarda

kaybolmaktadır (Payne vd., 2010). Dolayısıyla, KF çalışmalarının büyük bir kısmında deney koşulundaki katılımcılara yoğun miktarda flavanol içermesi nedeniyle natürel kakao içeren içecek ya da bitter çikolata uygulanmıştır. Kontrol koşulundaki katılımcılara ise yüksek oranda alkalize edilmiş kakao içeceği ya da beyaz/sütlü çikolata verilerek plasebo etkisinin kontrol altına alınması amaçlanmıştır.

Kakao tozunun süt ile karıştırılıp tüketilmesi flavanollerin fizyolojik etkilerini azaltmaktadır. Bitter çikolata tüketimi sonrası plazma epikateşin konsantrasyonu ve toplam antioksidan aktivitesinde artış gözlemlenmesine rağmen aynı miktarda ürün sütle birlikte tüketildiğinde bu etkiler belirgin bir şekilde azalmıştır (Serafini vd., 2003). Farklı kimyasal analizlerin uygulandığı benzer çalışmalarda karşıt görüşler öne sürülmüş olsa da (Keogh vd., 2007; Richelle vd., 1999) Serafini ve diğerleri (2003) süt proteinlerinin kakao flavanollerinin bağırsaklardan emilimini azaltmasına bağlı olarak bu sonuçlara ulaşmış olabileceklerini belirtmiştir. Kısacası, süt ürünlerinin flavanollerin biyoyararlanımını azaltması gerekçesiyle, KF çalışmalarında natürel kakao genellikle su ile karıştırılarak katılımcılara verilmiştir.

Kakao içeceği ve çikolata dışında farklı bir deneysel ürün Masee ve diğerleri tarafından uygulanmıştır (2015). Bu çalışmada kakao flavanolleri kakaonun diğer bileşenlerinden izole edilerek tablet formunda uygulanmıştır. Bu uygulamanın en önemli avantajlarından biri olası sinerjik ya da antagonistik etkilerin kontrol altına alınmasıdır. İki ya da daha fazla etkin maddenin bir arada alınması sonucu ortaya çıkan etkilerin, söz konusu maddelerin ayrı ayrı alındığında ortaya çıkan etkilerinin toplamından daha büyük olması sinerjik etki, daha küçük olması ise antagonistik etki olarak adlandırılır. Kakaonun flavanol dışında başta kafein ve teobromin olmak üzere çok sayıda biyoaktif madde içermesi nedeniyle madde etkileşimlerinin gerçekleşme ihtimali göz önünde bulundurulmalıdır.

### **1.7. Kakao Flavanollerinin Bilişsel İşlevler ve Duygudurum Üzerindeki Akut Etkilerinin İncelendiği Seçkisiz Kontrollü Çalışmalar**

Akut ve uzun süreli KF alımının bilişsel işlevler ve/veya duygudurum üzerindeki etkilerinin incelendiği bir dizi seçkisiz kontrollü çalışma (randomized controlled trial) yürütülmüştür (Altınok vd., 2022; Brickman vd., 2014; Camfield vd., 2012; Crews vd., 2008; Desideri vd., 2012; Field vd., 2011; Francis vd., 2006; Fox vd., 2019; Grassi vd.,

2016; Ibero-Baraibar vd., 2016; Karabay vd., 2018; Masee vd., 2015; Mastroiacovo vd., 2014; Neshatdoust vd., 2016; Pase vd., 2013; Sathyapalan vd., 2010, Scholey vd., 2010; Sorond vd., 2013; Tsukamoto vd., 2018). KF alımının bilişsel işlevler ve duygudurumuna olan etkilerinin kronik ( $\geq 13$  hafta), subkronik (4-12 hafta) ve subakut (2-28 gün) düzeyde incelendiği çalışmalar kapsamlı olarak derlenmiştir (Karataş vd., 2022; Succi vd., 2017). Fakat mevcut çalışmada tek doz KF alımının dikkat işlevlerine olan etkileri incelendiği için bu bölümde yalnızca akut ( $\leq 24$  saat) çalışmalardan bahsedilecektir. İncelenen akut çalışmalarda bilişsel görevler kakao takviyesinden sonra en fazla 4 saat içinde tamamlanmıştır. Bilişsel işlevler genel uyarılmışlık hali (arousal), motivasyon, stres ve duygudurum gibi faktörler tarafından etkilenmektedir. Dolayısıyla bu bölümde bu değişkenlerin ele alındığı flavanol çalışmalarına da yer verilecektir. Söz konusu çalışmalarda kullanılan veri toplama araçları (test bataryaları, bilişsel görevler ve ölçekler) Ek 1’de ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Ayrıca bu çalışmalarda seçilen örneklem, kullanılan araştırma deseni, uygulanan KF miktarı ve elde edilen temel bulguların özeti Tablo 1’de verilmiştir.

Scholey ve diğerleri (2010) KF alımının zihinsel yorgunluk ve bilişsel işlevlere olan etkilerini incelemek için plasebo-kontrollü, çift körlemesine ve üç aşamalı çapraz desen bir çalışma yürütmüştür. Her biri sağlıklı genç yetişkin olan 30 katılımcı en az üçer gün arayla 46 mg (kontrol), 520 mg (orta doz) ve 994 mg (yüksek doz) flavanol içeren kakao içeceğini sabah aç karnına tüketmiştir. Kakaoda bulunan diğer biyoaktif bileşiklerin performansı etkilememesi için tüm koşullarda makro besinler, mikro besinler ve alkaloidlerin olabildiğince eşit miktarda olduğundan emin olunmuştur. KF alımının bilişsel işlevler ve duygudurum üzerindeki etkilerini incelemek için katılımcılara her biri 10 dakika süren ve 6 tekrar içeren standardize edilmiş Bilişsel Talep Bataryası (Cognitive Demand Battery; CDB) ve Durumluk-Sürekli Kaygı Envanteri (State-Trait Anxiety Inventory) verilmiştir. Tavan etkisini kontrol etmek ve KF’nin bilişsel işlevler üzerindeki etkilerini daha net gözlemleyebilmek adına tercih edilen CDB dizisel çıkartma görevleri, hızlı görsel bilgi işleme görevi ve zihinsel yorgunluk görsel analog ölçeğini içermektedir. Hem orta doz hem de yüksek doz KF koşulunda, katılımcılar dizisel üç çıkartma görevinde daha iyi performans göstermiştir. Fakat bu görevin daha zor versiyonu olan dizisel yedi çıkartma görevinde katılımcıların performansları değişmemiştir. Her iki görev dikkat ve konsantrasyon becerilerini

ölçmekle birlikte, farklı sonuçlara ulaşılmamasının sebebi dizisel yedi çıkartma görevinin bilişsel yükünün daha fazla olması, çalışma belleği ve yönetici işlemlere daha fazla gereksinim duyması olabilir. Yüksek doz KF alan katılımcılar hızlı görsel bilgi işleme görevinin 3. ve 4. döngüsünde daha hızlı tepki vermiştir. Fakat orta ve yüksek doz KF alımının doğru tepki oranı bakımından olumlu bir etkisi gözlenmemiştir. Kontrol ve yüksek doz koşullarıyla karşılaştırıldığında, katılımcılar orta doz KF aldıkları oturumda daha az zihin yorgunluğu bildirmiştir. KF alımının durumluk kaygı seviyesi üzerinde ise herhangi bir etkisi bulunmamıştır. Bu çalışmada flavanollerin bilişsel performans ve zihinsel yorgunluğa olan olumlu etkilerinin en çok gözlemlendiği zaman dilimi, KF alımından 120-130 dakika sonrasına tekabül eden Bilişsel Talep Bataryasının dördüncü döngüsü olmuştur. Bu etkilerin KF alımından iki saat sonra serebral kan akımının (Francis vd., 2006) ve kan plazmasında epikateşin konsantrasyonunun en yüksek seviyeye ulaşmasıyla (Richelle vd., 1999) ortaya çıkmış olabileceği düşünülmektedir. Davranışsal ölçüm araçlarının kullanıldığı bu çalışmayla KF alımının akut düzeyde bilişsel performansı artırıp zihinsel yorgunluğu azaltabileceği ilk kez gösterilmiştir.

Field ve diğerleri (2011) akut doz KF alımının görsel ve bilişsel işlevler üzerindeki etkisini tek körlemesine, test sırası dengelenmiş (counterbalanced) ve çapraz desen bir çalışmayla incelemiştir. Genç yetişkin 30 katılımcıya birer hafta arayla 773 mg KF, 222 mg teobromin, 38 mg kafein içeren bitter çikolata ve eser miktarda KF, kafein ve teobromin içeren beyaz çikolata verilmiştir. Katılımcılar çikolatayı tükettikten iki saat sonra, bilişsel ve görsel işlevlerin değerlendirildiği ve yaklaşık 45 dakika süren görevleri tamamlamıştır. Görsel kontrast duyarlılığını ölçmek için parlaklığı arka planla kademe kademe benzeşen iki basamaklı sayıları okuma görevi verilmiştir. Hareket duyarlılığı ise iki görev verilerek değerlendirilmiştir. Hareket uyum eşik değeri, rastgele hareketlerin yer aldığı bilgisayar ekranında tespit edilebilen uyumlu ve yatay bir şekilde hareket eden nokta sinyallerinin eşik değeri oranı ölçülerek belirlenmiştir. Hareket birleştirme zaman eşiği ise yüksek oranda uyumlu hareketlerin yer aldığı ekranda hareketin yönünü tespit etmek için gereken minimum sürenin belirlendiği bir görevdir. Görsel uzamsal çalışma belleği için nesne yeri hatırlama görevi; sürdürülen dikkat ve tepki kitleme becerileri için seçim tepki süresi görevi verilerek bilişsel performans değerlendirilmiştir. Katılımcılar bitter çikolata tükettiği oturumda, nesne yeri hatırlama



görevinde daha iyi performans göstermiş, seçim tepki süresi görevinde daha hızlı tepki vermiştir. Ayrıca nokta sinyallerinin hareket yönünü tespit edebilmeleri için gereken tepki süresi azalmıştır (Bitter çikolata koşulu: 417 ms, beyaz çikolata koşulu: 619 ms). Benzer şekilde, katılımcıların görsel kontrast duyarlılığı artmış, beyaz çikolata tükettikleri oturuma göre %17 daha iyi performans göstermiştir. Görsel kontrast duyarlılığındaki artış, hedef uyaranların %0,96 ve %0,58 Michelson kontrastında sunulduğu denemelerde gerçekleşmiştir. Benzer bir çalışmada (Rabin vd., 2018) yüksek miktar KF (316 mg) tüketen katılımcıların düşük doz KF (40 mg) tüketenlere kıyasla görsel kontrast duyarlılığında artış gözlenmesi bu çalışmada elde edilen bulgularla uyumludur. Her iki çalışmada da fizyolojik ölçümler kullanılmadığı için KF alımının görsel işlevler üzerindeki olumlu etkilerinin altında yatan mekanizma tam olarak bilinmemektedir. Fakat kontrast duyarlılığındaki artışın KF alımının neden olduğu görev performansı üzerindeki genel etkisinden, retinal kan akımındaki değişimden ya da her iki mekanizmanın birleşik etkisinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Literatürde retinal kan akımındaki artışın kontrast duyarlılığını etkilediğini destekleyen çalışmalar yer almaktadır. Retinada bulunan ganglion hücrelerinin ve bu hücrelere ait aksonların tahribata uğraması sonucu ortaya çıkan glokom, kontrast duyarlılığı da dahil olmak üzere çeşitli görme işlevlerini etkileyen ilerleyici bir optik sinir sistemi hastalığıdır (Grieshaber ve Flammer, 2005; Huber vd., 2006). Retinadaki kan akımının azalması glokom hastalığına neden olan faktörlerden biridir. Kan damarlarını genişletme özelliği olan karbondioksit gazını soluyan katılımcıların retinal kan akımlarında ve kontrast duyarlılığında artışa neden olması (Huber vd., 2006), KF alımının kontrast duyarlılığı üzerindeki olumlu etkilerinin nöronların işlevselliği artıran retinal kan akımındaki değişimle mümkün olabileceğini göstermektedir. Bununla birlikte Field ve diğerlerinin (2011) çalışmasında plasebo etkisini kontrol etmek için katılımcılara farklı yağ türlerinin bilişsel performans üzerindeki etkisinin inceleneceği söylenmiştir. Fakat bitter ve beyaz çikolatanın ayırt edebilmesi nedeniyle bu çalışma çift körlemesine bir çalışma değildir. Dolayısıyla plasebo etkisinin sonuçları etkilemiş olabileceği dikkate alınmalıdır. Benzer şekilde deneyde kullandıkları bitter ve beyaz çikolata içinde bulunan psikostimülan maddelerden kafein ve teobromin miktarlarının aynı olmaması, gözlemlenen etkilerin yalnızca flavanollerden değil bu üç maddenin birleşik etkisinden kaynaklandığını düşündürmektedir.

Massee ve diğeri (2015) KF alımının bilişsel performans, duygudurum, zihinsel yorgunluk ve kalp damar sağlığı üzerindeki akut etkilerini incelemek için plasebo-kontrollü, çift körlemesine ve paralel desen bir çalışma yürütmüştür. Katılımcılar deneysel değişimlemeye maruz kalmadan önce temel düzey ölçümleri alınmıştır. Aynı gün katılımcılara 250 mg KF içeren aktif tablet ya da flavanol içermeyen plasebo tablet verildikten iki saat sonra yaklaşık 90 dakika süren Swinburne Üniversitesi Bilişsel Değerlendirme Bataryası (SUCCAB) ve her biri 10 dakikada tamamlanan Bilişsel Talep Bataryası (CDB) üç defa uygulanarak akut etkiler ölçülmüştür. Kalp damar sağlığı işlevleri merkezi/çevresel kan basıncı ve serebral kan akım hızı ölçülerek değerlendirilmiştir. KF alımı bilişsel işlevlerin değerlendirildiği SUCCAB üzerinde akut bir etkiye neden olmamasına rağmen, katılımcıların CDB'nin ilk döngüsündeki dizisel yedi çıkartma görevinde daha iyi performans göstermesini sağlamıştır. KF alan katılımcılar plasebo tablet alan katılımcılara göre CDB öncesinde daha düşük zihin yorgunluğu bildirmiştir. CDB sonrasında her iki gruptaki katılımcılar temel düzeye göre daha fazla zihinsel yorgunluk bildirmiş olmalarına rağmen, KF alan katılımcılar plasebo koşulundaki katılımcılara göre testin sonunda daha az zihin yorgunluğu deneyimlemiştir. Bu çalışmada gözlemlenen akut etkiler Scholey ve diğeri (2010) ulaştığı bulgularla kısmen tutarlıdır. Aynı görevin uygulandığı benzer iki çalışmada farklı sonuçlara ulaşılmasının olası nedeninin metodolojik farklılıklar olduğu düşünülmektedir: uygulanan KF dozu (994/520 mg ve 250 mg), araştırma deseni (çapraz ve paralel), Bilişsel Talep Bataryası tekrar sayıları (6 ve 3) ve flavanol takviyesi ile teste başlama arasındaki geçen süre (1,5 saat ve 3 saat). Ayrıca KF alımının kardiyovasküler ölçümlere bir etkisinin olmaması düşük miktarda flavanol (250 mg) alımıyla ilişkili olabilir. Çünkü 516 mg ve 821 mg flavanol içeren kakao ürünlerinin uygulandığı çalışmalarda flavanol alımı NO kaynaklı damar genişlemesine neden olmuş, serebral kan akımı iki saatin sonunda kayda değer bir artış göstermiştir (Fisher vd., 2003; Francis vd., 2006).

Pase ve diğeri (2013) KF alımının bilişsel performans ve duygudurum üzerindeki akut etkilerini plasebo-kontrollü, çift körlemesine ve paralel desen bir çalışma yaparak incelemiştir. Flavanol içeren (250 mg ya da 500 mg) ya da içermeyen kakao içeceğini tüketen orta yaşlı sağlıklı katılımcılar 1, 2.5 ve 4 saatin sonunda dikkat, çalışma belleği ve epizodik belleğin değerlendirildiği Bilişsel Madde Araştırması bilgisayar tabanlı

değerlendirme sistemi (CDR) ve duygudurumunu ölçen Bond ve Lader Görsel Analog ölçeğine tabi tutulmuştur. Fakat, KF alımının bilişsel performans ve duygudurum üzerinde herhangi bir akut etkisi gözlemlenmemiştir. Araştırmacılar katılımcılara verilen standart öğle yemeğinin flavanollerin potansiyel etkilerini maskeleyebileceğini belirtmiştir. Bilişsel görevler uygulanmadan kısa bir süre önce yemek verilmesi katılımcıların kan glikoz seviyesinin artmasına (post-prandial effects) neden olmuştur. Hücreler işlevlerini yerine getirebilmesi için glikoz gibi besin maddelerini parçalayarak enerji ihtiyacını karşılar. Kalori içeren içeceklerin tüketilmesi sonucunda kan dolaşımındaki glikoz seviyesinin artması, bellek ve dikkat görevlerinde daha iyi performansa neden olmuştur (Boolani, 2017). Dolayısıyla, glikoz takviyesi bilişsel işlevler üzerinde karıştırıcı değişken olarak rol oynamış olabilir.

Uyku yoksunluğu bilişsel süreçleri ve psikomotor tepkileri yavaşlatarak özellikle sürdürülen dikkat (vigilance) ve tetikte olma (alertness) gibi dikkat becerilerinde bozulmalara neden olur (Grassi vd., 2016). Yönetici işlevlerden sorumlu prefrontal korteks de uykusuzluğun zarar verici etkilerine oldukça duyarlıdır. Bunun yanı sıra kalp damar rahatsızlıklarında önemli bir risk faktörüdür (Deurveilher vd., 2015). Bu bulgulara dayanarak fizyolojik ve bilişsel işlevlerin bozulması durumunda flavanol etkisinin daha net gözlenebileceği bir araştırma tasarlanmıştır. Grassi ve diğerleri (2016) yoğun flavanol içeren çikolatanın uyku yoksunluğu sonrası bilişsel beceriler ve kardiyovasküler parametreler üzerindeki etkisini çift körlemesine ve çapraz desen bir çalışmayla incelemiştir. Otuz iki sağlıklı genç yetişkinin yer aldığı çalışmada her bir katılımcı birer hafta arayla toplamda dört test oturumuna katılmıştır. İki oturumda katılımcılar laboratuvara gece uykusunu alarak (uyku koşulu), diğer iki oturumda ise tüm gece hiç uyumadan (yoksunluk koşulu) katılmıştır. Her iki koşulda katılımcılara bir oturumda yüksek doz (520 mg), diğerinde düşük doz KF (88,5 mg) içeren bitter çikolata verilmiştir. Deneysel değişimlemenin uygulanmasından 90 dakika sonra katılımcılara Psikomotor Vijilans Görevi (PVG) ve 2-Geri Görevi verilerek davranışsal ölçümler alınmıştır. Beklendiği üzere katılımcıların yoksunluk koşulunda çalışma belleği ve sürdürülen dikkat gibi bilişsel işlevlerinde bozulmalar görülmüştür: PVG’de tepki süreleri artmış, 2-Geri Görevinde ise doğruluk oranı azalmıştır. Bunun olası sebeplerinden birisi, uyanıklık süresinin artmasına bağlı olarak nöronlara enerji sağlamak için yakıtı çevrilen glikojen miktarının azalmasıdır. Ayrıca, beyinde

depolanan glikojen seviyesinin azalması nöral aktivite üzerinde ketleyici etkileri olduğu bilinen adenzin moleküllerinin artmasına; dolayısıyla bilişsel işlevlerde bozulmalara yol açmaktadır (Kong vd., 2002). KF alımı uyku yoksunluğunun neden olduğu PVG'de gösterilen düşük performansı telafi edememiştir. Fakat, yoksunluk koşulundaki kadın katılımcılar yüksek doz KF aldıkları test oturumunda, düşük doz KF aldıkları test oturumuna göre çalışma belleğini ölçen 2-Geri görevinde daha iyi performans sergilemiştir. Davranışsal ölçümler ile kardiyovasküler ölçümler arasındaki korelasyon analizi, yoksunluk koşulunda çalışma belleği performansı ile kan akımı arasında pozitif bir ilişki olduğunu göstermiştir. Uyku yoksunluğunun neden olduğu yüksek kan basıncı gibi kardiyovasküler risk faktörleri erkeklere nazaran kadınlarda daha ciddi düzeydedir (Makarem ve Aggarwal, 2017). Bu nedenle kadın katılımcılar, uykusuzluğun bilişsel işlevler üzerindeki zarar verici etkilerine karşı KF tüketiminden daha fazla istifade etmiş olabilir. Fakat bu çalışmadaki deneysel ürünler farklı miktarda teobromin (1200/419 mg) ve kafein (109/49 mg) içermektedir. Merkezi sinir sistemine etkileri olduğu bilinen bu maddelerin karıştırıcı değişken olarak sonuçları etkilemiş olabileceği dikkate alınmalıdır.

Flavanol çalışmalarında elde edilen bulguların büyük ölçüde tutarlı olmamasının olası nedenlerinden biri kullanılan test bataryalarının spesifik bir bilişsel işlevi ölçmemesidir. Bu gerekçeyle, Karabay ve diğerleri (2018) KF alımının zamansal dikkat (temporal attention) ve uzamsal dikkat (spatial attention) işlevlerine olan etkilerini sadece söz konusu işlevlerin değerlendirildiği bilişsel görevleri uygulayarak incelemiştir. Plasebo-kontrollü, bilişsel görev ve deneysel ürün sırası dengelenmiş, çift körlemesine ve çapraz desen çalışmalarına 48 üniversite öğrencisi katılmıştır. Her katılımcı birer hafta aralıklarla temel düzey, plasebo, düşük doz (374 mg KF) ve yüksek doz (747 mg KF) koşullarında dikkat görevlerini tamamlamıştır. Zamansal dikkat için dikkat sekmesi (attentional blink) paradigması; uzamsal dikkat için görsel arama görevi uygulanmıştır. Dikkatin düzenlenmesinden sorumlu anterior singulat korteksin dikkat sekmesi paradigmasında aktive olduğu ve KF alımı sonrası aynı bölgede perfüzyon artışı gerçekleşmesine rağmen (Lamport vd., 2015) bu çalışmada KF tüketimi zamansal dikkat üzerinde herhangi bir akut etkiye neden olmamıştır. Sürdürülen dikkatin değerlendirildiği diğer çalışmalarda (Masse vd., 2015; Pase vd., 2013) KF alımının herhangi bir etkiye neden olmaması bu çalışmada elde edilen bulgularla tutarlı

görülmektedir. Bununla birlikte, katılımcılar düşük ve yüksek doz KF aldıkları oturumda, görsel arama görevinde doğru tepki oranı azalmadan daha hızlı tepki vermişlerdir. Dolayısıyla akut düzeyde KF alımı uzamsal dikkat becerilerini artırmıştır. KF alımının uzamsal ve zamansal dikkate olan akut etkilerinde farklılaşması, söz konusu dikkat işlevlerinin değerlendirildiği görevlerdeki sakkadik göz hareketlerinin kullanımıyla açıklanmıştır. Görsel arama görevinde hedef uyarı bulmak için görsel alanın taranması sakkadik göz hareketlerini gerektirir. Bu bağlamda, araştırmacılar uzamsal dikkat işlevlerindeki performans artışının, flavanol alımı sonrası daha hızlı göz hareketleri ile gerçekleşmiş olabileceği yorumunda bulunmuştur.

Tsukamoto ve diğerleri (2018) KF ve fiziksel egzersizin yönetici işlevler ve bellek üzerindeki etkilerini tek körlemesine ve çapraz desen bir çalışmayla incelemiştir. Araştırmada yer alan 10 sağlıklı genç erkek en az üçer gün arayla yüksek doz (563 mg) ve düşük doz (38 mg) flavanol içeren kakao içeceğini tüketmiş ve 70 dakikanın sonunda yarım saat süren orta derece yoğunlukta aerobik egzersiz yapmıştır. Yönetici işlevler ve bellek işlevlerini değerlendirmek için sırasıyla renk-kelime Stroop testi ve yüz-isim eşleştirme görevi 6 farklı zaman diliminde verilmiştir. Katılımcılar bu bilişsel görevlere KF alımından 30 dk önce (temel düzey), KF alımından 30 dk ve 60 dk sonra, egzersizden hemen sonra, egzersizden 30 dk ve 60 dk sonra başlamıştır. Araştırmacılar öğrenme etkisini minimize etmek için tutarlı puanlar alınana kadar katılımcıların pratik yapmalarını sağlamıştır. Hem yüksek hem de düşük doz KF koşulunda, fiziksel egzersizden önceki performansla karşılaştırıldığında, katılımcıların egzersizden sonra Stroop testinde tepki süreleri azalmıştır. Ayrıca katılımcılar yüksek doz KF aldıkları zaman, düşük doz aldıkları zamana kıyasla aynı görevin tüm test oturumlarında daha hızlı tepki vermiştir. Fakat fiziksel egzersiz ve KF bellek işlevlerini ölçen yüz-isim eşleştirme görevinde herhangi bir etkiye neden olmamıştır. fMRG tekniğinin kullanıldığı bir çalışmada yüksek doz KF alımı ile yönetici işlevlerden sorumlu dorsolateral prefrontal korteks alanındaki aktivasyon arasında pozitif bir ilişki olduğu gösterilmiştir (Francis vd., 2006). Dolayısıyla KF alımının Stroop test performansına olan katkısının bu alandaki aktivasyon sayesinde gerçekleşmiş olabileceği ifade edilmiştir. Buna ek olarak, kan plazmasında flavanol yoğunluğunun (Richelle vd., 1999) ve serebral kan akımının (Francis vd., 2006) KF alımından iki saat sonra en üst seviyeye ulaştığı ortaya çıkmıştır. Bununla ilişkili olarak flavanollerin bilişsel işlevler üzerindeki

akut etkilerini ele alan çalışmalarda, bilişsel performanstaki artış genellikle bu sürenin sonunda gözlemlenmiştir (rn: Field vd., 2011; Scholey vd., 2010). Tsukamoto ve diğerleri (2018) KF alımının yarım saat kadar kısa bir sürenin sonunda yönetici işlevleri olumlu yönde etkilediğini gösteren bulgular elde etmiştir.

Kakao flavanollerinin bilişsel işlevler üzerindeki akut etkilerini inceleyen çalışmalarda her ne kadar net ve tutarlı sonuçlara ulaşılamamış olsa da belirli koşullar altında sağlıklı genç bireylerde bilişsel performansı desteklediğine dair kanıtlar elde edilmiştir.

**Tablo 1.** Kakao Flavanollerinin Bilişsel İşlevler Üzerindeki Akut Etkilerini İnceleyen Çalışmaların Özeti

<b>Kaynak</b>	<b>Örneklem</b>	<b>Desen</b>	<b>KF Miktarı</b>	<b>Temel Bulgular</b>
Scholey vd. (2010)	30 katılımcı (17 kadın; 18-35 yaş)	Seçkisiz Çift Körlemesine Plasebo Kontrollü Çapraz	994 mg (yüksek doz), 520 mg (orta doz) ve 46 mg (plasebo)	Yüksek ve orta doz KF koşulunda, CDB’de dizisel üç çıkartma görevinde performans artmıştır. Yüksek doz KF koşulunda Hızlı Görsel Bilgi İşleme Görevinde daha iyi performans gösterilmiştir. Orta doz KF koşulunda daha düşük zihin yorgunluğu bildirilmiştir.
Field vd. (2011)	30 katılımcı (22 kadın; 18-25 yaş)	Seçkisiz Tek Körlemesine Çapraz	773 mg (flavanol) ve Eser miktar (kontrol)	Flavanol koşulunda görsel kontrast duyarlılığı ve hareket duyarlılığı artmıştır. Görsel uzamsal çalışma belleği görevinde daha iyi performans gerçekleşmiştir. Seçim Tepki Süresi görevinde tepki süresi azalmıştır.
Pase vd. (2013)	72 katılımcı (40-65 yaş)	Seçkisiz Çift Körlemesine Plasebo Kontrollü Paralel	500 mg (yüksek doz), 250 mg (düşük doz) ya da 0 mg (plasebo)	Bilişsel işlevlerin değerlendirildiği CDR’de gruplar arası farklılık bulunmamıştır.
Massee vd. (2015)	40 katılımcı (18-40 yaş)	Seçkisiz Çift Körlemesine Plasebo Kontrollü Paralel	250 mg ya da 0 mg (plasebo)	Bilişsel işlevleri ölçen SUCCAB’da gruplar arası farklılık bulunmamıştır. Flavanol koşulunda, CDB’nin yalnızca dizisel 7 çıkartma görevinde daha iyi performans gerçekleşmiştir; daha düşük zihin yorgunluğu bildirilmiştir.
Grassi vd. (2016)	32 katılımcı (16 kadın; ort yaş: 25)	Seçkisiz Çift Körlemesine, Plasebo Kontrollü Çapraz	520 mg (yüksek doz) ve 88,5 mg (düşük doz)	Yüksek doz koşulunda kadınlar 2-Geri Görevi’nde daha iyi performans sergilemiştir. Tüm koşullarda Psikomotor Vüjilans Görevinde performans değişmemiştir.
Karabay vd. (2018)	48 katılımcı (24 kadın; 18-29 yaş)	Seçkisiz Çift Körlemesine Plasebo Kontrollü Çapraz	747 mg (yüksek doz), 374 mg (düşük doz) ve 0 mg (plasebo)	Yüksek ve düşük doz koşullarında uzamsal dikkati ölçen görsel arama görevinde doğru tepki oranı değişmeden tepki süresi azalmıştır.
Tsukamoto vd. (2018)	10 katılımcı (10 erkek; ort yaş: 22)	Seçkisiz Tek Körlemesine Çapraz	563 mg (yüksek doz) ve 38 mg (düşük doz)	Yüksek doz KF koşulunda yönetici işlevleri ölçen Stroop testinde performans artışı gerçekleşmiştir. Fiziksel egzersiz ve KF alımı bellek işlevlerini değerlendiren Yüz-İsim Eşleştirme testi performansına etki etmemiştir.

CDB, Cognitive Demand Battery (Bilişsel Talep Bataryası); CDR, Cognitive Drug Research computerized assessment system (Bilişsel Madde Araştırması bilgisayar tabanlı değerlendirme sistemi); KF, Kakao Flavanol; SUCCAB, Swinburne University Computerized Cognitive Assessment Battery (Swinburne Üniversitesi Bilişsel Değerlendirme Bataryası)

## BÖLÜM 2

### DİKKAT

*“Milyonlarca öge... duyularımın önünde, ancak deneyimime hiçbir zaman girmiyor. Neden? Çünkü beni ilgilendirmiyor. Benim deneyimim neye dikkat etmeyi kabul ediyorsam odur.... Herkes dikkatin ne olduğunu bilir. Zihnin, aynı anda olası birden çok nesne ya da düşünce dizisi arasından birine açık ve canlı bir biçimde sahip olmasıdır... Bazı şeylerle etkin bir biçimde uğraşmak için diğerlerinden çekilme anlamına gelir...” (James, 1890)*

William James dikkati, bilinçli bir deneyim için çevremizde bulunan sınırsız sayıdaki uyaranların çoğunun ihmal edilmesi ve o anki ihtiyaçlar doğrultusunda bu uyaranların birkaçına odaklanma şeklinde ele almıştır. James’in dikkat kavramına yönelik bu isabetli tanımı deneysel çalışmaların değil zihnin işleyişine dair kendi iç gözlemlerinin bir ürünü olarak ortaya çıkmıştır.

Bilişsel psikolojinin en temel konularından biri olan dikkat üzerine yapılan binlerce çalışmaya rağmen 2019 yılında yazılan bir makale “Dikkatin ne olduğunu hiç kimse bilmiyor” başlığıyla yayımlanmıştır (Hommel vd., 2019). Elbette bilişsel psikoloji, bilişsel nörobilim ve nöropsikoloji alanlarında yapılan çalışmalar dikkate dair kavrayışımızı ciddi düzeyde artırmıştır. Fakat dikkatin tekil bir kavram olmaması nedeniyle bilim insanları dikkatin farklı yönlerine odaklanmış ve buna bağlı olarak dikkatin kesin ve kapsayıcı bir tanımının yapılmasında fikir birliği sağlanamamıştır.

Dikkat çok çeşitli psikolojik olguları ve zihinsel süreçleri ifade etmek için kullanılır. Çevredeki duyusal bilgilerin algılanabilmesi ya da o anki amaçlar doğrultusunda bir eylemin gerçekleştirilebilmesi için *seçici dikkat* (selective attention) gereklidir. Bellek ve algı gibi diğer bilgi işleme sistemlerinin tüm uyaranları ve bu uyaranlara verilecek olan tepkileri aynı anda işleyecek kapasiteye sahip olmaması nedeniyle belirli bir konum, nesne ya da sözel bir mesaj diğer uyaranlar arasından seçilir. Söz konusu zihinsel işlem diğer uyaranların göz ardı edilmesini beraberinde getirir. Dikkat herhangi bir bilişsel görevi yerine getirebilmek için kaynakların paylaşılması olarak da tanımlanabilir. Dikkat kaynakları çeşitli görevler arasında paylaşılabilirken



(bölünmüş dikkat; divided attention), görevin talepkâr doğasına bağlı olarak tek bir görev için de tahsis edilebilir. Bu bağlamda düşünülecek olursa dikkat bir seçimden ziyade bilgi işlemlenin gerçekleşmesinde aktif rol oynar. Bazı koşullarda dikkatin belirli bir süre boyunca devamlılığının sağlanması söz konusudur. Dikkatin bu yönü *sürdürülen dikkat* (sustained attention) ya da *vijilans* olarak adlandırılır. Yorgunluk, uykusuzluk, sıkılma gibi koşullarda sürdürülen dikkatin yerine getirilmesi oldukça zordur. Dikkatin bir diğer bileşeni ise sayısız uyarıcı arasından hangilerinin seçileceğini hangilerinin ihmal edileceğini, dikkat kaynaklarının nasıl paylaşılacağını ve dikkatin sürdürülmesi gerektiğini belirleyen *yönetici dikkattir* (executive attention) (Styles, 2005). Şu ana kadar bahsedilen dikkat bileşenleri bireyin kontrolü dahilinde gerçekleşir ve bilinçli bir deneyim gerektirir. Fakat beyindeki bilgi işleme süreçleri her zaman bilinçli olarak gerçekleşmez. Çevremizde yaşanan ani bir değişim ya da uyarıcının belirgin bir özelliği dikkati istemsizce ve otomatik olarak çekecektir. Dikkatin bireyin mevcut hedeflerine, beklentilerine, ihtiyaçlarına ve önceki deneyimlerine dayalı istemli bir şekilde gerçekleşmesi *yukarıdan-aşağı* (top-down; knowledge-driven) dikkat; uyarıcının belirgin özelliklerinden kaynaklı refleksif olarak gerçekleşmesi *aşağıdan-yukarı* (bottom-up; stimulus-driven) dikkat olarak isimlendirilir. Her iki durumda dikkatin görsel bir uyarıcıya kaydırılması göz hareketleri ile yakından ilişkilidir. Görsel bilgiler ancak görme keskinliğinin en yüksek olduğu fovea bölgesinde detaylı bir şekilde işlenir. Görüş alanı içerisindeki bir nesnenin görüntüsünü foveaya düşürmek göz hareketleriyle mümkündür. Dikkatin gözleri ve/veya başı hareket ettirerek kaydırılması *açık dikkat* (overt attention) olarak adlandırılır. Fakat dikkat göz hareketlerinden bağımsız bir şekilde görüş alanı içerisindeki bir nesneye ya da bir konuma da kaydırılabilir. Dikkatin bu yönelimine *örtük dikkat* (covert attention) adı verilir.

Bu bölümde tez çalışmasına konu olan görsel uzamsal dikkat açık ve örtük dikkat özelinde ele alınacak olup davranışsal ölçümler ile beyin görüntüleme yöntemlerinin kullanıldığı ve nöropsikolojik vakaların incelendiği çalışmalara yer verilecektir. Fakat öncesinde dikkat çalışmalarının dahil olduğu bilişsel psikoloji kavramından, psikolojide bilişsel yaklaşımın ortaya çıkmasında rol oynayan önemli klasik çalışmalardan ve tarihi gelişmelerden bahsedilecektir.

## 2.1. Bilişsel Psikoloji

Bilişsel psikoloji algı, bellek, dikkat, karar verme, problem çözme ve düşünme gibi zihinsel süreçlerin bilimsel olarak incelendiği psikoloji dalıdır. Bilişsel psikologlar, zihnin işleyiş mekanizmaları ve işlevleriyle ilgilenir. Psikolojide bilişsel yaklaşım yükselişe geçmeden önce ve davranışçılık ekolünün egemen olduğu 1930 ile 1950'li yıllar arasında zihnin bilimsel olarak incelenmesinin imkânsız olduğu düşüncesi hakimdi. Buna rağmen Wilhelm Maximilian Wundth henüz ilk bilimsel psikoloji laboratuvarını kurmadan önce, zihin 1868 yılında deneysel bir çalışma ile incelenmiştir. Bir fizyolog olan Franciscus Donders insanların ne kadar sürede karar verdiğini tespit etmek için tepki süresi (reaction time) deneyini gerçekleştirmiştir. Deneyin ilk kısmında gözlemciler ışık uyarını gördüklerinde bir butona basarak yanıtlarını vermiştir (basit tepki süresi). Aynı gözlemciler deneyin ikinci kısmında solda ya da sağda ortaya çıkan ışığın konumuna göre iki butondan birine basarak yanıtlarını vermiştir (seçim tepki süresi). Her iki görevde de gözlemciler butona basarak davranışsal bir tepkide bulunmuştur. Fakat seçim tepki süresi görevinde ortaya çıkan ışığın konumu dikkate alınarak bir seçim yapılmış ve daha uzun sürede yanıt verilmiştir. İki göreve ait tepki süreleri arasındaki farkın karar vermek için gereken süre olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Donders, zihinde gerçekleşen bu işlemleri (ışığı algılama, ışığın ortaya çıktığı konuma dikkat etme, karar verme gibi) doğrudan ölçemese de davranışsal ölçümler kullanarak bilimsel olarak çalışılabileceğini göstermiştir (Goldstein, 2014).

Psikolojinin kurucusu kabul edilen Wundth ise *analitik içebakış* (analytic introspection) adını verdiği teknik ile bilinci bilimsel olarak incelemeyi amaçlamıştır. Wundth bilinçli deneyimin duyumlar ve duygular olmak üzere iki temel bileşenden oluştuğunu ileri sürmüştür. Duyu organları tarafından işlenen uyarıcıların beyne ulaşması ile duyumlar gerçekleşir. Duyumlar uyarıcının modalitesi (görsel, işitsel, kokusal, tatsal ve dokunsal) ve şiddeti tarafından belirlenir. Duyguları ise duyumların bireylerde oluşturduğu öznel deneyimler olarak tanımlayıp hoşnutluk-hoşnutsuzluk, heyecan-sakinlik, gerginlik-rahatlama boyutlarında ele almıştır (Hergenhann, 2014). Wundth karmaşık zihinsel deneyimleri oluşturan temel öğeleri belirlemek için belirli bir uyarıcı karşısında düşüncelerini, izlenimlerini ve deneyimlerini ayrıntılı ve derinlemesine ifade edebilen katılımcıları çalışmalarında kullanmıştır (Smith ve Kosslyn, 2013). Böylece, tıpkı kimyada periyodik tablonun elementlerin atom ağırlıkları ve benzer kimyasal özellikleri

paylaşması (örn. alkali metaller, halojenler ve soy gazlar) gibi ölçütlerin dikkate alınarak oluşturulması gibi, bilinçli deneyimi oluşturan temel öğeleri içeren bir tablo oluşturmayı amaçlamıştır.

John Watson analitik içebakış yönteminin kişiden kişiye çok farklı sonuçlar vermesi nedeniyle güvenilir bir yöntem olduğunu, zihin ve bilinç gibi konuların nesnel olarak ölçülemeyeceğini savunmuştur. Ona göre psikolojinin çalışma alanı davranışlar olmalıdır. Çünkü yalnızca davranışlar, çevredeki uyarıcılar ve organizmanın bu uyarıcılar ile etkileşime girerek verdikleri tepkiler bağlamında doğrudan gözlemlenebilir. Ivan Pavlov, John Watson, Edward Thorndike, Burrhus Frederic Skinner gibi önemli isimlerin aralarında olduğu davranışçılar bilişsel olayların beyin aktivitelerinin bir sonucu olduğunu (epifenomen) fakat doğrudan gözlemlenemeyen zihinsel süreçler olması nedeniyle psikolojinin içerisinde yer almaması gerektiğini savunmuştur (Hergenhann, 2014). Sonraki yıllarda bilim insanlarının odak noktasını tekrar zihin çalışmalarına kaydıracak önemli gelişmeler yaşanmıştır. Bunların arasında uyarıcı-tepki ilişkisinin bellek, problem çözme ve karar verme gibi daha karmaşık süreçleri açıklamada yetersiz kaldığı düşüncesi, bir davranışçı olan Edward Chace Tollman'ın gizil öğrenme deneyinde uyarıcı ve tepki arasında gerçekleştiğini öne sürdüğü güdülenme, beklenti ve bilişsel harita gibi içsel değişken (internal variables) kavramlarını literatüre kazandırması, Noam Chomsky'nin dil gelişiminin edimsel koşullanma yoluyla açıklanamayacağına yönelik çalışmaları yer almaktadır (Alıcı, 2018; Hergenhann, 2014; Kantowitz vd., 2014).

Bir diğer önemli gelişme ise 1950'li yıllarda bilgi kuramının ve sibernetik kavramlarının psikolojiye uyarlanması olmuştur. Bilişsel psikologlar uyarıcı ile tepki arasında gerçekleşen içsel olayları anlamak ve çalışabilmek için bilgisayar modellemelerinden yararlanmışlardır. Çünkü insan zihninde bilgi işleme süreçleri bilgisayarların bilgiyi işlemesine benzetilmiştir. Bilgisayarlar bilgilerin girilmesini sağlayan girdi (input) birimlerine, bilgilerin kodlama ve depolama gibi birtakım işlem basamaklarından geçtiği işlem birimlerine ve işlenen bilgilerin aktarıldığı çıktı (output) birimlerine sahiptir. Bilgi işleme yaklaşımını benimseyen psikologlar uyarıcı teriminin yerine girdi terimini; tepki teriminin yerine çıktı terimini modellerinde kullanmaya başlamıştır. Bilgisayar bilimleri ve sibernetikten ödünç alınan kodlama,

depolama, geri getirme, paralel/seri işleme gibi terimler uyarıcı girdileri ve tepki çıktıkları arasında gerçekleşen bilgi işleme aşamalarını ifade eder. Bilgisayarların bilgiyi ardışık (serial) ve eş zamanlı (parallel) işlemesi zihinsel çalışmalara uyarlanmış; dikkat süreçleri de dahil olmak üzere zihnin işleyiş mekanizmalarının deneysel yöntemlerle çalışmasını mümkün kılacak dikkat modelleri geliştirilmiştir.

## **2.2. Seçici Dikkat Kuramları**

Gördüğümüz, işittiğimiz ve diğer duyu organları aracılığıyla hissettiklerimiz sadece duyularımıza giren bilgilere değil, aynı zamanda bu bilgilerin hangi yönlerine odaklanmayı seçtiğimizle ilişkilidir. Seçici dikkat çevremizdeki duyu bilgilerin belirli bir kısmına odaklanırken aynı anda dikkat dağıtıcı ve ilgisiz olanları ihmal etme eylemi olarak tanımlanabilir. Seçici dikkat çalışmalarını özellikle İkinci Dünya Savaşı sırasında savaş pilotlarının çok sayıda görsel ve işitsel bilgi kaynaklarına aynı anda dikkat etmelerini gerektiren koşullar ve radar operatörlerinin tek bir hoparlörden birden fazla pilot ile iletişim kurmaya çalışırken yaşadığı sorunlar gerekli kılmıştır.

Erken dönemde yapılan seçici dikkat çalışmalarında genellikle işitsel uyarıcılar kullanılmıştır. Kokteyl partisi olarak adlandırılan fenomen ikili dinleme görevi (dichotic listening) kullanılarak çalışılmıştır. Kokteyl partisi fenomeni kişilerin aynı anda konuştuğu kalabalık bir ortamda, kişinin tek bir konuşmayı takip edebildiği durumu ifade eder. İkili dinleme iki farklı sözel mesajın kulaklık aracılığıyla eşzamanlı dinletildiği ve katılımcılardan yalnızca bir mesaja odaklanmalarının, diğer mesajın ise ihmal edilmesinin istendiği bir yöntemdir. Bir kulaktaki sese tamamen dikkat edilmesini sağlamak için genellikle bu mesajın hızlı ve yüksek sesle tekrarlanması (gölgelendirme) istenir. Katılımcılar dikkat etmedikleri kulağa verilen mesajın içeriğini bildirememiş, yalnızca mesajı veren konuşmacının cinsiyeti (erkeklerde pes ses, kadınlarda tiz ses) gibi sesin fiziksel özelliklerini fark edebilmiştir (Driver, 2001).

Aynı dönemlerde yapılan bir tepki süresi deneyinde iki hedef uyarının peş peşe sunulduğu denemelerde, ikinci uyarana verilen tepki süresinin uyarıların sunumu arasındaki süreye (uyarıcı başlangıç uyumsuzluğu; stimulus onset asynchrony, SOA) bağlı olduğunu göstermektedir. SOA kısa olduğunda, ikinci uyarana verilen tepkiler yavaşlamaktadır; çünkü ikinci hedefin işlenmesi için ilkinin işleme sürecinin tamamlanması gerekmektedir (Welford, 1952; akt. Styles, 2006). Psikolojik tepkisizlik

dönemi (psychological refractory period) adı verilen bu olgu insanlarda bilgi işleme kapasitesinin sınırlı olduğuna ve uyarıcıların ardışık bir şekilde işlendiğine yönelik bir kanıt sunmuştur.

Broadbent (1958) bahsi geçen bulgulara ve kendi çalışmalarına dayanarak seçici dikkatin nasıl işlediğini açıklamak için bir dikkat modeli geliştirmiştir. Broadbent'in filtre modeline göre duyalardan gelen tüm bilgiler genellikle bir saniyeden daha kısa süre depolanır (duyusal bellek) ve bilgilerin tamamı paralel bir şekilde filtreye aktarılır. Filtre dikkat edilecek uyarıcı girdilerini fiziksel özelliklerinden tespit eder ve yalnızca bu uyarıcıları daha ayrıntılı analiz edilecek olan aşamaya ardışık olarak aktarır. İhmal edilen uyarıcıların ise ses aralığı, ses şiddeti ve sesin geldiği konum gibi fiziksel özellikleri hariç tamamı filtre dışında kalır. Yani bilgi akışını sınırlayan filtre, dikkat edilmeyen mesajların anlamsal içerik gibi üst düzey özelliklerinin işlemde geçmesine engel olur (Smith ve Kosslyn, 2013). Broadbent filtre modelini geliştirerek hem zihin süreçlerinin sinir sistemi içinde gerçekleşen bilgi akışıyla açıklanabileceğini göstermiş hem de seçici dikkate yönelik test edilebilir deneyler yapılmasına ön ayak olmuştur. Filtre kuramı, bilgi akışını sınırlayan seçici filtrenin erken aşamada devreye girdiğini öne sürmesi bakımından, erken seçme kuramı olarak değerlendirilir.

Bilgi işleme kapasitesinin sınırlı olmasından dolayı uyarıcı girdilerinin tek bir seferde küçük bir bölümünün işlenebileceğini ve dikkat edilmeyen uyarıcıların bilinç düzeyine ulaşamayacağını öngören filtre düşüncesinin her zaman geçerli olmayabileceği yine işitsel uyarıcıların kullanıldığı çalışmalarla gösterilmiştir. Gölgeleştirmenin yapıldığı ikili dinleme görevinde, katılımcıların dikkatlerini vermediği kulağa kendi isimleri okunmuştur. Filtre modeline göre yalnızca dikkat edilen uyarıcılar filtreden geçerek anlamsal analize tabi tutulduğu için katılımcıların bu mesajı fark etmemeleri gerekir. Fakat denemelerin yaklaşık üçte birinde katılımcılar kendi isimlerini duyduklarını bildirmişlerdir (Moray vd., 1959). Benzer şekilde, Treisman filtre modeliyle uyumlu olmayan sonuçlar elde etmiştir. İki farklı hikâyenin eş zamanlı olarak dinletildiği bir çalışmada katılımcılardan dikkatlerini yalnızca bir hikâyeye vermeleri istenmiştir. Katılımcılar birinci hikâyeyi gölgeleştirdiği sırada birinci hikâyeye aniden ikinci hikâyenin dinletildiği kulağa, ilk başta dikkatlerini verdiği kulağa ise üçüncü hikâyeye dinletilmeye başlanmıştır. Filtre modeline göre hikâyeler yer değiştirdiği sırada katılımcıların üçüncü hikâyeyi gölgeleştirmeye başlaması gerekmektedir. Fakat

hikayeler yer değiştirir değiştirmez, katılımcıların dikkatlerini kaydırarak birinci hikâyeden birkaç kelime tekrarladıkları gözlemlenmiştir. Akıllıca tasarlanmış bir başka çalışmada (Corteen ve Dunn, 1974), klasik koşullama yoluyla belirli kelimeler hafif elektrik şokuyla eşleştirilmiş ve katılımcıların bu kelimelere deri iletim tepkisi<sup>11</sup> (galvanic skin response) geliştirmeleri sağlanmıştır. Koşullamadan sonra dikkat edilmeyen kulağa şokla eşleştirilen kelimeler dinletildiğinde, katılımcılar bu kelimeleri algılamadıklarını belirtmesine rağmen ilginç bir şekilde deri iletim tepkisi gösterdikleri ortaya çıkmıştır. Bu çalışmalar dikkat edilmeyen uyarıcıların bir kısmının paralel bir şekilde analiz edilerek bilinç düzeyine ulaştığını ve seçim aşamasında uyarıcının fiziksel özellikleri kadar olmasa bile semantik özelliklerinin de belirleyici olduğunu göstermektedir (Driver, 2001; Styles, 2006).

Filtre kuramıyla tutarlı olmayan bulgular seçici dikkati açıklamaya yönelik iki farklı kuramın geliştirilmesine zemin hazırlamıştır. Bunlardan biri, ileri düzeyde analiz edilecek uyarıcı girdilerinin seçiminden önce tamamının anlam düzeyine kadar paralel olarak işlendiğini öne süren geç seçme kuramıdır. Deutsch ve Deutsch'a göre (1963) dikkat edilsin ya da edilmesin tüm uyarıcı girdileri ayrıntılı olarak analiz edilmektedir. Dikkat edilmeyen uyarıcılara dair sınırlı farkındalığın sebebi bu uyarıcıların algısal işlem sürecine tabi tutulmaması değil, bellek sisteminde işlenmeden kaybolmasıdır. Ancak kişi için önemli olan ya da o anki bağlama uygun olan uyarıcılar seçilerek kısa süreli bellekte depolanır ve bilinç düzeyine ulaşır (Ward, 2004). Literatürde geç seçme kuramını destekleyebilecek bulgular yer alsa da nörobilim çalışmalarından (örn. Moran ve Desimone, 1985) elde edilen kanıtlarla yanlışlandığı söylenebilir.

Treisman ise filtre modelinde birtakım değişiklikler yaparak zayıflatma (attenuation) kuramını geliştirmiştir. Ona göre dikkat edilen uyarıcı girdileri filtreden eksiksiz bir şekilde geçerken, dikkat edilmeyen uyarıcılar ise tamamen filtrelenmek yerine *zayıflatıcıdan* geçer. Zayıflatıcıya ulaşan uyarıcılar fiziksel özellikler, dil ve anlam gibi özellikler bakımından analiz edilir ve depolanan kelimelerin yer aldığı sözlük birimine aktarılır. Fakat bu özellikler arasında hiyerarşik bir yapı vardır. Uyarıcı girdisine dair fiziksel özellikler bakımından bir ayırım yapılamıyorsa uyarıcının anlamı ve dili belirleyici olur. Sözlük ünitesinde her kelimenin bilinç düzeyinde algılanabilmesi için

---

<sup>11</sup> Avuç içi ve parmağıdaki ter bezlerinin etkinliğine bağlı olarak derinin elektrik geçirgenliğine ya da direncine verdiği tepkidir.

bir saptanma eşiği vardır (Goldstein, 2014). Örneğin, kendi ismimiz gibi kişisel olarak önemli sözcükler ya da deri iletim tepkisi deneyinde elektrik şokuyla eşleştirilen sözcük listesi söz konusu deney koşulunda önem kazandığı için daha düşük eşik değerlerine sahiptir. Dolayısıyla dikkat edilmese dahi eşik değeri düşük bu önemli kelimelerin bilinç seviyesine ulaşabilmesi mümkündür. Diğer taraftan kişi için önem arz etmeyen ya da bağlamına uygun olmayan sözcüklerin eşik değeri yüksektir ve ileri düzeyde analiz edilebilmesi için mesajların zayıflatıcıdan tam gücüyle geçmesi, yani uyarıcıların dikkat edilmesi gerekir.

### **2.3. Seçici Görsel Dikkat Çalışmaları**

Seçici dikkati açıklamaya yönelik geliştirilen ilk dikkat modelleri genellikle işitsel uyarıcıların kullanıldığı çalışmalara dayanmaktadır. Fakat erken dönem dikkat çalışmalarında sık sık kullanılan ikili dinleme ve gölgelendirme yöntemlerine birtakım makul eleştiriler yöneltmiştir. Gerçek hayatta dikkat seçimleri kaynağı farklı duyu modaliteler olan bilgi bombardımanı altında yapılmaktadır. İkili dinleme görevinin gündelik yaşamda karşılaşılan karmaşık durumları yansıtmaması nedeniyle ekolojik geçerliliği oldukça düşüktür. Gölgelendirme yönteminin en büyük dezavantajı ise dikkat edilmeyen kulağa dinletilen mesajın ne olduğunun geriye dönük (retrospektif) bir şekilde sorulmasıdır. Katılımcıların bu mesajları genellikle bildirememesinin nedeni bilgilerin algısal işlem sürecine tabi tutulmamasından ziyade geçen süre zarfında unutulmasıdır. Ayrıca gölgelendirmenin yapılmadığı ikili dinleme görevinde deneyimli katılımcıların iki mesaj kaynağı arasında dikkatlerini kaydırabildikleri gösterilmiştir (Driver, 2001). İşitsel dikkat çalışmalarındaki sınırlılıkların yanı sıra, görsel dikkatin metodolojik olarak çalışılmasında sağladığı avantajlar nedeniyle araştırmacılar görsel uyarıcıların kullanıldığı çalışmalara yönelmiştir. Bu sayede seçici dikkatin erken evrede mi yoksa geç evrede mi gerçekleştiğinin net bir cevabının olmadığı ve daha önceleri hesaba katılmamış bilişsel kaynaklar ve algısal yükün de önemli değişkenler olduğu gösterilmiştir. Bilişsel kaynaklar, bir görevi yerine getirirken kullanılan bilişsel kapasitenin sınırları olduğuna vurgu yapar. Algısal yük ise görevin zorluğunu ifade eder. Kolay, yeteri kadar çalışılmış ve otomatikleşmiş görevlerin algısal yükü düşüktür ve bu görevleri yerine getirirken bilişsel kaynakların yalnızca bir kısmı kullanılır. Buna karşılık zor ve aşına olunmayan görevler yüksek algısal yüke sahiptir ve bilişsel

kaynakların daha fazla kullanımını gerektirir. Dolayısıyla hedef uyarıcıyı ihmal edilmesi istenen çeldiriciler arasından tespit ederken, yani seçici dikkatin erken evrede mi yoksa geç evrede mi gerçekleştiğini görevin algısal yükü belirleyecektir. Algısal yükü düşük bir görevde bilişsel kaynakların tamamı kullanılmayacağı için çeldirici uyarılar da bilgi işlemeye tabi olacaktır (Goldstein, 2014).

Algısal yükü ilgili çalışmalarda genellikle görsel arama görevi kullanılmıştır. Örneğin Lavie'nin bir çalışmasında (2005) katılımcılardan çember şeklinde dizili altı harf arasında iki hedef harften (X ve N) hangisinin sunulduğunu tespit etmeleri ve çemberin sağında ya da solunda yer alan çeldirici uyarıcıyı görmezden gelmeleri istenmiştir. Algısal yükü düşük görevde çemberde bir X harfi ve beş O harfi bulunurken, algısal yükü yüksek görevde biri X harfi olmak üzere her biri farklı toplam altı harf bulunmaktadır. Bazı denemelerde hedef uyarıcı olan N harfinin çeldirici olduğu denemelerde eğer görevin algısal yükü düşük ise katılımcıların X harfine verdiği tepki daha uzun sürmüştür. Fakat aynı koşulda, algısal yükü yüksek görevde katılımcıların performansı değişmemiştir yani çeldiricinin tepki süresine bir etkisi gözlemlenmemiştir. Lavie'nin algısal yükü kuramına göre, algısal yükü düşük olduğunda görevle ilişkili ya da ilişkisiz tüm uyarılar bilişsel kaynakların tamamı kullanılana kadar işlemeye devam eder. Çeldirici uyarı bilgi işleme sürecine dahil olduğu için seçici dikkat geç evrede gerçekleşir. Fakat algısal yükü yüksek olduğunda sadece görevle ilişkili uyarılar bilişsel kaynakların tamamını kullanmayı gerektirir. Çeldirici uyarı işlemde geçmeyeceği için seçici dikkat erken evrede gerçekleşmiş olur.

Eriksen ve Eriksen (1974) tarafından geliştirilen Flanker uyumluluk görevinde katılımcılardan yan yana sıralanmış beş harfin merkezde olanına tepki vermeleri, diğer harfleri ihmal etmeleri istenir. Hedef uyarı H ya da K harfi olduğunda bir tuşa, S harfi olduğunda başka bir tuşa basarak olabildiğince hızlı bir şekilde yanıt verilmesi istenir. Merkezdeki harfin ve yanındaki harflerin aynı tepkiyi gerektirdiği uyumlu denemelerde (KKHKK) verilen tepki süresi farklı tepkinin gerektirdiği uyumsuz denemelere (SSHSS) göre daha hızlıdır. Algısal yükü düşük olan bu görevde ihmal edilmesi istenen çeldiriciler de işlemde geçmiş ve çeldiricinin merkezdeki harften farklı tepki gerektirdiği durumda tepki süresi yavaşlamıştır (Styles, 2006).



Sperling (1960) tam bildirim adını verdiği yöntemi kullanarak görsel duyuşal bellek (iconic memory) kapasitesini incelemiştir. Her satırda dört harf, her sütunda üç harfin yer aldığı toplam 12 harf uyarını 50 ms kadar kısa bir süre gösterilmiştir. Tam bildirim yönteminde katılımcılar genellikle dört ya da beş harf bildirebilmiştir. Sperling aslında görsel duyuşal bellek kapasitesinin daha fazla olduğunu, ancak katılımcılar harfleri bildirirken harflere dair bellek izlerinin hızlı bir şekilde silinmiş olabileceğini düşünerek yeni bir deney tasarlamıştır. Kısmi bildirim yönteminde, harf sunumu tamamlandığında belirli satırdaki harflerin bildirilmesini işaret eden ses tonları ipucu olarak kullanmıştır. İşitsel ipuçlarını kullanarak dikkatlerini yönlendiren katılımcılar harflerin neredeyse tamamını doğru bir şekilde bildirmiştir. Bu bulgular katılımcıların başlangıçta tüm harfleri algıladığına fakat ikonik bellekte temsil edilen bilgiler bir saniyeden daha kısa sürede sönme (decay) ile kaybolduğu için harfleri bildiremediklerine işaret etmektedir.

Sperling'in çalışması bellek literatüründe önemli bir yere sahip olmakla birlikte, gözleri hareket ettirmeden görsel dikkatin bir konuma yöneltilmesinin o konumdaki bilgilerin daha etkili işlenebileceğini göstermesi bakımından önemlidir. Çünkü 50 ms sakkadik göz hareketlerinin gerçekleşmesi için gereken süreden azdır (Purves vd., 2018). Sonraki yıllarda dikkatin odağını yönlendirmek için hedef uyarıcının bulunduğu konumu önceden işaret eden görsel ipuçları kullanılmıştır.

#### **2.4. Örtük Dikkat ve Uzamsal İpucu Görevi**

Seçici görsel dikkat genellikle gözlerin hareket ettirilerek hedef uyarana kaydırılmasıyla gerçekleşir. Fakat gözleri sabit tutarak dikkati görüş alanındaki bir konuma ya da nesneye kaydırmak da mümkündür. Sakkadik göz hareketlerinden bağımsız olarak gerçekleşen dikkat yönelimine örtük dikkat adı verilir.

Dikkatin belirli bir konuma yöneltilmesinin, o konumda ortaya çıkan uyarıcıya verilen tepkinin hızını etkileyip etkilemeyeceğini tespit etmek için uzamsal ipucu görevi geliştirilmiştir (Posner vd., 1978; Posner 1980; Posner vd., 1980). Bu görevde, katılımcılardan görev süresi boyunca gözlerini ekranın merkezinde yer alan sabitleme noktasında sabitlemeleri istenmiştir. Bu işlem, dikkat yöneliminin göz hareketlerinden bağımsız bir şekilde gerçekleşmesine olanak tanımıştır. İpucu paradigmasında, hedef uyarının sunumundan hemen önce dikkati yönlendirmek üzere iki çeşit ipucu kullanılmıştır: Merkezi (central) ipucu, sabitleme noktasının bulunduğu konumda yer

alan ve hedef uyarının ortaya çıkacağı yeri işaret eden bir ok işaretidir. İpucu bulunduğu konum itibariyle katılımcının foveasına düşmektedir. Ayrıca bir sembol olan ok işaretinin yorumlanması gerektiği için, dikkat yöneliminde yukarıdan aşağı bilgi işleme süreçleri belirleyici olmuştur. Bu dikkat tipi, Posner tarafından iç kaynaklı dikkat (endogenous attention) olarak adlandırılmıştır. Çevresel (peripheral) ipucu ise katılımcının periferik görüşü içerisinde, sabitleme noktasının sağında ya da solunda ortaya çıkan bir ışık uyarandır. Aniden ortaya çıkan bu ipucu, katılımcının dikkatini otomatik olarak yakalamaktadır. Bu dikkat tipi aşağıdan yukarı işleme süreçlerini temel alan dış kaynaklı dikkattir (exogenous attention).

Hem merkezi hem de çevresel ipuçları üç farklı şekilde sunulmuştur: Geçerli ipuçları dikkati hedef uyarının ortaya çıkacağı konuma yönettiren, geçersiz ipuçları hedefin ortaya çıkacağı yerden farklı bir konuma yönlendiren; nötr ipuçları ise yaklaşan uyarının konumu hakkında hiçbir uzamsal bilgi vermemektedir. Araştırmacıların beklediği üzere, ipuçları geçerli olduğunda, katılımcıların hedef uyarı saptamaları nötr ipuçlarıyla karşılaştırıldığında daha hızlı gerçekleşmiştir. İpuçları geçersiz olduğunda ise katılımcıların tepki verme süreleri yavaşlamıştır. Araştırma sonuçları dikkatin yönlendiği konumda görsel bilgilerin işlenmesinin daha verimli olduğunu göstermektedir. Bu gerekçeyle görsel dikkat spot ışığına benzetilmiştir (Posner vd., 1980). Yalnızca dikkat *ışınının* altında kalan nesne ya da olaylar tüm ayrıntılarıyla işlenebilmektedir.

Posner ayrıca geçerli ipuçlarının sunulduğu denemelerin tüm denemelere olan oranını değiştirmiştir (Posner vd., 1980). Örneğin, geçerli ipuçlarının oranının %20 olması, tüm denemelerin %80'inde hedef uyarının, ipucunun gösterdiği konumun zıt yönünde ortaya çıkacağını göstermektedir. Merkezi ipucu koşulunda, katılımcılar ipuçlarının büyük oranda dikkatlerini yanlış konuma yönlendireceği çıkarımında bulunarak, ipuçlarını göz ardı edebilmiş ve dikkatlerini diğer konuma yönlendirebilmiştir. Fakat çevresel ipucu koşulunda, ipuçlarının büyük oranda yanıltıcı olduğunu bilmelerine rağmen benzer stratejiyi geliştirememiştir. Bu sonuçlar iki ipucunun önemli işlevsel farklılıkları olduğunu ve birbirinden bağımsız dikkat sistemini harekete geçirdiğini göstermektedir. Merkezi ipuçlarının neden olduğu dikkat yönelimi (iç kaynaklı dikkat) gözlemcinin kontrolündeyken; çevresel ipuçlarının neden olduğu dikkat yönelimi (dış kaynaklı dikkat) bilinçli değil, refleksif olarak gerçekleşir.

İpuçlarının farklı dikkat sistemlerini aktive ettiğini gösteren kanıtlar bu çalışmalarla sınırlı değildir. İpucu ile hedef uyarının sunumu arasındaki süre manipüle edilerek dikkatin yöneltildiği konumdaki görsel bilgilerin işlenmesinin hangi koşullarda daha etkili olduğu ortaya konmuştur (Findlay ve Gilchrist, 2003). Çevresel ipuçları için ipucu-hedef zaman aralığının 100-300 ms aralığında olması tepki süresini hızlandırırken, bu etki 150 ms olduğunda daha belirgindir. Merkezi ipucu koşulunda ise maksimum etki ipucu-hedef zaman aralığı 300 ms olduğunda gözlenmiştir. Bununla birlikte ipucu-hedef zaman aralığı 400-800 ms aralığında olursa ipucunun işaret ettiği hedef uyarana verilen tepkilerin hızı yavaşlamaktadır. Bu dikkat fenomenine *geri dönüşün ketlenmesi* (inhibition of return) adı verilir. Geri dönüşün ketlenmesi, hedef uyarana kısa bir süre içerisinde işaret edilen konumda ortaya çıkmadığında, dikkatin daha önce yöneltildiği konuma dönmesini engelleyen bir süreci yansıtmaktadır (Purves vd., 2018).

Sağlıklı ve beyin hasarı olan katılımcılarla yapılan ve beyin görüntüleme tekniklerinin kullanıldığı bir dizi çalışmanın sonucunda, Posner ve Petersen (1990) bir dikkat modeli önermiştir. Bu modele göre dikkat posterior ve anterior olmak üzere iki ayrı işlevsel sistemden oluşmaktadır. Dikkatin yöneltmesinden sorumlu olan posterior dikkat sistemi parietal lob, superior kolikulus ve talamusta bulunan pulvinar nükleusu içermektedir. Parietal korteks dikkatin önceki bulunduğu konumdan çekilmesinde (disengagement); superior kolikulus dikkatin hedefe kaydırılmasında (shifting), pulvinar ise dikkatin hedefte tutulmasında (engagement) rol oynar. Bu dikkat modeli, geçerli ipuçlarının kullanıldığı denemelerde katılımcıların neden daha hızlı tepki verdiğini açıklamaktadır. Çünkü geçerli ipuçları sayesinde dikkatin yeniden yönlendirilmesine gerek duyulmamaktadır (Posner ve Niell, 2019). Fakat ipuçları geçersiz olduğunda, yanlış tarafa yönlendirilen dikkatin öncelikle bulunduğu konumdan çekilmesi ve hedefe kaydırılması gerekir. Fazladan gerçekleşen bu dikkat işlemleri zaman alır ve daha yavaş tepki verilmesine neden olur. Posterior sistemi oluşturan beyin üç bölgesinin herhangi birinde hasar olması durumunda örtük dikkat becerileri bozulur (Findlay ve Gilchrist, 2003).

Posterior sistemin işlevlerine dair kanıtların bir kısmı kontralateral ihmal sendromu (contralateral neglect syndrome) olan hastalarla yapılan çalışmalara dayanmaktadır. Özellikle sağ inferior parietal lobta lezyon olması durumunda, hastalar dikkatlerini

görüş alanlarının ya da nesnelere sol tarafına yöneltilmede başarısız olurlar (Purves, 2018). İhmal sendromu olan hastalar uzamsal ipucu görevinde ise dikkatlerini kontralateral tarafa yöneltilmekte zorluk yaşamışlardır. İpuçları geçerli olduğunda, sağlıklı katılımcılarla benzer performansı göstermişlerdir. Fakat dikkati görüş alanının sağ tarafına yönelten geçersiz ipuçları kullanıldığında ve hedef uyaran ihmal edilen sol tarafa sunulduğunda hastalar belirgin bir şekilde daha düşük performans göstermiştir (Posner vd., 1984). Bu bulgular, dikkatin kaydırılması ve dikkatin hedefte tutulması becerilerinin ihmal sendromu hastalarında sağlam olduğunu, fakat parietal korteksteki lezyon nedeniyle dikkatin bulunduğu konumdan çekilme becerisinin sekteye uğradığını göstermektedir.

Anterior sistem ise anterior singulat korteks, dorsolateral prefrontal korteks, orbitofrontal korteks, basal ganglia ve talamus yapılarını içermektedir. Anterior dikkat sistemi, görüş alanındaki uyarıcıların belirli bir düzen içinde taranması, tepkilerin kontrolü ve dikkat kaynaklarının paylaşılması gibi işlevlerden sorumludur (Bush vd., 2000; Karakaş, 2008).

## **2.5. Açık Dikkat ve Görsel Arama Görevi**

İlgilendiğimiz şeye odaklanmak için genellikle gözlerimizi uzayda bir konuma ya da nesnelere doğru hareket ettiririz. Gözlerin ve/veya başın hareket ettirilerek dikkatin bir konuma ya da nesneye kaydırılma süreci açık dikkat (overt attention) olarak tanımlanır. Göz hareketlerini içeren bu dikkat yönelimi, görme alanının taranması ve hedef uyarının imgesinin foveaya düşürülmesiyle gerçekleşir. Bu bağlamda göz hareketleri oldukça önemlidir, çünkü görme keskinliğinin en yüksek olduğu kısım fovea ile sınırlıdır. Fovea, koni hücrelerinin en yoğun miktarda bulunduğu ve retinanın merkezinde yer alan 1.2 mm çapında bir bölgedir. Görüş alanı içerisinde bulunan bir nesneyi foveaya düşürmenin en temel yolu beş temel göz hareketinden biri olan sakkadik göz hareketleri (sakkad) ile mümkün olmaktadır. Sakkadlar, sabitleme (fixation) yönünü aniden değiştiren hızlı ve sekmeli göz hareketleridir. Bir görüntüye bakıldığında, saniyede yaklaşık olarak üç sakkad gerçekleşir. Her bir sakkadın tamamlandığı sırada gözler görel olarak sabittir ve görsel bilgiler fotoreseptörler tarafından detaylı bir şekilde kodlanmaktadır (Purves vd., 2018).

Gözleri hareket ettirerek dikkatin kaydırılmasında, diğer bilişsel sistemlerde olduğu gibi, iki temel etken belirleyicidir: uyarıcının fiziksel özelliklerine dayanan aşağıdan-yukarı dikkat süreçleri (bottom-up attention) ile gözlemcinin deneyim, bilgi ve amaçlarına dayalı yukarıdan-aşağı süreçler (top-down attention). Bir uyarıcının renk, şekil, yönelim ve hareket gibi ayırt edici fiziksel özellikleri dikkati yakalamaktadır. Uyarıcı belirginliğinin rol oynadığı bu durumda, dikkat otomatik bir şekilde yöneltilir. Diğer taraftan, dikkatin istemli bir şekilde yöneltildiği yukarıdan-aşağı işleme sürecinde, gözlemcinin deneyimleri, beklentileri, ilgi ve amaçları ile yapılan görevin gereksinimleri belirleyicidir.

Açık dikkatin değerlendirilmesi için kullanılabilecek testlerden birisi görsel arama görevidir (visual search task) (Treisman & Gelade, 1980). Görsel arama, dikkat dağıtan uyaranlar arasından hedef uyarıyı tespit etmek için görsel alanın taranmasıdır. Bu görev, çeldirici uyaranların sayısı veya hedef uyarı ile çeldiriciler arasındaki benzerlik seviyesi manipüle edilerek uygulanır. Görsel arama, özellik arama (feature search) ve bağlantı arama (conjunction search) olmak üzere iki temel şekilde sınıflandırılmıştır (Styles, 2006). Bir dizi mavi *O* arasından kırmızı *X* harfini tespit etme özellik aramaya örnektir. Hedef uyarı renk, büyüklük, şekil ya da yönelim gibi ayırt edici bir özelliğinin olması nedeniyle çeldiriciler arasından kolaylıkla ayırt edilebilir. Bunun yanı sıra, çeldirici sayısını artırmak hedefin tespit edilmesi için gereken süreyi çok az etkilemektedir. Göze çarpma etkisinin (pop-out effect) gözlemlendiği bu arama türünde, görsel bilgiler paralel ve otomatik olarak işlenir. Bağlantı aramada ise, hedef uyarı çeldirici uyaranlarla birden fazla ayırt edici ortak özelliğe sahiptir. Mavi *X* ve kırmızı *O* harfleri arasından kırmızı *X* harfini tespit etmek bağlantı arama görevine örnek olarak verilebilir. Bu görevde çeldirici sayısı arttığında arama süresi doğrusal olarak artmıştır. Dolayısıyla, renk ve şekil gibi ortak özelliklerin birleşiminden dolayı, uyarıcıların bulunduğu ekranın ardışık bir şekilde tarandığı sonucuna ulaşılmıştır. Bir başka deyişle, dikkat yönelimini gerektiren bu görevde hedef uyarıyı tespit etmek için uyarıcılar sırayla işlenmiştir (Kreutzer vd., 2017).

Görsel arama çalışmalarından elde edilen bulgular doğrultusunda, Treisman ve Gelade (1980) psikolojinin en zorlu sorularından biri olan bağlama problemini (binding problem) açıklamaya yönelik iki aşamalı Özellik Bütünleştirme Kuramını (Feature

Integration Theory) önermiştir. Nesnelerin renk, hareket, şekil ve yönelim gibi duyuşal özellikleri serebral korteksin farklı bölgelerinde işlemlenir. Bağlama problemi, paralel bir şekilde işlemlenen bu özelliklerin tek bir nesne olarak nasıl algılandığı sorusuna vurgu yapmaktadır (Herzog, 2009). Özellik Bütünleştirme Kuramına göre dikkat öncesi evrede (pre-attentive stage) nesnenin temel özellikleri beynin farklı bölgelerinde dikkat gerektirmeden otomatik ve paralel bir şekilde işlenir. Renk ve yönelim gibi her bir özellik, uzamsal olarak kodlanan *özellik haritalarında* temsil edilir. Bu noktada uyarıcılara dair özelliklerin farklı şekillerde birleştirildiği öne sürülmüştür (Styles, 2006). Bunların ilkinde bilgi, deneyim ve beklentilere bağlı olarak yukarıdan-aşağı bellek süreçleri rol oynamaktadır. Nesnelerin özellikleri ve uzamsal olarak nasıl konumlandırıldıklarına dair aşinalığımız, ayrı ayrı işlemlenen özelliklerin doğru bir şekilde birleştirilmesinde rol oynar. Güneşli ve açık bir havada ince taneli sarımsı kumların üzerine serili ve ufuk çizgisine kadar görünen bir deniz, suların üzerinde açık mavi tonlarındaki gökyüzü kumsal manzarasının tipik bir örneğidir. Bu görüntünün bileşenlerine dair her bir özellik paralel olarak işlemlendiğinde, özellikler bellekte depolanmış kumsal temsiline uygun olacak şekilde birleştirilir. Böylelikle kumlar mavi, gökyüzü ve deniz ise sarımsı tonlarında algılanmayacaktır.

Özelliklerin birleştirilmesinin diğere yolu dikkat süreçlerini (focused attention stage) gerektirir. Görüş alanında uyarıcının bulunduğu konuma görsel dikkat yöneltildiğinde özellik haritalarında temsil edilen her bir özellik ardışık olarak işlenir ve tek bir nesne oluşturmak için birleştirilir. Özellik Bütünleştirme Kuramı, dikkatin görüş alanındaki hedef uyarana yöneltmediği zaman birleştirme yanılsamasının (illusory conjunction) gerçekleşeceğini öngörmektedir. Örneğin, Treisman ve Schmidt'in (1982) bölünmüş dikkat çalışmasında ekranın sağında ve solunda siyah rakamların olduğu, ekranın ortasında farklı renk ve farklı şekillerde dört figür 200 ms gösterilmiştir. Katılımcılardan rakamları okuduktan sonra ipucunun yönelttiği dört figürden birini tanımlamaları istenmiştir. Odaklanmış dikkatin gerçekleşebilmesi için yeteri kadar sürenin olmadığı bu görevde katılımcılar figürleri tanımlamada sıklıkla hata yapmış, renk ve şekilleri yanlış bir şekilde birleştirmiştir. Fakat ipuçları sunumdan önce gösterilip dikkati hedef uyarana yönelttiğinde, figür tanımlama görevinde hata oranı kayda değer oranda azalmıştır (Burwick, 2014).

Özellik Bütünleştirme Kuramını destekleyen diğer kanıtlar ise nöropsikoloji çalışmalarından elde edilmiştir. Parietal ve oksipital kortekste bilateral hasarla karakterize Balint sendromuna sahip bir vaka, farklı renklerde iki farklı harfin yer aldığı ekrana 10 saniye kadar uzun bir süre baktığında bile denemelerin yaklaşık dörtte birinde özellikleri yanlış bir şekilde birleştirmiştir. Aynı vakanın özellik arama görevinde düşük performans göstermeden bağlantı arama görevinde sık sık hata yapması ve arama süresinin oldukça yavaşlaması, nesnelerin uyumlu bir şekilde algılanmasında uzamsal dikkatin önemini göstermektedir (Styles, 2005).

## BÖLÜM 3

### ARAŞTIRMANIN KAPSAM VE İÇERİĞİ

Dikkatin örtük olarak yöneltilmesi hem kortekste hem de subkortikal alanlarda çok geniş alana yayılan nöral aktivasyonun bir sonucudur. Örtük dikkatin gerçekleştiği sırada aktive olan beyin bölgeleri, açık dikkatten sorumlu olan beyin bölgeleriyle önemli ölçüde örtüşmektedir (Corbetta vd., 1998; Nobre vd., 2000; Beauchamp vd., 2001). Literatürde KF alımının olumlu fizyolojik etkilerinin NO sentezi aracılığıyla gerçekleştiğine dair genel bir fikir birliği mevcuttur (Nehlig vd., 2013; Sokolov vd., 2013). Flavanol alımıyla birlikte damar düz kası hücreleri içinde gerçekleşen bir dizi biyokimyasal sürecin sonunda düz kaslar gevşemekte, kan damarları genişlemekte ve serebral kan akımı artmaktadır (Fisher vd., 2003; Fisher ve Hollenberg, 2006; Francis vd., 2006; Sokolov vd. 2013). Beynin işlevlerini optimum düzeyde yerine getirebilmesi için nöronlara sürekli oksijen ve glikoz takviyesinin yapıldığı serebral kan akımının belirli bir seviyede olması gerekir. Nöral aktivitenin daha yoğun olduğu durumlarda (örn. bilişsel bir görevin yerine getirildiği esnada) nöronlar daha fazla oksijen ve besin maddesine ihtiyaç duymakta ve bu gereksinim artış gösteren kan akımıyla sağlanmaktadır (Csipo vd., 2021). Serebral kan akımı ve nöral aktivasyon arasındaki anatomik ve işlevsel ilişki nörovasküler eşleşme (neurovascular coupling) olarak tanımlanır. KF'nin beynin dikkatten sorumlu bölgelerinde kan akımını ve perfüzyonu artırması bulgularına (Francis vd., 2006; Lampton vd., 2015) dayanarak nörovasküler eşleşme mekanizması aracılığıyla KF alımının açık ve örtük dikkat üzerinde olumlu akut etkileri olması beklenmektedir. Başka bir deyişle, KF alımının açık ve örtük dikkatten sorumlu beyin bölgelerindeki nöronların işlevselliğini artırmasına bağlı olarak uygulanacak olan dikkat görevlerinde katılımcıların daha iyi performans göstermeleri öngörülmüştür.

Bununla birlikte akut doz flavanol alımının bilişsel performansa olan etkileri, fizyolojik işlevleri kadar kesin değildir. Bilişsel işlevlerin incelendiği çalışmalarda kullanılan farklı araştırma desenleri, deneysel ürünlerin içerdiği flavanol miktarı, karıştırıcı değişkenlerin kontrol edilmesi, çalışmada yer alan örneklem profili ve uygulanan



bilişsel görevlerin flavanol alımı sonrası gerçekleşen fizyolojik değişimlere olan hassasiyeti gibi faktörler elde edilen farklı bulguları kısmen açıklamaktadır.

Bu çalışmada KF alımının bilişsel işlevler üzerindeki etkilerinin incelendiği seçkisiz kontrollü çalışmalarda bahsedilen eksiklikler ve yöntemsel kısıtlılıklar da dikkate alınmıştır. Örneğin iki çalışmanın (Field vd., 2011; Grassi vd., 2016) deney ve kontrol koşullarındaki kakao ürünlerinde bulunan kafein ve teobromin miktarlarının aynı olmaması, gözlemlenen olumlu etkilerin yalnızca flavanollerden değil bu üç maddenin birleşik etkisinden kaynaklandığını düşündürmektedir. Benzer şekilde Field ve diğerlerinin (2011) çalışmasında bitter ve beyaz çikolatanın ayırt edilebilmesi nedeniyle plasebo etkisinin sonuçları etkilemiş olabileceği göz önünde bulundurulmalıdır. Dolayısıyla, mevcut çalışmada bireysel farklılıkların ve karıştırıcı değişkenlerin kontrol altına alındığı, katılımcılara optimum flavanol miktarının verildiği, etkilerin daha net gözlemlenebilmesi için flavanol alımı ile bilişsel görevlerin uygulanması arasındaki sürenin bilimsel temellere dayandırılarak belirlendiği bir araştırma yürütülmüştür. KF alımı sonrası olumlu etkilerin gözlemlendiği çalışmalarda uygulanan bilişsel görevlerin kullanımı örtük dikkat becerilerinin değerlendirilmesi için uygun değildir. Dolayısıyla, mevcut çalışmada dikkat yöneliminin göz hareketlerinden bağımsız bir şekilde gerçekleşmesine olanak tanıyacak şekilde tasarlanmış olan Uzamsal İpucu Görevinin (Posner, 1980) kullanılması uygun bulunmuştur. Görsel Arama Görevinde ise birtakım değişiklikler yapılarak açık dikkat işlevlerini değerlendirmek için kullanılmıştır. Bu gerekçelerin tümü *Yöntem* bölümünde ayrıntılı olarak ele alınmıştır.

Ammar ve diğerleri (2020) kakaonun da dahil olduğu polifenol takviyesinin etkilerinin incelendiği seçkisiz kontrollü 16 çalışmanın metodolojik kalitesini, Fizyoterapi Kanıt Veritabanı Ölçeğinde (Physiotherapy Evidence Database; PEDro) belirtilen 11 kriteri dikkate alarak değerlendirmiştir (Tablo 2):

1. Uygunluk kriterlerinin (eligibility criteria) belirtilmesi.
2. Katılımcıların paralel desen çalışmalarda deney ve kontrol gruplarına, çapraz desen çalışmalarda ise deneysel koşul sırasına seçkisiz olarak atanması.
3. Randomizasyon bilgisinin gizlenmesi (allocation concealment).
4. Grupların temel düzeyde benzer özelliklere sahip olması.
5. Katılımcıların kendilerine hangi deneysel koşulun uygulandığını bilmemesi.

**Tablo 2.** Fizyoterapi Kanıt Veritabanı (PEDro) Kriterlerine Göre Polifenol Takviyesi Yapılan Çalışmaların Metodolojik Kalitesi

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	TP
<b>I</b>	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	9
<b>II</b>	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	9
<b>III</b>	+	+	-	+	+	-	-	+	+	+	+	7
<b>IV</b>	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	9
<b>V</b>	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	9
<b>VI</b>	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	9
<b>VII</b>	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	9
<b>VIII</b>	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	9
<b>IX</b>	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	9
<b>X</b>	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	9
<b>XI</b>	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	9
<b>XII</b>	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	9
<b>XIII</b>	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	9
<b>XIV</b>	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	9
<b>XV</b>	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	9
<b>XVI</b>	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	9

I: File vd. (2001), II: Francis vd. (2006); III: Spaak vd. (2008); IV: Kennedy vd. (2010); V: Wightman vd. (2012); VI: Wightman vd. (2014); VII: Massee vd. (2015); VIII: Wightman vd. (2015); IX: Alharbi vd. (2016); X: Decroix vd. (2016); XI: Lamport vd. (2016); XII: Dietz vd. (2017); XIII: Haskell-Ramsey vd. (2017); XIV: Sadowska-Krepa vd. (2017); XV: Karabay vd. (2018); XVI: Sadowska-Krepa vd. (2019); TP: Toplam Puan.

6. Araştırmacıların katılımcılara hangi deneysel koşulu uyguladığını bilmemesi.
7. Verileri analiz edecek araştırmacıların katılımcılara hangi deneysel koşulun uygulandığını bilmemesi.
8. Başlangıçta gruplara atanan katılımcıların %85'inden fazlasının en az bir sonuca ilişkin ölçümlerinin alınması.
9. Sonuç ölçümlerinin mevcut olduğu tüm katılımcıların tahsis edildiği şekilde kontrol ya da deneysel koşullara maruz kalması ya da en az bir sonuç ölçümünün mevcut olması durumunda bu ölçüm için tedavi amacına yönelik analizlerin (intention to treat analyses) yapılması.
10. En az bir ölçümde gruplar-arası istatistiksel karşılaştırmanın rapor edilmesi.
11. Hem standart sapma ve güven aralığı gibi dağılım ölçümlerinin (measures of variability) hem de nokta değerlerinin (point measures) sunulması.

PEDro Ölçeği dış geğerliliği (1. kriter), i geğerliliği (2 ila 9. kriterler) ve istatistiksel raporlamayı (10 ve 11. kriter) içeren maddelerden oluşur (Cashin ve McAuley, 2020). Beşinci, 6. ve 7. kriter çalışmanın tek körlemesine (single-blind), çift körlemesine (double-blind) ya da l körlemesine (triple-blind) olduğunu belirtmektedir. Birinci kriterin sağlanması PEDro Ölçeğinde alınan toplam puana yansımamaktadır. Söz konusu kriterler dikkate alındığında yayımlanan çalışmalar 10 üzerinden 7 ile 9 arasında puan almıştır (Tablo 2). Bu alışma doktora tezi kapsamında yapıldığı için verileri analiz edecek başka bir araştırmacının çalışmaya dahil edilmesi mümkün olmamıştır. Bu yüzden mevcut çalışma yedinci madde dışındaki kriterleri sağlayacak şekilde yürütülmüştür.

Bilgimiz dahilinde KF alımının örtük dikkat üzerindeki etkilerini inceleyen herhangi bir deneysel çalışma yapılmamıştır. Karabay ve diğerleri (2018) KF alımı sonrası uzamsal dikkat görevindeki performans artışını zamansal dikkat görevinde gözlemlememiş ve bu farklılığın göz hareketlerinden kaynaklanmış olabileceğini belirtmiştir. Benzer şekilde iki çalışmada (Field vd., 2011; Rabin vd., 2018) KF alımının görsel kontrast duyarlılığında artışa neden olduğu gösterilmiştir. Field ve diğerleri (2011) kontrast duyarlılığındaki artışın, KF'nin neden olduğu bilişsel görev performansı üzerindeki genel etkisinden, retinal kan akımındaki değerimden ya da her iki mekanizmanın birleşik etkisinden kaynaklandığını ileri sürmüştür. Eğer KF alımı yalnızca sakkadik göz hareketlerini ve retinal kan akımını etkiliyorsa, hedef uyarını tespit etmek için

sakkadik göz hareketlerini gerektiren görsel arama görevinde katılımcıların daha hızlı tepki vermeleri; örtük dikkat görevinde performanslarının değişmemesi beklenir. Böyle bir durumda, KF alımının bilişsel işlevlerden ziyade göz hareketleri üzerinde etkileri olduğu görüşü desteklenmiş olacaktır. Fakat açık ve örtük dikkatin benzer nöral mekanizmaya sahip olması nedeniyle, KF alımının yalnızca açık dikkat değil aynı zamanda örtük dikkat işlevlerinin değerlendirildiği bilişsel görevde benzer etkilere neden olması beklenmektedir. Bu bağlamda mevcut çalışma hem bilişin işleyişinde nörovasküler eşleşme mekanizmasının rolünü hem de uzamsal dikkat ile göz hareketlerinin aynı nöral ağı paylaştığını öne süren premotor dikkat kuramını (Rizzolatti vd., 1987; akt. de Haan vd., 2008) KF özelinde davranışsal ölçümlerle test edecektir.

Dikkatin bir konumdan başka bir konuma hızlı ve verimli bir şekilde kaydırılması o konumdaki görsel uyarıcıların işlenip algılanması ve buna bağlı olarak gözlemcinin uygun bir eylemde bulunması için önemlidir. Dikkat yönelimi bireyin istekleri, amaçları ya da beklentileri dahilinde gerçekleşebildiği gibi (Görsel Arama Görevinde Bağlantı Arama ve Uzamsal İpucu Görevinde Merkezi İpucu) bir uyarının özelliklerinden dolayı istemsiz ve otomatik (Görsel Arama Görevinde Özellik Arama ve Uzamsal İpucu Görevinde Çevresel İpucu) olarak da gerçekleşir. Her iki koşulda da dikkat açık ve örtük olarak kaydırılabilir ve bunun gündelik yaşamda oldukça önemli olduğu durumlar söz konusudur. Pilotluk ve iş makinesi operatörlüğü gibi çok daha fazla dikkat gerektiren ve risk içeren mesleklerde ya da trafikte sürücüler için söz konusu dikkat becerileri daha da önem kazanmaktadır. Ayrıca görsel uzamsal dikkat becerileri zihinsel yorgunluk (Scholey vd., 2010), fiziksel yorgunluk (Tsukamoto vd., 2018) ve uykusuzluk (Grassi vd., 2016) gibi pek çok faktör tarafından bozulabilmektedir. Bu bilgiler ışığında, mevcut çalışmada sağlıklı genç katılımcılara zihinsel açıdan yorucu dikkat görevleri verilmiş ve fizyolojik etkileri kanıtlanmış olan kakao flavanollerinin açık ve örtük dikkat becerilerine olan etkileri incelenmiştir. Şayet kakao flavanollerinin söz konusu bilişsel işlevlerde performansı artırıcı etkileri bulunursa, flavanol içeren kakao ürünlerinin fonksiyonel gıda ve nutrasötik olarak kullanımı teşvik edilebilir. Özellikle dikkat ve konsantrasyon gerektiren işlerde ya da performansı arzu edildiği durumlarda artırmak maksadıyla kakao flavanolleri tüketiminin dikkat işlevlerine olumlu katkıları olacağı düşünülmektedir.

## BÖLÜM 4

### YÖNTEM

#### 4.1. Etik, Ön Kayıt ve TÜBİTAK Projesi

Çalışmanın etik açıdan uygunluğu Bursa Uludağ Üniversitesi, Sosyal ve Beşerî Bilimler Araştırma ve Yayın Etik Kurulu tarafından değerlendirilmiş ve onaylanmıştır (Ek-2). Veri toplama sürecine etik onay alındıktan sonra başlanmıştır. Çalışma Helsinki Bildirgesi'ne (Declaration of Helsinki, 2013) uygun olarak yürütülmüştür. Bilimsel çalışmalarda tekrarlanabilirlik (replicability), şeffaklık (transparency) ve yeniden üretilebilirlik (reproducibility) ilkelerinin önemini vurgulayan açık bilim anlayışını desteklemek adına veri toplama sürecinden önce Open Science Framework platformuna doktora tez çalışmasının ön kaydı (pre-registration) yapılmıştır (osf.io/hd9wv). Ayrıca, tez çalışması Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından "1002-A Hızlı Destek Modülü" kapsamında desteklenmiştir. TÜBİTAK'a sunulan 122K636 numaralı proje tez başlığıyla aynı adı taşımaktadır.

#### 4.2. Katılımcılar

Katılımcı sayısı G\*Power yazılımında (Faul vd, 2007) istatistiksel güç analizi yapılarak belirlenmiştir. Üç oturumdan oluşan çapraz desen çalışmada, katılımcılar her oturumda bağımsız değişkenin farklı işlem düzeylerine (flavanol, plasebo ve kontrol/temel düzey koşulu) maruz kalmış ve dikkat becerilerinin değerlendirildiği bilişsel görevleri tamamlamıştır. Dolayısıyla test türü (*test family*) için *F testi*, istatistik testlerinden *ANOVA: repeated measures, within factors* seçilmiştir. Grup sayısı (*number of groups*) 1, ölçüm sayısı (*number of measurements*) ise 3 olarak belirlenmiştir. Örneklem büyüklüğü alfa, beta ve etki büyüklüğü parametrelerine göre hesaplandığı için güç analizi türü (*type of power analysis*) için *a priori* seçilmiştir. Tip I hata düzeyi ( $\alpha$ ) için 0,05, istatistiksel güç ( $1-\beta$ ) için 0,95 değeri alınmıştır. Etki büyüklüğü (Cohen *f*'si), KF alımın bilişsel işlevler üzerinde olumlu etkilerinin gözlemlendiği ve etki büyüklüğü değerlerinin raporlandığı iki çalışma referans alınarak hesaplanmıştır [ $d = 0,30 - 0,53$  (Scholey vd., 2010) ve  $\eta_p^2 = 0,09$  (Karabay vd., 2018)]. Cohen *d*'si ve kısmi eta kare, Cohen *f* değerine dönüştürülerek aritmetik ortalamaları alınmış ve orta etki

büyüklüğüne tekabül eden 0,26 değeri elde edilmiştir. Bu işlemin sonucunda toplam örneklem büyüklüğü 40 olarak hesaplanmıştır. Fakat mevcut çalışmada tam dengeleme (complete counterbalancing) yöntemi kullanıldığı ve bağımsız değişkenin üç farklı işlem düzeyi olduğu için altı farklı deneysel koşul sırası oluşturulmuştur. Bu yüzden katılımcı sayısının altıya bölünebilmesi gerekmektedir. Ayrıca her deneysel koşula eşit sayıda erkek ve kadın katılımcı atandığından dolayı toplam katılımcı sayısının 12'ye bölünebilmesi gerekmektedir. Bu gerekçeyle G\*Power analizi sonucu 40 hesaplanan katılımcı sayısı 48'e tamamlanmıştır.

Araştırmaya Konya Necmettin Erbakan Üniversitesi, Sosyal ve Beşerî Bilimler Fakültesi'ne bağlı lisans bölümlerinde okuyan, Psikolojiye Giriş dersini daha önce almış ya da derse kayıt yaptırmış sağlıklı 48 üniversite öğrencisi (24 kadın ve 24 erkek) katılmıştır. Çalışmada yer alan katılımcıların yaş ortalamaları 20,83'tür (18-27 yaş aralığı; standart sapma=1.39). Katılımcıların boy, kilo ve beden kitle indeksi (body mass index) ortalamaları sırayla 171,38 cm (150-190 cm; standart sapma=9,53), 65,96 kg (42-124 kg; standart sapma=16,29) ve 22,23 kg/m<sup>2</sup>'dir (16,2-38,7 kg/m<sup>2</sup>; standart sapma=4). Kırk sekiz katılımcıdan 10'u (7 erkek) düzenli olarak sigara kullanmaktadır.

Çalışmaya katılım gönüllülük esasına dayalı olmakla birlikte, her katılımcıya deney oturumlarının üçünü tamamladığında TÜBİTAK "1002-A Hızlı Destek Modülü" kapsamında 150₺ hediye çeki verilmiştir. Ayrıca deneye katılan ve deneye katılmak istediği halde dışlama kriterleri sebebiyle deneye dahil edilmeyen öğrenciler 2022 Güz Döneminde aldıkları bir dersin (Psikolojiye Giriş, İstatistik I ya da Gelişim Psikolojisi) final sınavı için ekstra 5 puan kazanmıştır.

Ortalama 40 dakikada tamamlanan dikkat görevleri zihinsel açıdan oldukça yorucudur. Katılımcıların dikkat görevlerini hızlıca tamamlamak adına rastgele cevaplar verme ihtimali göz önünde bulundurularak rekabet ortamı oluşturulmuştur. Katılımcıların dikkatlerini vererek bu görevleri olabildiğince doğru ve hızlı bir şekilde tamamlamalarını teşvik etmek için en iyi performans gösteren 2 katılımcıya ekstra 150₺ hediye çeki verilmiştir.

### **4.3. Dahil Etme/Dışlama Ölçütleri**

Araştırmada yer alan katılımcıların yaş aralığı 18-30 olarak sınırlandırılmıştır. Çalışmanın yürütüldüğü zaman diliminde herhangi bir nörolojik, psikiyatrik, kardiyovasküler veya metabolik hastalığı olan; antikoagülan (kan sulandırıcı) ilaç kullanan; antidepresan, anksiyolitik veya antipsikotik ilaç tedavisi devam eden veya son üç ay içinde bu ilaçlardan birini kullanan; kakao, kafein, sakkaroz veya fruktoz alerjisi/intoleransı olan; son bir hafta içinde bitkisel gıda takviyesi alan katılımcılar çalışmaya dahil edilmemiştir. Söz konusu dahil etme/dışlama kriterlerine uygun katılımcıların belirlenmesi için hazırlanmış olan sorular Ek-3'te sunulmuştur. Ayrıca Görsel Arama Görevinde kullanılan uyarıcıların (T ve L harfi) mavi ve kırmızı renklerde sunulması nedeniyle katılımcıların renkleri doğru bir şekilde algıladıklarından emin olmak için 38 adet sahte izokromatik (pseudoisochromatic) kart içeren Ishihara Renk Körlüğü Testi (Ishihara, 1990) uygulanmıştır.

Çalışmaya katılmak isteyen 57 öğrenciden üçü nörolojik bir rahatsızlığı (epilepsi ve migren) olduğu için ve dördü ilaç kullandığından dolayı çalışmaya dahil edilmemiştir. İlk deney oturumunu tamamlayan iki katılımcı ise çalışmadan çekilmiştir. Yukarıda bahsedilen kriterlere uygun 48 gönüllü öğrenciye kakao bileşenlerinin dikkat işlevleri üzerindeki etkisinin incelendiği çalışmaya katılacakları bilgisi verilmiştir. Her bir katılımcı Bilgilendirilmiş Onam Formunu (Ek-4) okuyup imzaladıktan sonra çalışmada yer almıştır.

### **4.4. Araştırma Deseni**

Kakao flavanollerinin akut etkilerinin incelendiği bu çalışma seçkisiz, çift körlemesine, temel düzey- ve plasebo-kontrollü, deneysel değişimleme sırası tam dengelenmiş ve üç oturumdan oluşan çapraz desen bir çalışma olarak yürütülmüştür. Her bir katılımcının en az birer hafta arayla yer aldığı çalışmada, katılımcılar 710 mg flavanol içeren (flavanol koşulu), eser miktarda flavanol içeren (plasebo koşulu) kakao içeceğini ya da şekerli su karışımını (temel düzey/kontrol) tükettikten sonra dikkat görevlerini tamamlamıştır. Söz konusu işlemin uygulanmasıyla yapılan deney tek körlemesine çalışma kriterini karşılamıştır. Böylece, deney ve kontrol koşullarına seçkisiz olarak atanan katılımcılar kendilerine verilen maddenin flavanol içeren aktif madde mi yoksa plasebo mu olduğuna dair bilgisi olmamıştır. Bu çalışmada plasebo etkisinin yanı sıra

analiz ve bulgulara dair araştırmacı yanlılığının da kontrol edilmesi amaçlanmıştır. Dolayısıyla, yüksek miktarda flavanol içeren natürel kakao ve eser miktarda flavanol içeren alkalize kakao tozu paketlenirken TÜBİTAK "1002-A Hızlı Destek Modülü" kapsamında 122K636 numaralı projeye dahil edilen Psikoloji Bölümü ikinci sınıf lisans öğrencisi iki bursiyerden yardım alınmıştır. Araştırmacı verilerin tamamı toplandıktan sonra deneysel ürünlerin uygulanış sırasını öğrenebilmiş ve deney çift körlemesine çalışma kriterini karşılamıştır.

Temel düzey ölçümlerinin belirlendiği oturumda katılımcılara dikkat becerilerini ölçen görevler uygulanmadan önce aktif veya plasebo madde yerine şekerli su içeceği verilmiştir. Böylelikle, temel düzey performansı karşılaştırmak üzere referans alınarak, KF'nin dikkat üzerindeki olası etkilerinin değerlendirilmesi mümkün olmuştur.

Sıralama etkisinin (order effect) ve genel alıştırma etkisinin (general practice effect) araştırma bulgularını etkileyebileceği dikkate alındığından, deneysel değerişimlemenin her bir işlem düzeyinin (temel düzey, plasebo ve flavanol) farklı sırada uygulandığı tam dengeleme yöntemi kullanılmıştır. Ayrıca Görsel Arama Görevi (GAG) ve Uzamsal İpuu Görevinin (UİG) uygulanış sırası katılımcılar arasında dengelenmiştir (Tablo 3).

Katılımcılar oluşturulan gruplara bilgisayar-tabanlı rastgele sayı dizisi üretici (random sequence generator) kullanılarak seçkisiz olarak atanmıştır (Haahr, 2022). Her grupta eşit sayıda erkek ve kadın katılımcı olması gerektiği için seçkisizleştirme yöntemi iki cinsiyet için ayrı ayrı uygulanmıştır.

#### **4.5. Kakao Flavanol Takviyesi**

Kakao ve çikolata üreticisi olan *Barry Callebaut* firmasına bağlı Kakao Araştırma ve Geliştirme Departmanı ile iletişime geçilerek alkalize ve natürel kakao ürünlerinin her birinden üçer kilogram ücretsiz olarak tedarik edilmiştir. Barry Callebaut'tan temin edilmiş kakao ürünleri yalnızca doktora tezi kapsamında yapılmış olan çalışma için kullanılmıştır. Firmanın bunun dışında sağlamış olduğu herhangi bir finansal destek ya da sponsorluk söz konusu değerildir.



**Tablo 3.** Deneysel Ürün ve Dikkat Görevleri Uygulama Sırası

<b>Grup</b>	<b>Deneysel Ürünlerin Uygulanış Sırası</b>	<b>Dikkat Görevleri Uygulama Sırası</b>
A1 (2 erkek, 2 kadın)	Temel Düzey – Plasebo – Flavanol	UİG – GAG
A2 (2 erkek, 2 kadın)	Temel Düzey – Plasebo – Flavanol	GAG – UİG
B1 (2 erkek, 2 kadın)	Temel Düzey – Flavanol – Plasebo	UİG – GAG
B2 (2 erkek, 2 kadın)	Temel Düzey – Flavanol – Plasebo	GAG – UİG
C1 (2 erkek, 2 kadın)	Plasebo – Temel Düzey – Flavanol	UİG – GAG
C2 (2 erkek, 2 kadın)	Plasebo – Temel Düzey – Flavanol	GAG – UİG
D1 (2 erkek, 2 kadın)	Plasebo – Flavanol – Temel Düzey	UİG – GAG
D2 (2 erkek, 2 kadın)	Plasebo – Flavanol – Temel Düzey	GAG – UİG
E1 (2 erkek, 2 kadın)	Flavanol – Temel Düzey – Plasebo	UİG – GAG
E2 (2 erkek, 2 kadın)	Flavanol – Temel Düzey – Plasebo	GAG – UİG
F1 (2 erkek, 2 kadın)	Flavanol – Plasebo – Temel Düzey	UİG – GAG
F2 (2 erkek, 2 kadın)	Flavanol – Plasebo – Temel Düzey	GAG – UİG

Mevcut çalışmada kakao tozu sıcak su ile karıştırılarak servis edilmiştir. Plasebo koşulu için 11 gram alkalize kakao; flavanol koşulu için ise 2,45 gram alkalize kakao ve 8,55 gram natürel kakao kullanılmıştır. Kakao içeceklerinin lezzetini artırmak için her içeceğe eşit miktarda şeker (6 gram) ilave edilmiştir. İçecekler hazırlanırken 0,01 gram hassasiyete sahip dijital hassas terazi kullanılmıştır. Flavanol içeren natürel kakao tozu açık kahverengi olup asidik yapısından dolayı acımsı bir tada sahiptir. Eser miktarda flavanol içeren alkalize kakao ise daha koyu bir renge ve yumuşak bir tada sahiptir. Katılımcıların bu iki deneysel ürünü renginden ayırt etmelerini önlemek için içecekler kapaklı karton bardakta verilmiştir. Her iki içecek arasındaki tat farkını tamamen maskeleyem mümkün olmasa da içecekleri tatlarından ayırt edilmesini minimize etmek için flavanol koşulunda 8,55 g natürel kakao ile 2,45 g alkalize kakao karıştırılmıştır. İçeceklerin tadını ve rengini maskeleyem için yapılan işlemler nedeniyle katılımcıların büyük bir çoğunluğunun flavanol ve plasebo koşullarındaki içecekleri ayırt edemeyecekleri varsayılmıştır. Şayet, kakao içecekleri tatlarından ayırt edilmiş olsa bile

içeceklerin farklı miktarlarda flavanol içerdiği ve bu nedenle tatlarının aynı olmadığı bilgisi katılımcılarla paylaşılmamıştır. Dolayısıyla plasebo etkisi tamamen kontrol altına alınmıştır. Ayrıca deney için hazırlanmış kakao ürünleri aynı görüntü ve boyutlara sahip gümüş rengi paketlere konmuş, kakao içeriklerine göre bir kod ( $\Delta$  ve  $\Sigma$ ) tahsis edilmiştir. Böylece, araştırmacı katılımcılara hangi deneysel koşulun uygulandığını deneyler tamamlanana kadar öğrenememiştir. Bu işlemle randomizasyon bilgisinin gizlenmesi (allocation concealment) kriteri karşılanmıştır.

Bu işlemler uygulandıktan sonra katılımcılar, her oturumda üç içecekten birini tüketmiştir: 1) Şekerli su karışımı (temel düzey/kontrol), 2) Eser miktarda flavanol içeren kakao içeceği (plasebo), 3) 710 mg flavanol içeren kakao içeceği (flavanol). İçeceklerin içerdiği kakao, su, şeker miktarı ve besin değerleri Tablo 4'te sunulmuştur.

**Tablo 4.** Deneysel Ürünlerin İçeriği ve Besin Değerleri

	<b>Temel Düzey</b>	<b>Plasebo</b>	<b>Flavanol</b>
<b>Alkalize kakao (g)</b>	-	<b>11</b>	<b>2,45</b>
<b>Natürel kakao (g)</b>	-	<b>0</b>	<b>8,55</b>
Flavanol (mg)	-	0	710
Kafein (mg)	-	22	22
Teobromin (mg)	-	231	231
Kalori (kcal)	-	33,6	37
Protein (g)	-	2,4	2,4
Yağ (g)	-	1,2	1,5
Karbonhidrat (g)	-	1,1	2,2
Fosfor (mg)	-	79,5	79,5
Magnezyum (mg)	-	50,2	50,2
Kalsiyum (mg)	-	13,8	13,8
Potasyum (mg)	-	527	245,7
Demir (mg)	-	4,6	4,6
<b>Şeker (g)</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>
<b>Su (ml)</b>	<b>250</b>	<b>250</b>	<b>250</b>

Flavanol koşulundaki 710 mg KF seçimi, Sun ve diğerlerinin (2019) yürüttüğü çalışmanın bulgularına dayanmaktadır. KF tüketimi ile kan akımına bağlı damar genişlemesi (flow-mediated dilation) arasındaki doz-yanıt ilişkisinin incelendiği bu meta-analiz çalışmasında optimum etkilerin gözlemlendiği KF miktarının 710 mg olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, flavanol ve plasebo koşullarındaki kakao içeceğinde bulunan kafein ve teobromin miktarlarının aynı olması nedeniyle (Tablo 4) gözlemlenen etkiler yalnızca flavanol maddesine atfedilmiştir.

Katılımcıların günlük diyetlerinde ne kadar flavanol aldıklarını tespit etmek için Manach ve diğerlerinin (2004) çalışmasında raporlanan listeden faydalanılmıştır (Tablo 5). Katılımcılara listedeki ürünlerden son bir ay içinde ne kadar tükettikleri sorularak günlük tüketilen tahmini flavanol miktarı belirlenmiştir. Böylece, tüketilen flavanol miktarı bakımından bağımsız değişkenin [deneysel ürün (kontrol/temel düzey, plasebo ve flavanol koşulu)] uygulanma sırasının tam dengelendiği grupların (Tablo 3) benzer olduğundan emin olunmuştur.

**Tablo 5.** Besinlerdeki Flavanol Miktarı

Besin kaynağı (porsiyon)	Flavanol miktarı (mg/porsiyon)	Flavanol miktarı (mg/lt ya da mg/kg)
Çikolata (50 g)	23 – 30	460 – 610
Fasulye (200 g)	70 – 110	350 – 550
Kayısı (200 g)	20 – 50	100 – 250
Kiraz (200 g)	10 – 44	50 – 220
Üzüm (200 g)	6 – 35	30 – 175
Şeftali (200 g)	10 – 28	50 – 140
Karadut (100 g)	13	130
Elma (200 g)	4 – 24	20 – 120
Yeşil Çay (150 ml)	15 – 120	100 – 800
Siyah Çay (150 ml)	9 – 75	60 – 500
Kırmızı Şarap (100 ml)	8 – 30	80 – 300

#### 4.6. Davranışsal Ölçümler

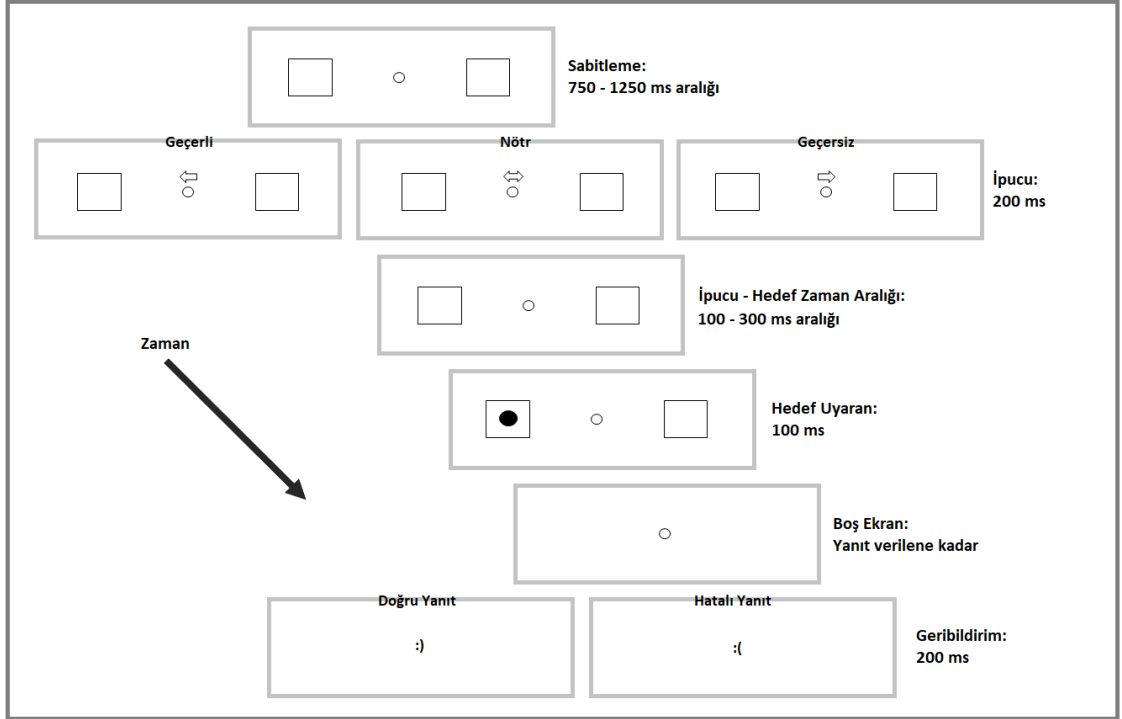
Kakao flavanollerinin akut etkilerinin incelendiği çalışmada örtük dikkat için Uzamsal İpucu Görevinin (Posner, 1980), açık dikkat için Görsel Arama Görevinin (Treisman ve Gelade, 1980) modifiye edilmiş versiyonları katılımcılar arasında değişen sırayla uygulanmıştır. Her iki görev de deney oluşturma programlarından biri olan *OpenSesame* 3.3 (Mathôt vd., 2012) kullanılarak tasarlanmıştır.

##### 4.6.1. Uzamsal İpucu Görevi (*Spatial Cueing Task*)

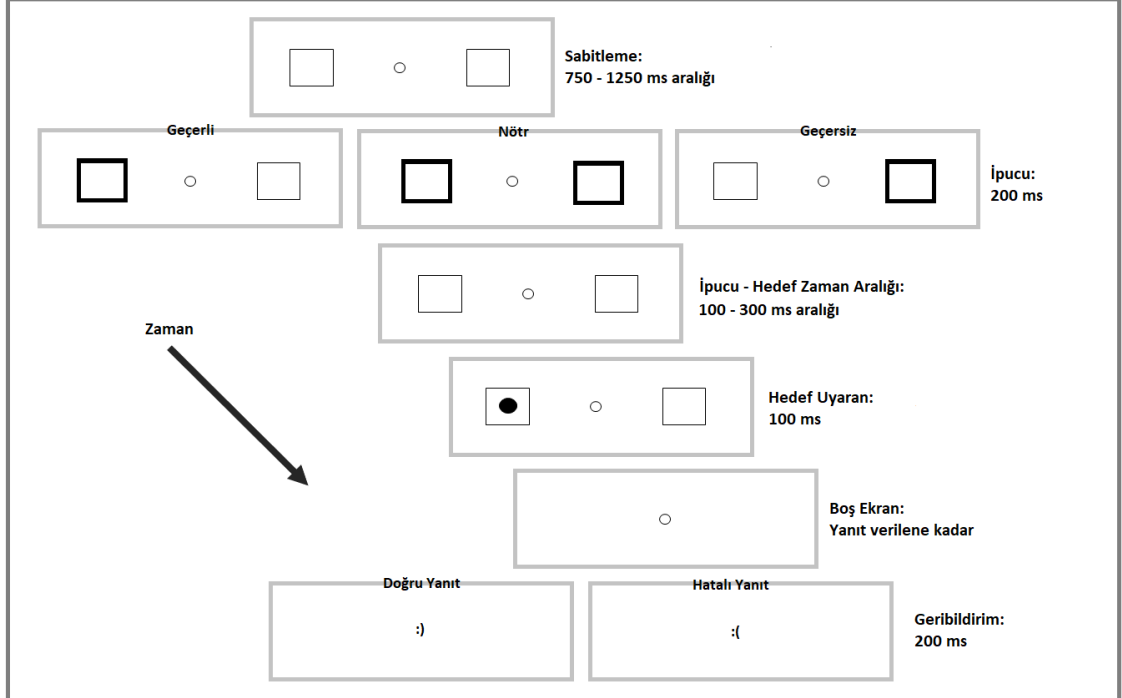
Örtük dikkat işlevleri Uzamsal İpucu Görevi uygulanarak değerlendirilmiştir. Bu görevde, katılımcılardan gözlerini sabitleme noktasına (fixation point) dikmeleri; merkezi (central) ya da çevresel (peripheral) ipuçlarının ardından gelen, sabitleme noktasının sağında ya da solunda ortaya çıkan hedef uyarını (beyaz daire) gördüklerinde mümkün olabildiğince hızlı ve doğru tepki vermeleri istenmiştir.

Her bir denemede, ekranın tam merkezinde bulunan sabitleme noktası ve bu noktanın her iki yanında yer alan birer kutu 750-1250 milisaniye (ms) aralığında gösterilmiştir. Hemen ardından, dikkati yönlendirmek üzere görsel bir ipucu 200 ms sunulmuştur. Görsel ipucunun ekranda kaybolmasından 100-300 ms aralığında değişen bir sürenin sonunda, sabitleme noktasının sağında ve solunda yer alan kutuların birinde hedef uyarın 100 ms görüntülenmiştir. İpucu-hedef zaman aralığının 100-300 ms olarak belirlenmesinin nedeni dikkatin zamansal yöneliminin (temporal orienting of attention) kontrol altına alınmasıdır. Katılımcılardan hedef uyarını saptadıklarında, bu uyarının ortaya çıktığı konuma göre işaret parmaklarını kullanarak -A (sol) ya da L (sağ) tuşlarından birine basarak- yanıt vermeleri istenmiştir. Katılımcıların tepki vermesi için belirli bir süre sınırı getirilmediği için ancak yanıt verildiği takdirde bir sonraki denemeye geçilmiştir. Yalnızca sabitleme noktasının bulunduğu ekran, katılımcı A ya da L tuşlarından birine basana kadar görüntüde kalacak şekilde ayarlanmıştır. Her denemenin sonunda yanıtın doğru/hatalı olduğuna dair bir geribildirim verilmiştir. Doğru yanıt verilmesi durumunda “:)” ifadesi, yanlış yanıt verilmesi durumunda ise “:(” ifadesi ekranın tam ortasında 200 ms boyunca gösterilmiştir (Şekil 1 ve 2).

Şekil 1. Uzamsal İpucu Görevi – Merkezi İpucu Koşulu



Şekil 2. Uzamsal İpucu Görevi – Çevresel İpucu Koşulu



Merkezi ve çevresel ipuçları farklı dikkat sistemlerini harekete geçirmektedir. Merkezi ipucu, sabitleme noktasının bulunduğu konumda yer alan ve hedef uyarının ortaya çıkacağı yeri işaret eden bir ok işaretidir ( $\rightarrow$ ,  $\leftarrow$ ,  $\leftrightarrow$ ) (Şekil 1). İpucu bulunduğu konum itibarıyla katılımcının foveasına düşmektedir. Ayrıca bir sembol olan ok işaretinin yorumlanması gerektiği için, yukarıdan aşağı dikkat süreçlerinin rol oynadığı ve Posner tarafından iç kaynaklı dikkat olarak isimlendirilen dikkat sistemi harekete geçecektir. Dolayısıyla ok işareti, görme alanının yaklaşık 1°lik kısmına karşılık gelen ve foveanın merkezinde yer alan foveola bölgesine (fovea centralis) düşecek şekilde yerleştirilmiştir. Bunun için Optik Açı Hesaplayıcı uygulamasında (Visual Angle Calculator, 2021) katılımcının ekrana olan uzaklığı (60 cm), deneyin gerçekleştirildiği bilgisayarın çözünürlüğü (1920x1080 piksel) ve bilgisayar ekranının boyutu (genişlik 530 mm, yükseklik 290 mm) bilgileri girilerek her bir dereceye tekabül eden piksel boyutu hesaplanmıştır. Sonrasında ok işareti sabitleme noktasından ( $0^{\circ}, 0^{\circ}$ ) y eksenine doğrultusunda  $+0,75^{\circ}$ 'ye tekabül eden piksel uzaklıkta (+29 piksel) konumlandırılmıştır. Merkezi ipucu olarak kullanılan ok işareti 32 x 20 piksel ( $0,84^{\circ} \times 0,51^{\circ}$ ) genişliğindedir.

Çevresel ipucu için sabitleme noktasının sağında ve solunda yer alan kutulardan birinin (nötr ipucu koşulunda her ikisinin) kenar kalınlığı artırılmıştır (Şekil 2). Katılımcının periferik görüşü içinde gerçekleşen bu değişim dikkati otomatik olarak yakalamaktadır. Dolayısıyla, çevresel ipucu aşağıdan yukarı dikkat süreçlerinin rol oynadığı ve Posner tarafından dış kaynaklı dikkat olarak isimlendirilen dikkat sistemini harekete geçirmektedir. Çevresel ipucu olarak kullanılan kare kutular katılımcının fovea dışında kalan perifovea bölgesine düşecek şekilde, merkezden  $9,26^{\circ}$ - $10,93^{\circ}$  (352-416 piksel) uzaklıkta konumlandırılmıştır. Kare şeklindeki kutuların kenar boyutları 1 x 64 piksel büyüklüğünde sunulmuştur. Kare kutu(lar) çevresel ipucu olarak kullanıldığında kenar kalınlığı 4 piksel artırılmış ve 5 x 64 piksel boyutuna ulaşmıştır (Şekil 2).

Hem merkezi hem de çevresel ipucu koşulunda, geçerli ipuçları dikkati hedef uyarının ortaya çıkacağı konuma yönlendirirken, geçersiz ipuçları hedef uyarının olmadığı tarafa yönlendirmektedir. Nötr ipuçları ise yaklaşan hedefin konumu hakkında hiçbir uzamsal bilgi vermemektedir. Nötr ipuçları, merkezi ipucu koşulunda her iki tarafı işaret eden ok işareti iken (Şekil 1), çevresel ipucu koşulunda her iki kutunun da eş zamanlı olarak belirginleşmesidir (Şekil 2). Beyaz daire (hedef uyarın) iki görevde de kare kutulardan

birinin tam ortasında ortaya çıkmaktadır. Beyaz dairenin yarı çapı 12 piksel büyüklüğünde olup sabitleme noktasından x eksenini doğrudan doğruya  $-10,1^\circ$  ya da  $10,1^\circ$  (384 piksel) uzaklıkta sunulmuştur.

Geçersiz ipucu denemelerinin oranı belirlenirken hem Posner'ın klasik çalışması (Posner vd., 1980) hem de yakın zamanda yapılan örtük dikkat çalışmaları (örn. Connell vd., 2016) dikkate alınmıştır. Çevresel ipucu koşulunda, ipuçlarının dikkati otomatik olarak yakalaması ve katılımcıların geçersiz ipucu oranına göre strateji geliştirememesi sebebiyle mevcut çalışmada eşit sayıda geçerli, geçersiz ve nötr ipuçları kullanılmıştır. Dolayısıyla 30 deneme içeren her bir blokta geçerli, geçersiz ve nötr ipuçları çevresel ipucu koşulunda eşit sayıda (10 adet) kullanılmıştır. Fakat merkezi ipucu koşulunda, geçersiz ve geçerli ipucu oranlarının eşit olması katılımcıların ipuçlarını göz ardı etmesiyle sonuçlanmaktadır. Katılımcıların ipuçlarını dikkate alarak yanıtlarını vermesi için geçerli/geçersiz ipucu oranının yüksek olması gerekmektedir. Dolayısıyla 30 denemelik her bir bloğun üçte birinde nötr ipucu kullanılmıştır. Geri kalan 20 denemenin %80'inde geçerli (16 adet), %20'sinde geçersiz ipuçları (4 adet) kullanılmıştır. Hem merkezi hem de çevresel ipucu koşulunda geçerli, geçersiz ve nötr ipuçlarının kullanıldığı denemeler seçkisiz sırayla sunulmuştur.

Tüm uyarıcılar (sabitleme noktası, hedef uyarıcı, kare kutular ve ok işareti) beyaz renkte olup (RGB<sup>12</sup>: 255, 255, 255) siyah arka plan (RGB: 0, 0, 0) üzerinde sunulmuştur.

#### **4.6.2. Görsel Arama Görevi (Visual Search Task)**

Deney özellik arama (Şekil 3) ve bağlantı arama (Şekil 4) olmak üzere iki alt görevi içermektedir. İki görevde de katılımcılardan istenen, belirli sayıda çeldiricinin yer aldığı ekranda hedef uyarıcıyı saptamaları ve uyarıcının oryantasyonuna göre önceden belirlenen klavye tuşuna basarak mümkün olduğunca hızlı ve doğru bir şekilde yanıt vermeleridir. Hem özellik hem de bağlantı arama görevlerinde toplam uyarıcı sayısı (bir hedef + çeldiriciler) manipüle edilerek katılımcıların arama performansı belirlenmiştir. Görsel aramanın yapıldığı her bir denemede toplam uyarıcı sayısı 12, 18 ya da 24'tür.

---

<sup>12</sup> RGB (red, green and blue) renk modeli, geniş bir renk yelpazesi oluşturmak için kırmızı, yeşil ve mavi ana renklerinin bir araya getirildiği eklemeli bir renk modelidir. RGB renk modeli bilgisayar, kamera ve televizyon gibi dijital sistemlerde renklerin oluşturulması, görüntülenmesi ve temsil edilmesi için kullanılır. Parantez içindeki her bir sayı sırasıyla kırmızı, yeşil ve mavi renk değerlerini temsil eder ve her renk 0 ile 255 arasındaki değerler girilerek kodlanır.

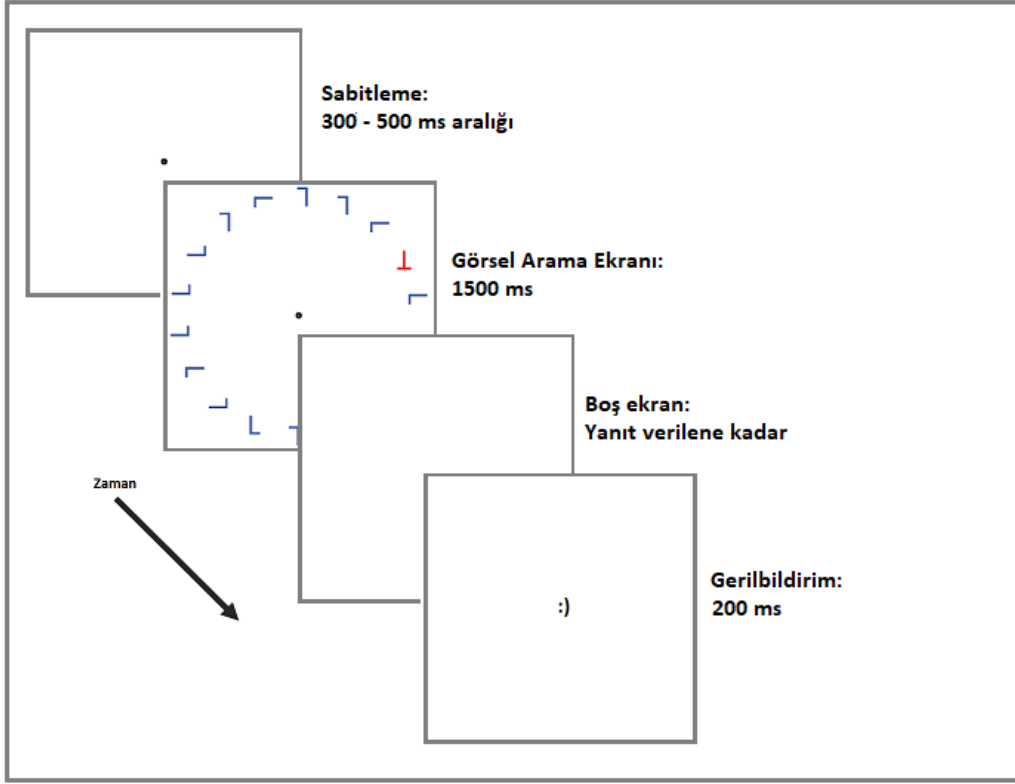
Toplam uyarıcı sayısının yanı sıra hedef uyarıcı ve çeldiriciler arasındaki benzerlik seviyesi de arama performansını belirleyen önemli bir faktördür (Styles, 2006; Wolfe, 1998). Dolayısıyla hedef ve çeldiriciler için ortak özelliklere sahip harflerin kullanılması uygun bulunmuştur. Bu harfler benzer uzunlukta dikey ve yatay çizgileri olan T ve L harfleridir. Hedef uyarıcının kırmızı T olduğu bloklarda, çeldirici uyarıcılar özellik arama görevinde mavi L, bağlantı arama görevinde kırmızı L ve mavi T'dir. Hedef uyarıcının mavi T olduğu denemelerde ise, çeldirici uyarıcılar özellik arama görevinde kırmızı L, bağlantı arama görevinde mavi L ve kırmızı T harfidir.

Çeldirici uyarıcıların benzerlik seviyesi algısal gruplamaya neden olacağından dolayı (Duncan ve Humphreys, 1989; Müller vd., 2013) tüm harfler saat yönünde 0°, 90°, 180° ve 270° döndürülerek sunulmuştur. Çeldiricilerin ve hedefin farklı oryantasyonlarda sunulması gruplama etkisini ortadan kaldırmış ve böylelikle olası tavan etkisi kontrol altına alınmaya çalışılmıştır. Uyarıcılar (T ve L harfi) sabitleme noktasına eşit ve 12° uzaklıkta (457 piksel), çember oluşturacak şekilde konumlandırılmıştır (Şekil 3 ve 4). T harfi 48 x 38,4 piksel (1,23° x 1,01°), L harfi ise 48 x 28,8 piksel (1,23° x 0,76°) boyutlarında olup bu harfler 1920 x 1080 piksel siyah arka planda (RGB: 0, 0, 0) sunulmuştur. RGB renk modelinde kırmızı harflerin rengi 255, 0, 0; mavi harflerin rengi ise 0, 0, 255 değerleri girilerek oluşturulmuştur.

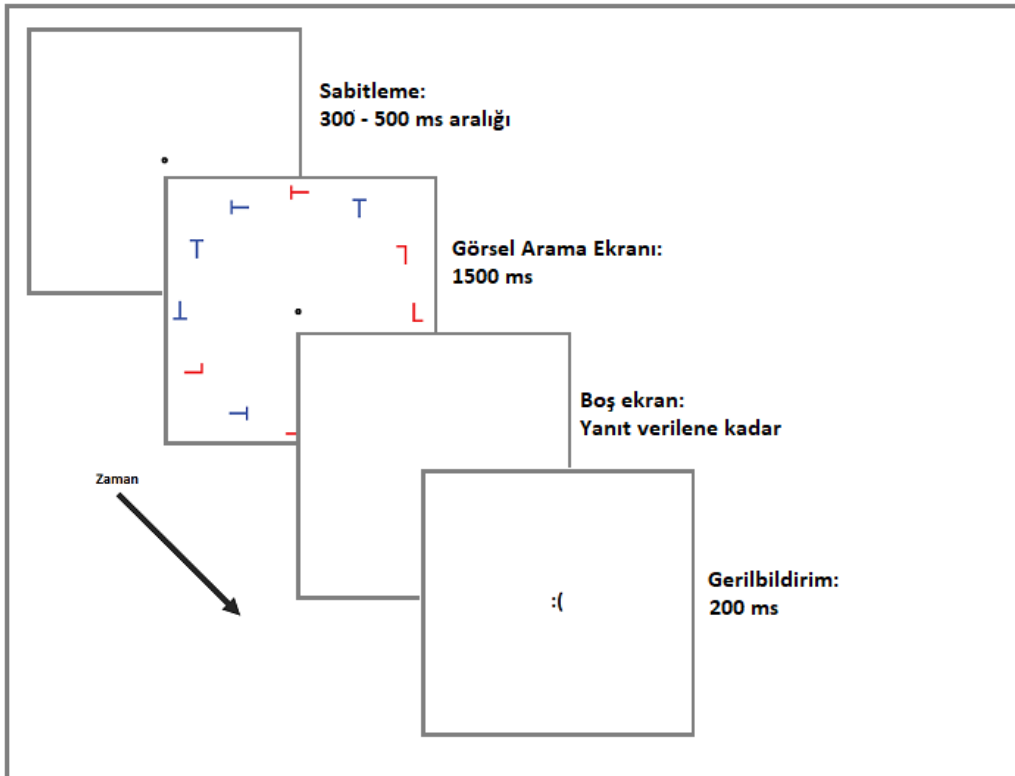
Her bir deneme başlamadan önce yalnızca sabitleme noktasının olduğu ekran 300-500 ms aralığında sunulmuştur. Ardından, katılımcıların hedef uyarıcı bulmaları için arama yapacağı ekran 1500 ms gösterilmiştir. Arama ekranı sunumu bittiğinde, boş ekran katılımcı aramayı tamamlayıp gerekli tuşa basana kadar görüntüde kalacak şekilde ayarlanmıştır. Her iki alt görevde de katılımcı hedef uyarıcı saptadıktan sonra o harfin oryantasyonuna göre yukarı, aşağı, sol ve sağ yön ok işaretlerinden birine basarak yanıtını vermiştir. Hedef uyarıcının saat yönünde 90° döndürüldüğü denemelerde “←”, 180° döndürüldüğü denemelerde “↑”, 270° döndürüldüğü denemelerde “→” tuşuna basılması istenmiştir. Hedef uyarıcının oryantasyonunda değişiklik yapılmadığı (0°) denemelerde ise “↓” tuşuna basılarak yanıt verilmesi istenmiştir. Her denemenin sonunda yanıtın doğru ya da hatalı olduğuna dair bir geribildirim verilmiştir. Doğru yanıt verilmesi durumunda “:)” ifadesi, yanlış yanıt verilmesi durumunda “:(” ifadesi ekranın tam ortasında 200 ms boyunca gösterilmiştir (Şekil 3 ve 4).



**Şekil 3.** Görsel Arama Görevi – Özellik Arama Alt Görevi



**Şekil 4.** Görsel Arama Görevi – Bağlantı Arama Alt Görevi



#### 4.7. İşlem

Gönüllü öğrencilere bilgilendirilmiş onam formu verilerek çalışmanın temel amaçlarından bahsedilmiştir. Örneklem kriterlerine uygun öğrenciler en az birer hafta arayla toplamda üç test oturumuna katılmıştır. Deney takvimi, her bir katılımcı üç oturuma da aynı gün ve aynı saatte gelecek şekilde hazırlanmıştır. Sıralama etkisini kontrol etmek için ise katılımcılar tüm deneysel koşulların dengelendiği gruplara seçkisiz olarak atanmıştır (Tablo 2).

Çalışma, Necmettin Erbakan Üniversitesi'nin Bilişsel Psikoloji Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Katılımcılardan her bir test oturumu başlamadan önce en az 8 saat boyunca ve test tamamlanıncaya kadar kakao, kafein, nikotin ve alkol içeren ürünleri tüketmemeleri istenmiştir. Katılımcıların bahsedilen talimatlara riayet etmeleri için laboratuvara her geldiklerinde analiz edilmek üzere pamuklu çubukla salya numunesi alınacağı ve analiz sonucunda son 8 saat içerisinde tüketilen maddelerin tespit edileceği bilgisi önceden sözel ve yazılı olarak verilmiştir (Ek-5). Her oturumda deneysel ürün verilmeden önce ve katılımcılar dikkat görevlerine başlamadan önce salya numunesi alınmıştır. Fakat toplanan numunelerin analiz edilmeyeceği bilgisi katılımcılarla paylaşılmamıştır. Bu işlemin uygulanmasıyla katılımcıların kendilerine verilecek olan listedeki ürünleri tüketmemeleri beklenmiştir. Ayrıca katılımcılara listedeki ürünlerden herhangi birini tüketmeleri durumunda deneyin bir sonraki haftaya ertelenebileceği bilgisi verilerek iş birliği yapmaları teşvik edilmiştir.

Saat 08.55, 09.55, 10.55, 11.55, 12.55, 13.55 ya da 14.55'te laboratuvara gelen katılımcılara son 8 saat içerisinde kafein, kakao, nikotin ve alkol içeren ürünleri tüketip tüketmediklerini öğrenmeye yönelik soru formu verilmiş (Ek-6) ve kendilerinden salya numunesi alınmıştır. Ayrıca katılımcıların laboratuvara geldikleri ilk gün boy ve kilo değerleri ölçülmüştür. Yaklaşık beş dakika süren bu işlemin sonunda katılımcılara üç içecekten biri verilmiş ve 1 saat 40 dakika sonra açık ve örtük dikkat becerilerinin değerlendirildiği ve ortalama 40 dakikada tamamlanan dikkat görevleri için laboratuvara gelmeleri söylenmiştir. Bu süre içerisinde su dışında herhangi bir şey tüketilmemesi, fiziksel ve zihinsel olarak yorucu aktivitelerden uzak durulması istenmiştir.

KF alımı ile dikkat görevlerinin uygulanması arasındaki sürenin belirlenmesindeki ölçüt ise Francis ve diğerlerinin (2006) çalışma bulgularına dayanmaktadır. Bu çalışmada yüksek miktarda tez doz (516 mg) KF alan katılımcıların serebral kan akımındaki artış yaklaşık 2 saatin sonunda en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Dolayısıyla, etkilerin net bir şekilde gözlemleneceği varsayılarak KF alımından 1 saat 40 dakika sonra dikkat görevlerine başlanmış ve 2 saat 20 dakika sonra deney tamamlanmıştır.

Aynı anda en fazla iki katılımcının yer aldığı deney oturumlarında, katılımcılar çalışmayı normal aydınlatılmış, birbirlerini doğrudan göremeyeceği sessiz ve ılık bir ortamda, bilgisayar ekranı ile aralarındaki mesafe 60 cm olacak şekilde tamamlamıştır. Uyarılar 23.8" boyutunda (530 mm genişlik ve 290 mm yükseklik) ve 60 Hz ekran yenileme sıklığına (refresh rate) sahip monitörde (Acer Aspire C24-1650 All-In-One Desktop) sunulmuştur. OpenSesame programında tasarlanan dikkat görevleri Windows 11 Home işletim sisteminde uygulanmıştır. Veriler standart Q klavyesi kullanılarak toplanmıştır. Ekran çözünürlüğü hem Uzamsal İpucu Görevinde hem de Görsel Arama Görevinde 1920x1080 piksele ayarlanmıştır.

Üç içecekten birini içen katılımcıların yarısı (24 kişi; 12 erkek ve 12 kadın) 1 saat 40 dakika sonra Uzamsal İpucu Görevini uygulamaya başlamıştır. Görev çevresel ve merkezi ipucu koşulu olmak üzere iki alt görevi içermektedir. Öğrenme etkisini minimize etmek ve bilişsel görevlere aşinalık kazandırmak için katılımcılar her iki alt görevde 30 deneme içeren pratik bloğunu tamamlamıştır. Fakat pratik bloğundan elde edilen veriler istatistik analizine dahil edilmemiştir. Pratik bloğunu tamamlayan katılımcılar daha sonra her bir alt görev için 30 denemenin yer aldığı 6 deney bloğunu tamamlamıştır. Katılımcılara bloklar arasında arzu ederlerse kısa bir süre (10-15 sn) gözlerini dinlendirebilecekleri bilgisi verilmiştir.

Uzamsal İpucu Görevini tamamlayan katılımcılardan Görsel Arama Görevine başlamadan önce dinlenmeleri için beş dakika ara vermeleri istenmiştir. Katılımcılar 24 adet denemenin yer aldığı pratik bloğunu bitirdikten hemen sonra aynı sayıda deneme içeren 16 deney bloğunu tamamlamıştır. Hedef uyaran sekiz deney bloğunda kırmızı T harfi, diğer sekizinde ise mavi T harfi olarak belirlenmiştir ve söz konusu bloklar seçkisiz sırayla uygulanmıştır. Bir önceki görevde olduğu gibi katılımcılara yeni bir deney bloğuna geçmeden önce 10-15 saniye ara verebilecekleri söylenmiştir.

Çalışmada yer alan diğer 24 katılımcı ise (12 erkek ve 12 kadın) önce Görsel Arama Görevini daha sonra Uzamsal İpucu Görevini tamamlayacak şekilde deneyi tamamlamıştır.

#### **4.8. Verilerin Analizi**

Toplanan veriler *R* programlama dili ve *JASP 0.16.4* (Jeffrey`s Amazing Statistics Program) kullanılarak analiz edilmiştir. Hem Uzamsal İpucu Görevi hem de Görsel Arama Görevi için Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi (Repeated Measures ANOVA) ve Bonferroni post hoc testi yapılmıştır.

Örtük dikkat işlevlerinin değerlendirildiği Uzamsal İpucu Görevi için üç bağımsız değişken belirlenmiş olup bağımsız değişkenlerin sırasıyla 3, 2 ve 3 adet düzey sayısı bulunmaktadır. Dolayısıyla 3x2x3 Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi (Three-way Repeated Measures ANOVA) kullanılmıştır:

1. Bağımsız Değişken I: Deneysel ürün (kontrol/temel düzey, plasebo ve flavanol),
2. Bağımsız Değişken II: İpucu türü (merkezi ve çevresel)
3. Bağımsız Değişken III: İpucu geçerliliği (geçersiz, nötr, geçerli)

Açık dikkat işlevlerinin değerlendirildiği Görsel Arama Görevi için 3x2x3 Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi (3-way Repeated Measures ANOVA) kullanılmıştır. Bu görev için belirlenen bağımsız değişkenler aşağıda belirtilmiştir:

1. Bağımsız Değişken I: Deneysel ürün (kontrol/temel düzey, plasebo ve flavanol)
2. Bağımsız Değişken II: Arama türü (özellik arama ve bağlantı arama)
3. Bağımsız Değişken III: Toplam harf sayısı (12, 18 ve 24)

Her iki görevde de bağımlı değişken doğru tepki oranı (accuracy rate) ve tepki süresi (reaction time) olarak belirlenmiştir. Tepki sürelerinin ortalaması hesaplanırken yalnızca doğru yanıt verilen denemeler dikkate alınmıştır.

## BÖLÜM 5

### BULGULAR

#### 5.1. Ön Sonuçlar

Kadın (n=24) ve erkek (n=24) katılımcıların yaş, boy, kilo, beden kitle indeksi ve günlük tahmini flavanol tüketiminin ortalaması, standart sapması (S), minimum ve maksimum değerleri Tablo 6’da verilmiştir.

**Tablo 6.** Katılımcı Özellikleri

Değişken	Kadın		Erkek	
	<i>Ortalama ± S</i>	<i>Min-Mak</i>	<i>Ortalama ± S</i>	<i>Min-Mak</i>
Yaş	20.75 ± 0.68	20-22	20.92 ± 1.87	18-27
Boy (cm)	164.21 ± 6.28	150-178	178.54 ± 6.24	169-190
Kilo (kg)	54.79 ± 7.96	42-78	77.13 ± 14.79	54.5-124
BKİ (kg/m <sup>2</sup> )	20.34 ± 2.9	16.2-27.1	24.14 ± 4.1	17.2-38.7
GTFT (mg)	99.79 ± 52.78	18-220	91.38 ± 46.3	21-194

Deneysel ürünlerin uygulanış sırasının tam dengelendiği gruplara ait günlük tüketilen tahmini flavanol miktarı Tablo 7’de verilmiştir. Tek yönlü varyans analizi sonuçlarına göre tüketilen flavanol miktarı gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı değildir ( $F_{5,42} = .37, p = .87, \eta_p^2 = .04$ ).

**Tablo 7.** Grupların Tahmini Günlük Flavanol Tüketimi (mg)

Grup	<i>Minimum</i>	<i>Maksimum</i>	<i>Ortalama</i>	<i>S</i>
A	76	162	109.63	33.67
B	37	194	108.13	52.05
C	41	194	84.63	50.87
D	31	220	95.75	69.28
E	18	161	88.13	53.68
F	45	148	87.25	39

## 5.2. Uzamsal İpucu Görevi

Toplanan veriler analiz edilmeden önce verilerin tekrarlı ölçümlerde varyans analizinin varsayımlarını ihlal edip etmediği incelenmiştir. Doğru tepki oranı ve tepki sürelerini içeren veri setindeki aykırı değerler (outliers) *z skor* yöntemi kullanılarak tespit edilmiştir. Öncelikle tepki sürelerinin ortalaması alınmış ve ortalamanın iki standart sapma üstünde kalan veriler çıkarılmıştır. Ortalamanın iki standart sapma altında kalan değer 0 ms'ye tekabül etmektedir. Yanlışlıkla ya da hedef uyararı ortaya çıkmadan önce verilen yanıtların analiz sonuçlarını etkileyeceği dikkate alınarak 100 ms'den daha hızlı sürede verilen yanıtlar da veri setinden çıkarılmıştır.

Mauchly küresellik (sphericity) testi sonuçlarına göre ANOVA'nın küresellik varsayımı sağlanmamıştır. Epsilon değeri 0.75'ten küçükse Greenhouse-Geisser; 0.75'ten büyükse Huynh-Feldt düzeltmesi yapılmıştır. Uzamsal İpucu Görevindeki doğru tepki oranı ve tepki süresinin deneysel ürün, ipucu türü ve ipucu geçerliliğine göre farklılaşp farklılaşmadığını tespit etmek için 3 x 2 x 3 faktörlü tekrarlı ölçümlerde varyans analizi yapılmıştır. İstatistiksel olarak anlamlı bulunan temel ve ortak etkilerin kaynağını tespit etmek için Bonferroni düzeltmesinin kullanıldığı post hoc analizler yapılmıştır.

### 5.2.1. Doğru Tepki Oranına İlişkin ANOVA Sonuçları

ANOVA sonuçlarına göre ipucu türü ( $F_{1,47} = 36.63, p < .001, \eta_p^2 = .44$ ) ve ipucu geçerliliği ( $F_{1,04,49,03} = 35.54, p < .001, \varepsilon = .52, \eta_p^2 = .43$ ) temel etkileri istatistiksel olarak anlamlıdır. İpucu türünün iki düzeyi olduğu için post hoc analizine gerek duyulmamış, yalnızca aritmetik ortalamalarına bakılmıştır. Doğru tepki oranı merkezi ipucu koşulunda ortalama %93.5 ( $\pm 1$  SH) iken çevresel ipucu koşulunda %96.7'dir ( $\pm 0.5$  SH). İpucu geçerliliği için yapılan post hoc analizleri geçersiz ipucu koşulunda doğru tepki oranının geçerli ( $t_{93} = 7.96, p < .001$ ) ve nötr ( $t_{93} = 6.38, p < .001$ ) ipuçlarından istatistiksel olarak daha düşük olduğunu göstermektedir. Tepki doğruluğu bakımından geçerli ve nötr ipuçları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $t = 1.59, p = .35$ ). Geçerli, nötr ve geçersiz ipucu koşullarında doğru tepki oranı ortalamaları sırasıyla %98.7 ( $\pm 0.2$  SH), %96.9 ( $\pm 0.6$  SH) ve %89.7'dir ( $\pm 1.6$  SH).

İpucu türü \* ipucu geçerliliği ortak etkisi de istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $F_{1,14,53,47} = 31.94, p < .001, \varepsilon = .57, \eta_p^2 = .41$ ). Geçersiz merkezi ipuçlarında katılımcıların performansı geçersiz çevresel ( $t_{90} = 10, p < .001$ ), nötr merkezi ( $t_{90} = 8.67,$

$p < .001$ ), nötr çevresel ( $t_{90} = 9.27, p < .001$ ), geçerli merkezi ( $t_{90} = 10.41, p < .001$ ) ve geçerli çevresel ( $t_{90} = 10.33, p < .001$ ) ipucu koşullarına göre daha düşüktür. Buna ek olarak geçersiz çevresel ipuçlarındaki doğru tepki oranı geçerli merkezi ( $t_{90} = 3.56, p < .01$ ) ve geçerli çevresel ( $t_{90} = 3.44, p < .01$ ) ipuçlarına göre daha düşük çıkmıştır. Doğru tepki oranına dair ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 8’de verilmiştir.

**Tablo 8.** Uzamsal İpucu Görevinde Doğru Tepki Oranının Ortalaması ve Standart Sapması

Deneysel Ürün	İpucu Türü	İpucu Geçerliliği	Ortalama (%)	S (%)
Temel Düzey	Merkezi	Geçersiz	83.9	21
		Nötr	95.8	7.3
		Geçerli	98.4	1.9
	Çevresel	Geçersiz	93.8	10.9
		Nötr	97.3	3.7
		Geçerli	98.6	2.1
Plasebo	Merkezi	Geçersiz	86.1	14.5
		Nötr	96.8	4.8
		Geçerli	98.9	1.6
	Çevresel	Geçersiz	94.8	6.1
		Nötr	98	2.8
		Geçerli	98.8	1.6
Flavanol	Merkezi	Geçersiz	86	17.4
		Nötr	96.7	5.6
		Geçerli	98.6	2
	Çevresel	Geçersiz	93.5	8.4
		Nötr	96.9	3.9
		Geçerli	98.9	2.2

Uzamsal ipucu görevinin doğru tepki oranında, deneysel ürünün temel etkisi ( $F_{1.83,85.85} = 1, p = .37, \varepsilon = .91, \eta_p^2 = .02$ ), deneysel ürün \* ipucu türü ( $F_{1.81,85.07} = 2.03, p = .14, \varepsilon = .91, \eta_p^2 = .04$ ), deneysel ürün \* ipucu geçerliliği ( $F_{1.90,117.98} = .40, p = .66, \varepsilon = .48, \eta_p^2 = .01$ ) ve deneysel ürün \* ipucu türü \* ipucu geçerliliğinin ( $F_{2.81,132.13} = 0.95, p = .42, \varepsilon = .70, \eta_p^2 = .02$ ) ortak etkisi istatistiksel olarak anlamlı değildir. Dolayısıyla uzamsal

ipucu görevinde doğru tepki oranının yalnızca uyarıcı manipülasyonlarına bağlı olarak değiştiği söylenebilir.

### 5.2.2. Tepki Süresine İlişkin ANOVA Sonuçları

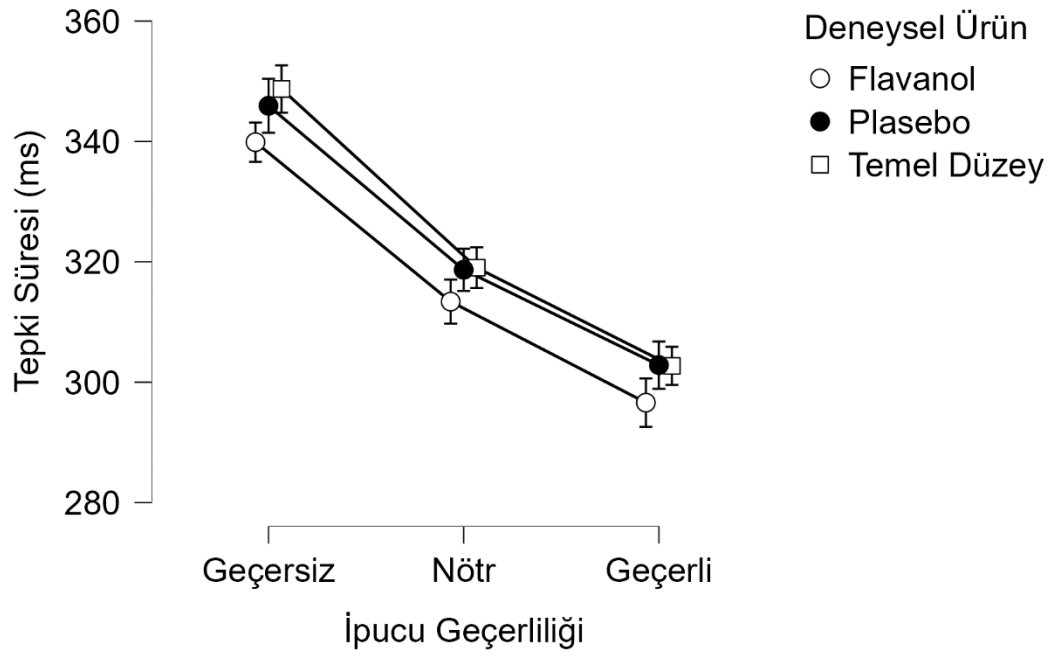
ANOVA sonuçlarına göre ipucu türü ( $F_{1,47} = 69.26, p < .001, \eta_p^2 = .60$ ) ve ipucu geçerliliği ( $F_{1,27,59.72} = 110.17, p < .001, \varepsilon = .64, \eta_p^2 = .70$ ) temel etkileri istatistiksel olarak anlamlıdır. Katılımcıların tepki sürelerine (ms) bakıldığında çevresel ipuçlarıyla ( $337.65 \pm 4.90$  SH) karşılaştırıldığında merkezi ipucu koşulunda ( $320.87 \pm 4.70$  SH) daha hızlı tepki verildiği görülmektedir. İpucu geçerliliğine dair post hoc analiz (Bonferroni düzeltmesi) sonuçları geçersiz ipucu koşulunda verilen tepkinin nötr ( $t_{93} = 11.32, p < .001$ ) ve geçerli ( $t_{93} = 13.98, p < .001$ ) ipuçlarına göre daha yavaş olduğunu göstermektedir. Ayrıca nötr ipucuyla karşılaştırıldığında katılımcılar geçerli ipucunda ( $t_{93} = 2.66, p < .05$ ) daha hızlı tepki vermiştir.

İpucu türü \* ipucu geçerliliği ortak etkisi de istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $F_{1,73,81.06} = 117.11, p < .001, \varepsilon = .86, \eta_p^2 = .71$ ). Geçersiz merkezi ipucuna kıyasla nötr merkezi ( $t_{90} = 12.66, p < .001$ ) ve geçerli merkezi ipuçlarında ( $t_{90} = 20.09, p < .001$ ); geçersiz çevresel ipucuna kıyasla nötr çevresel ( $t_{90} = 6.05, p < .001$ ) ve geçerli çevresel ipuçlarında ( $t_{90} = 3.03, p < .05$ ); nötr merkezi ipucuna kıyasla geçerli merkezi ipucunda ( $t_{90} = 7.43, p < .001$ ) katılımcılar daha hızlı tepki vermiştir.

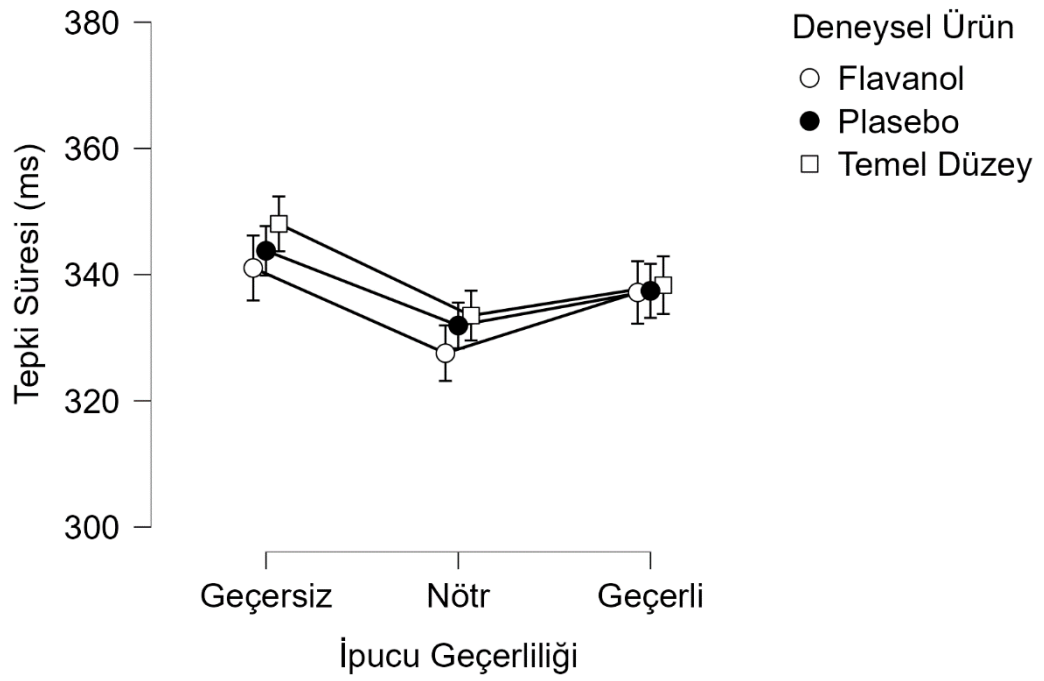
Uzamsal ipucu görevinde ortalama tepki süresine bakıldığında flavanol koşulunda daha hızlı tepki verilmesine rağmen (Şekil 5 ve 6), deneysel ürünün temel etkisi istatistiksel olarak anlamlı değildir ( $F_{2,94} = .57, p = .57, \eta_p^2 = .01$ ). Ayrıca deneysel ürün \* ipucu türü ( $F_{1,57,73.96} = .33, p = .66, \varepsilon = .79, \eta_p^2 = .01$ ), deneysel ürün \* ipucu geçerliliği ( $F_{3,48,163.48} = .90, p = .46, \varepsilon = .87, \eta_p^2 = .02$ ) ve deneysel ürün \* ipucu türü \* ipucu geçerliliğinin ( $F_{3,45,162.02} = .60, p = .64, \varepsilon = .86, \eta_p^2 = .01$ ) ortak etkisi istatistiksel olarak anlamlı çıkmamıştır. Uzamsal ipucu görevindeki tepki hızında deneysel ürün değil yalnızca uyarıcı özellikleri belirleyici olmuştur. Tablo 9'da tepki süresinin (ms) ortalama ve standart sapma değerleri sunulmuştur.



Şekil 5. Merkezi İpucu Koşulu Ortalama Tepki Süresi



Şekil 6. Çevresel İpucu Koşulu Ortalama Tepki Süresi



**Tablo 9.** Uzamsal İpucu Görevinde Tepki Süresinin Ortalaması ve Standart Sapması

Deneyisel Ürün	İpucu Türü	İpucu Geçerliliği	Ortalama (ms)	S (ms)
Temel Düzey	Merkezi	Geçersiz	348.72	46.06
		Nötr	319.02	37.41
		Geçerli	302.71	34.42
	Çevresel	Geçersiz	348.04	45.75
		Nötr	333.51	39.48
		Geçerli	338.33	42.14
Plasebo	Merkezi	Geçersiz	345.92	50.29
		Nötr	318.68	40.73
		Geçerli	302.84	42.61
	Çevresel	Geçersiz	343.78	45.44
		Nötr	331.94	40.04
		Geçerli	337.43	42.70
Flavanol	Merkezi	Geçersiz	339.88	37.66
		Nötr	313.39	36.85
		Geçerli	296.61	36.01
	Çevresel	Geçersiz	341.05	51.55
		Nötr	327.55	43.14
		Geçerli	337.18	48.20

### 5.3. Görsel Arama Görevi

Verilerin tekrarlı ölçümlerde varyans analizinin varsayımlarını sağladığından emin olmak için aykırı değerlere ve Mauchly küresellik testi sonuçlarına bakılmıştır. Tepki sürelerindeki aykırı değerler *z skoru* yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Ortalama tepki süresinin iki standart sapma üstünde olan veriler analizden önce çıkarılmıştır. 100 ms'den daha hızlı sürede yanıt verilen denemeler de katılımcıların yanlışlıkla ya da hedef uyarı ortaya çıkmadan önce tuşa bastığı varsayılarak çıkarılmıştır. Mauchly testinin uygulanmasıyla doğru tepki oranı ve tepki süresi verileri için ANOVA'nın küresellik varsayımının sağlandığı, ortaya çıkmıştır.

Deneyisel ürün, arama türü ve toplam harf sayısının Görsel Arama Görevinde verilen tepkilerin doğruluğu ve tepki süresine olan etkilerini tespit etmek için 3 x 2 x 3 faktörlü

tekrarlı ölçümlerde varyans analizi yapılmıştır. ANOVA sonuçlarında anlamlı bulunan temel ve ortak etkinin kaynağını belirlemek için Bonferroni post hoc testi kullanılmıştır.

### **5.3.1. Doğru Tepki Oranına İlişkin ANOVA Sonuçları**

ANOVA sonuçlarına göre arama türü ( $F_{1,47} = 435, p < .001, \eta_p^2 = .90$ ) ve toplam harf sayısının ( $F_{2,94} = 576.11, p < .001, \eta_p^2 = .93$ ) temel etkileri istatistiksel olarak anlamlıdır. Doğru tepki oranı özellik arama görevinde %98.4 ( $\pm 0.4$  SH), bağlantı arama görevinde %88.9'dur ( $\pm 0.4$  SH). Toplam harf sayısı için yapılan post hoc analizleri 12 harfin olduğu denemelerde tepki doğruluğunun 18 ( $t_{93} = 12.21, p < .001$ ) ve 24 ( $t_{93} = 33.53, p < .001$ ) harfe göre daha yüksek olduğunu göstermektedir. Ayrıca katılımcılar 18 harfin olduğu denemelerde 24 ( $t_{93} = 21.33, p < .001$ ) harfin olduğu denemelere kıyasla daha iyi performans göstermiştir.

Arama türü \* toplam harf sayısı ortak etkisi de istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $F_{2,94} = 448.92, p < .001, \eta_p^2 = .91$ ). 12 harfin olduğu bağlantı arama görevinde doğru tepki oranı 18 ( $t_{90} = 15.96, p < .001$ ) ve 24 ( $t_{90} = 44.40, p < .001$ ) harfin olduğu bağlantı arama görevlerine göre daha yüksek; 12 ( $t_{90} = 5.12, p < .001$ ), 18 ( $t_{90} = 4.99, p < .001$ ) ve 24 ( $t_{90} = 4.90, p < .001$ ) harfin olduğu özellik arama görevlerine göre daha düşük çıkmıştır. 18 harfli bağlantı arama görevindeki doğru tepki performansı 24 harfli bağlantı arama görevine ( $t_{90} = 28.44, p < .001$ ) göre daha yüksek; 12 ( $t_{90} = 15.47, p < .001$ ), 18 ( $t_{90} = 14.90, p < .001$ ) ve 24 ( $t_{90} = 15.14, p < .001$ ) harfli özellik arama görevlerine göre daha düşüktür. Son olarak 24 harfli bağlantı arama görevindeki doğru tepki oranı 12 ( $t_{90} = 33.70, p < .001$ ), 18 ( $t_{90} = 33.46, p < .001$ ) ve 24 ( $t_{90} = 32.69, p < .001$ ) harfli özellik arama görevlerine göre istatistiksel olarak daha düşüktür. Özellik arama görevinde toplam harf sayısının doğru tepki oranına bir etkisi bulunmamıştır ( $t_{90} < 1, p=1$ ).

Görsel arama görevinin doğru tepki oranında, deneysel ürünün temel etkisi ( $F_{2,94} = .33, p = .72, \eta_p^2 = .01$ ), deneysel ürün \* arama türü ( $F_{2,94} = .42, p = .66, \eta_p^2 = .01$ ), deneysel ürün \* toplam harf sayısı ( $F_{4,188} = 1.46, p = .22, \eta_p^2 = .03$ ) ve deneysel ürün \* arama türü \* toplam harf sayısının ( $F_{4,188} = 1.12, p = .35, \eta_p^2 = .02$ ) ortak etkisi istatistiksel olarak anlamlı çıkmamıştır. Tepki doğruluğuna dair ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 10'da verilmiştir

**Tablo 10.** Görsel Arama Görevinde Doğru Tepki Oranının Ortalaması ve Standart Sapması

DeneySEL Ürün	Arama Türü	Harf Sayısı	Ortalama (%)	S (%)
Temel Düzey	Özellik	12	98.4	2.7
		18	97.8	2.6
		24	98.3	1.9
	Bağlantı	12	95.4	3.9
		18	90.6	5.2
		24	80.3	6.8
Plasebo	Özellik	12	98.3	2.6
		18	98.4	1.9
		24	98.6	1.6
	Bağlantı	12	95.7	4.1
		18	90.6	6.1
		24	81.5	6.5
Flavanol	Özellik	12	98.7	1.4
		18	98.8	1.5
		24	98	2.6
	Bağlantı	12	96	4.6
		18	89.7	6.3
		24	80.1	6.8

### 5.3.2. Tepki Süresine İlişkin ANOVA Sonuçları

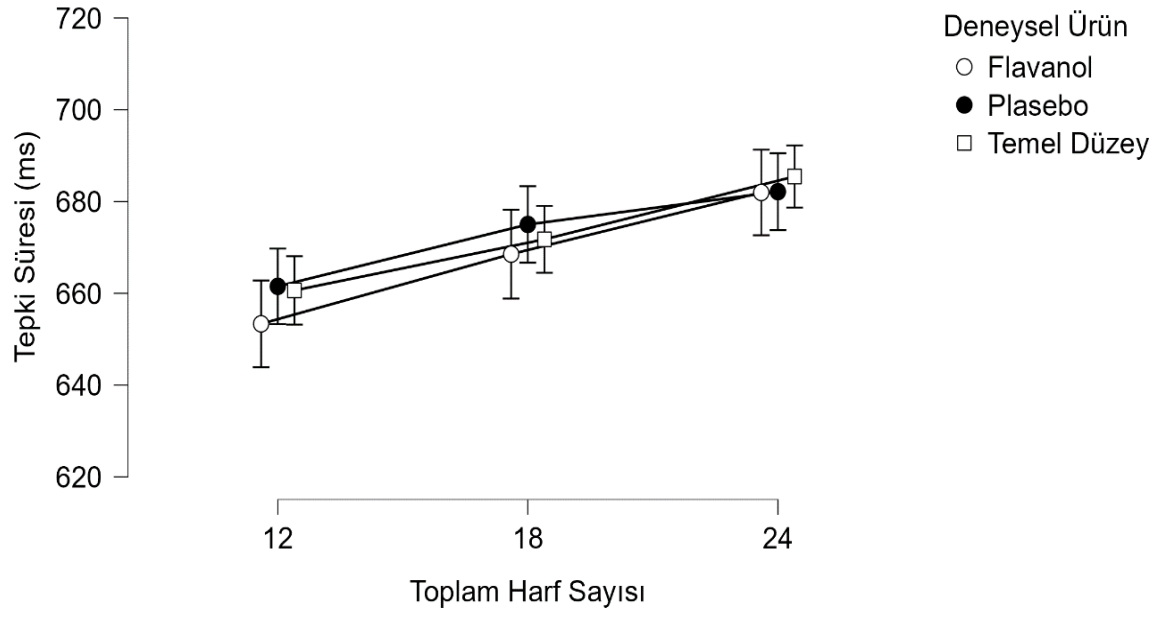
ANOVA sonuçlarına göre tepki süresinde arama türü ( $F_{1,47} = 4175.47$ ,  $p < .001$ ,  $\eta_p^2 = .99$ ) ve toplam harf sayısının ( $F_{2,94} = 307.19$ ,  $p < .001$ ,  $\eta_p^2 = .87$ ) temel etkileri istatistiksel olarak anlamlıdır. Tepki süresi özellik arama görevinde ortalama 673.01 ms (9.15 SH), bağlantı arama görevinde 1272.36 ms'dir (11.53 SH). Toplam harf sayısı için yapılan post hoc analizleri 12 harfin olduğu denemelerde tepki süresinin 18 ( $t_{93} = 15.30$ ,  $p < .001$ ) ve 24 ( $t_{93} = 26.27$ ,  $p < .001$ ) harfe göre daha hızlı olduğunu göstermektedir. Ayrıca katılımcılar 18 harfin olduğu denemelerde 24 ( $t_{93} = 8.99$ ,  $p < .001$ ) harfin olduğu denemelere kıyasla daha iyi performans göstermiştir.

Arama türü \* toplam harf sayısı ortak etkisi de istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $F_{2,94} = 233.72$ ,  $p < .001$ ,  $\eta_p^2 = .83$ ). 12 harfli bağlantı arama görevinde tepki süresi 18

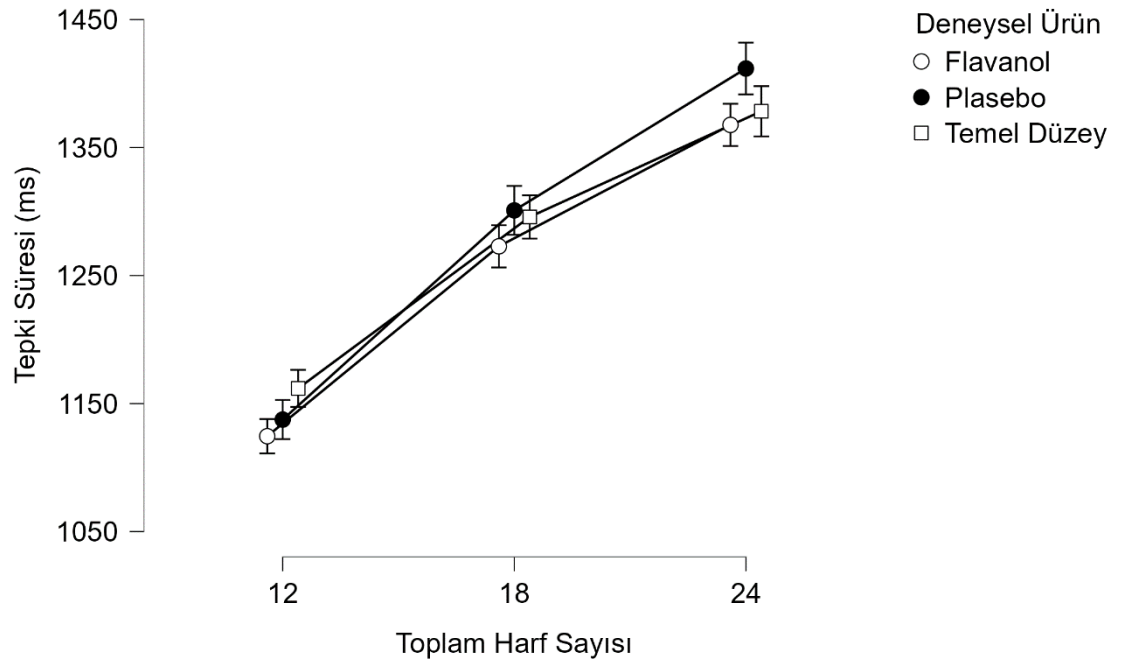
( $t_{90} = 19.81, p < .001$ ) ve 24 ( $t_{90} = 32.62, p < .001$ ) harfli bağlantı arama görevlerine göre daha hızlı; 12 ( $t_{90} = 43.62, p < .001$ ), 18 ( $t_{90} = 41.86, p < .001$ ) ve 24 ( $t_{90} = 40.93, p < .001$ ) harfli özellik arama görevlerine göre ise daha yavaştır. 18 harfli bağlantı arama görevindeki tepki süresi 24 harfli bağlantı arama görevine ( $t_{90} = 12.81, p < .001$ ) göre daha hızlı; 12 ( $t_{90} = 15.47, p < .001$ ), 18 ( $t_{90} = 14.90, p < .001$ ) ve 24 ( $t_{90} = 15.14, p < .001$ ) harfli özellik arama görevlerine göre daha yavaştır. 24 harfli bağlantı arama görevinde gösterilen performans 12 ( $t_{90} = 64.97, p < .001$ ), 18 ( $t_{90} = 64.77, p < .001$ ) ve 24 ( $t_{90} = 63.67, p < .001$ ) harfli özellik arama görevlerine göre tepki süresi bakımından daha düşüktür. Ayrıca 24 harfli özellik arama göreviyle kıyaslandığında 12 harfli özellik arama görevinde daha iyi performans sergilemişlerdir ( $t_{90} = 3.17, p < .05$ ).

Flavanol koşulundaki katılımcıların bağlantı arama görevinde daha iyi performans gösterdiğine dair bir trend olsa da (Şekil 7 ve 8) koşullar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı düzeye ulaşmamıştır. Görsel arama görevinin tepki süresinde, deneysel ürünün temel etkisi ( $F_{2,94} = .67, p = .51, \eta_p^2 = .01$ ), deneysel ürün \* arama türü ( $F_{2,94} = 1.84, p = .16, \eta_p^2 = .04$ ), deneysel ürün \* toplam harf sayısı ( $F_{4,188} = 0.45, p = .22, \eta_p^2 = .02$ ) ve deneysel ürün \* arama türü \* toplam harf sayısının ( $F_{4,188} = 1.47, p = .21, \eta_p^2 = .03$ ) ortak etkisi istatistiksel olarak anlamlı değildir. Tepki süresine dair ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 10'da verilmiştir.

Şekil 7. Özellik Arama Ortalama Tepki Süresi



Şekil 8. Bağlantı Arama Ortalama Tepki Süresi



**Tablo 11.** Görsel Arama Görevinde Tepki Süresinin Ortalaması ve Standart Sapması

Deneysel Ürün	Arama Türü	Harf Sayısı	Ortalama (ms)	S (ms)
Temel Düzey	Özellik	12	660.62	69.20
		18	671.75	64.64
		24	685.44	62.56
	Bağlantı	12	1162.32	130.89
		18	1309.39	135.01
		24	1374.31	146.18
Plasebo	Özellik	12	661.50	86.71
		18	674.99	91.08
		24	682.14	84.59
	Bağlantı	12	1146.43	142.27
		18	1304.65	166.04
		24	1415.44	463.55
Flavanol	Özellik	12	653.33	73.57
		18	668.52	70.20
		24	681.96	68.86
	Bağlantı	12	1112	104.78
		18	1272.45	129.39
		24	1376.56	129.29

## BÖLÜM 6

### SONUÇ VE TARTIŞMA

Tez çalışması kapsamında kakao flavanollerinin açık ve örtük dikkat performansını akut düzeyde artırabileceği hipotezi ileri sürülmüştür. Hipotezimize temel oluşturan dayanak ise başta nörovasküler eşleşme mekanizması olmak üzere kakao flavanollerinin bilişsel işlevlere olan direkt ve dolaylı fizyolojik etkileridir. Nörovasküler eşleşme nöronal aktivitenin bir sonucu olarak glikoz ve oksijen ihtiyacının, artış gösteren serebral kan akımıyla karşılanmasını sağlar. Beyin görüntüleme çalışmaları hem akut hem de düzenli kakao flavanollerinin alımının global serebral kan akımını artırdığını göstermektedir. Buna paralel olarak, dinlenme durumunda ve bilişsel bir görevin uygulandığı esnada flavanol takviyesini takiben parietal korteks ve anterior singulat korteks gibi dikkatten sorumlu beyin bölgelerinde kan akımı ve nöronal aktivitede artış gözlenmiştir (Camfield vd., 2012; Fox vd., 2019; Francis vd., 2006; Lampert vd., 2015). Bu bulguların ışığında hipotezimizi test etmek için seçkisiz, çift körlemesine, temel düzey- ve plasebo-kontrollü, deneysel ürün ve bilişsel görev uygulama sırası tam dengelenmiş çapraz desen bir çalışma yürütülmüştür. Fakat çalışma bulguları beklenin aksine akut doz flavanol takviyesinin söz konusu görsel uzamsal dikkat işlevleri üzerinde öngörülen olumlu etkilerini desteklememiştir. Ayrıca cinsiyet, beden kitle indeksi, günlük flavanol tüketimi ve sigara kullanımı gibi değişkenler dikkate alındığında da sonuçlarda bir değişiklik olmamıştır.

Bilgimiz dahilinde, mevcut çalışma kakao flavanollerinin örtük dikkat işlevlerine olan etkilerinin incelendiği ilk çalışma olmuştur. Örtük dikkat göz hareketlerini içermeden dikkatin görüş alanı içerisinde bir konuma ya da nesneye yöneltilmesidir ve Posner tarafından geliştirilen Uzamsal İpucu Görevi (Posner vd., 1978; Posner 1980; Posner vd., 1980) kullanılarak incelenmiştir. Dikkatin kontrollü ve istemli bir şekilde yönlendirildiği endojen (yukarıdan-aşağı) dikkat merkezi ipuçlarıyla; otomatik ve istemsiz olarak yönlendirildiği ekzojen (aşağıdan-yukarı) dikkat ise çevresel ipuçlarıyla değerlendirilmiştir. Beklendiği üzere, ipuçları geçerli olduğunda katılımcılar doğru tepki oranı ve tepki süresi bakımından en iyi performansı göstermiştir. Nötr ipuçlarıyla karşılaştırıldığında, geçersiz ipucu koşulunda katılımcılar daha çok hata yapmış ve daha



yavaş tepki vermiştir. Bu bulgular dikkatin yöneltildiği konumdaki görsel bilgilerin daha verimli ve hızlı bir şekilde işlendiği yönündeki kanıtları desteklemektedir.

Bununla birlikte deneysel manipülasyonun örtük dikkat işlevlerinde herhangi bir etkisi ortaya çıkmamıştır. Flavanol alımını takiben dikkat yöneliminden sorumlu parietal korteks ve dikkat kontrolünden sorumlu anterior singulat korteks bölgelerinde nöronal aktivasyonda bir artış gözlenmesine rağmen (Francis vd., 2006; Lamport vd., 2015), kakao flavanollerinin örtük dikkat işlevlerine akut düzeyde bir katkısı olmamıştır. Bu bulgular yönetici işlevlerin değerlendirildiği harf-rakam görev değişim testinde elde edilen sonuçlarla tutarlı görünmektedir (Francis vd., 2006). Araştırmacılar flavanollerin fizyolojik etkilerinin aksine davranışsal ölçümlere yansımamasını tavan etkisi ve katılımcılara nispeten düşük doz flavanol (172 mg) uygulanmasıyla açıklamıştır. Nitekim 563 mg flavanol uygulanan bir çalışmada (Tsukamoto vd., 2018) tepki ketleme ve sürdürülen dikkat becerilerinin değerlendirildiği renk-kelime Stroop testinde katılımcılar hata oranı değişmeden daha hızlı tepki vermiştir. Fakat bu çalışmaya ait bulgular örneklem büyüklüğünün oldukça küçük olması (n=10) nedeniyle titizlikle ele alınmalıdır.

Sürdürülen dikkat işlevlerinin değerlendirildiği bir diğer çalışmada (Grassi vd., 2016) flavanol takviyesinin yanı sıra uyku yoksunluğu manipüle edilmiştir. Araştırmacılar hem uyku hem de yoksunluk koşulunda 520 mg flavanol içeren çikolata tüketiminin Psikomotor Vijilans Görevinde performansı artırdığına dair bir kanıt sunamamıştır. Yalnızca yoksunluk koşulunda kadın katılımcılar flavanol aldıkları test oturumunda çalışma belleği işlevlerini ölçen 2-Geri Görevinde daha iyi performans göstermiştir. Flavanollerin davranışsal etkileri fizyolojik ölçümlerle de desteklenmiştir. Uyku yoksunluğu koşulunda kan akımı ile çalışma belleği performansı arasında pozitif bir ilişki olduğu saptanmıştır. Bununla birlikte, merkezi sinir sistemi üzerinde uyarıcı etkileri olduğu bilinen metilksantinlerin (kafein ve teobromin) flavanol ve plasebo koşullarında eşitlenmemesi araştırma sonuçlarını etkilemiş olabilir. Flavanol dışındaki biyoaktif maddelerin eşitlenmediği ve plasebo etkisinin kontrol edilmediği bir diğer çalışmada 773 mg flavanol alımı katılımcıların tüm görevlerde daha iyi performans göstermesini sağlamıştır (Field vd., 2011). Psikofizik tekniklerinin kullanıldığı çalışmalarda hareket ve görsel kontrast duyarlılığı katılımcıların yalnızca bitter

çikolata tükettikleri oturumda artmıştır. Araştırmacılar gözlemledikleri etkilerin flavanol alımını takiben retinal kan akımındaki artıştan kaynaklanmış olabileceğini belirtmişlerdir. Fakat, görsel işlevlerin yanı sıra uzamsal çalışma belleğinin değerlendirildiği nesne yeri hatırlama görevinde ve sürdürülen dikkat ile tepki ketleme becerilerini gerektiren seçim tepki süresi görevinde de flavanol alımı katılımcıların daha iyi performans göstermesini sağlamıştır.

Çalışmamızda açık dikkat işlevleri sakkadik göz hareketlerinin kullanımını gerektiren Görsel Arama Göreviyle değerlendirilmiştir. Beklendiği gibi, özellik arama görevinde doğru tepki oranı ve tepki süresi toplam uyarıcı sayısından (set size) neredeyse hiç etkilenmemiştir. Buna karşılık bağlantı arama görevinde toplam uyarıcı sayısı arttığında katılımcılar hem daha çok hata yapmış hem de daha yavaş tepki vermiştir. Her ne kadar çalışmamızda uygulanan görev tipik bir görsel arama görevinden farklı olsa da elde edilen sonuçlar literatürle uyumlu görünmektedir.

Görsel arama görevinde genellikle belirli sayıdaki çeldiriciler arasından hedef uyarıcının olup olmadığına karar verilir. Ekranda bulunan toplam uyarıcı sayısı ise her denemede manipüle edilir. Özellik arama görevinde toplam uyarıcı sayısının arama performansı üzerindeki bir etkisi bulunmamaktadır. Çünkü hedef uyarıcının renk gibi ayırt edici bir özelliğinin olması nedeniyle çeldiriciler arasından kolaylıkla ayırt edilir. Dikkat gerektirmeyen bu evrede tüm uyarıcılar otomatik ve paralel bir şekilde işlemlenir. Özellik arama görevlerindeki performans grafiğine bakıldığında toplam uyarıcı sayısı ile tepki süresi arasındaki eğim sıfıra yakındır (Wolfe, 1998). Odaklanmış dikkat gerektiren bağlantı arama görevinde ise hedef uyarıcı ile çeldiriciler arasında birden fazla ortak özellik olması nedeniyle, hedefi çeldiricilerden ayırt edebilmek için görme alanının seçici ve ardışık bir şekilde taranması gerekir. Arama ekranına her bir çeldiricinin eklenmesi, tepki süresini hedef uyarıcının olduğu denemelerde yaklaşık olarak 20-30 ms; hedefin olmadığı denemelerde 40-60 ms artmasına neden olur. Dolayısıyla bağlantı arama görevinde toplam uyarıcı sayısı ve tepki süresi arasındaki eğim lineer olarak artar (Wolfe, 1998).

Mevcut çalışmada görsel arama görevinde iki temel değişiklik yapılmıştır. Bunlardan ilki tüm harfler saat yönünde 0°, 90°, 180° ve 270° döndürülerek sunulmuştur. Harflerin oryantasyonlarında değişiklik yapılmasının sebebi çeldirici uyarıcıların benzerlik

seviyesinin algısal gruplamaya sebep olmasıdır (Duncan ve Humphreys, 1989). Çünkü hedef uyarıcı ile çeldiriciler arasındaki benzerlik seviyesi kadar çeldiricilerin kendi aralarındaki benzerlik seviyesi de arama performansını belirlemektedir. Özellik bütünleştirme kuramına göre özellik arama (örn. mavi L'lerin arasında kırmızı T'yi aramak) dikkat öncesi evrede gerçekleşirken, bağlantı arama (örn. mavi T ve kırmızı L'lerin arasından kırmızı T'yi aramak) odaklanmış dikkat evresinde gerçekleşir. Fakat, Gestalt benzerlik ilkesine göre aynı özelliklere sahip uyarıcılar gruplandırılarak algılanır ve buna bağlı olarak bağlantı arama görevinde dikkat öncesi evrede olduğu gibi paralel işleme gerçekleşir (Müller vd., 2013; Styles, 2005). Bu gerekçeyle bağlantı arama görevinde göze çarpma fenomenini ortadan kaldırmak için tüm uyarıcıların oryantasyonlarında değişiklik yapılmıştır. Görsel arama görevinde yapılan diğer değişiklik ise hedef uyarıcılara verilen tepki olmuştur. Tipik bir görsel arama görevinde hedef uyarıcının arama ekranında olup olmamasına göre yanıt verilir. Özellik arama görevinde renk gibi ayırt edici güçlü bir özellik hedef uyarıcının gözleri hareket ettirmeden saptanmasına olanak tanıyabilir. Mevcut çalışmada açık dikkat işlevlerinin ölçüldüğünden emin olmak için hedef uyarıcının oryantasyonuna göre yanıt verildiği bir deney tasarlanmıştır. Böylece, hedef uyarıcının saptanmasının (detection) yanı sıra tanımlanmasını (identification) içeren görev sakkadik göz hareketlerini gerektirmiştir. Çalışmamızdan elde edilen bulgular toplam uyarıcı sayısı ve tepki süresi arasındaki ilişkiyi yansıtmaktadır. 12 harfli bağlantı arama görevinde ortalama tepki süresi 1140 ms iken 24 harfli bağlantı arama görevinde 1385 ms'dir. Wolfe'un (1998) aktardığı üzere her bir çeldirici tepki süresini 20-30 ms artırır ve mevcut çalışmada bu süre 20 ms'nin biraz üzerindedir. Buna karşılık özellik arama görevinde tepki süresi toplam uyarıcı sayısından neredeyse hiç etkilenmemiştir. Her bir çeldirici tepki süresini 2 ms artırmıştır. Bu sonuçlar toplam uyarıcı sayısı ve tepki süresi arasındaki performans grafiğinde eğimin sifıra yakın olmasıyla tutarlıdır.

Bununla birlikte deneysel manipülasyonlara bakıldığında açık dikkat işlevlerinin kakao flavanollerinden etkilendiğine dair bir kanıt elde edilememiştir. Flavanol alınan oturumda bağlantı arama görevindeki tepki süresi ortalama 25 ms daha hızlı olmasına rağmen deneysel koşullar arasındaki fark anlamlı düzeye ulaşmamıştır. Görsel arama görevinin uygulandığı bir diğer çalışmada (Karabay vd., 2018) kakao flavanollerinin görsel uzamsal dikkat üzerinde olumlu etkileri gözlemlenmiştir. Bu çalışmada

katılımcılar 374 mg flavanol aldıkları oturumda doğru tepki oranı değişmeden daha hızlı tepki vermiştir. Örneklem büyüklüğü ve araştırma deseninin aynı olduğu iki çalışmada farklı sonuçlara ulaşılmasının nedeni uygulanan görsel arama görevindeki farklılıklar olabilir. Mevcut çalışmada farklı oryantasyonlarda sunulan çeldiriciler arasından hedef uyarıcının tanımlanması istenirken, Karabay ve diğerlerinin (2018) çalışmasında hedefin arama ekranında olup olmamasına göre yanıt verilmesi yani yalnızca saptanması istenmiştir. Nitekim bu çalışmada flavanollerin pozitif etkileri özellikle hedef uyarıcının olmadığı denemelerde ortaya çıkmıştır.

Çalışmamızda pozitif etkilerin gözlemlenmemesinin olası sebeplerinden biri örneklem seçimidir. Mevcut sonuçlar halihazırda yüksek bilişsel becerilere sahip ve tepkileri hızlı sağlıklı genç üniversite öğrencilerinin test edilmesiyle ilgili olabilir. Çünkü flavanollerin etki mekanizmasında yaş ve patolojinin oldukça önemli birer değişken olduğu düşünülmektedir (Nehlig, 2013). Akut etkilerin incelendiği çalışmalarda örneklem genellikle genç ve sağlıklı yetişkinlerden seçilmiştir. Bu nedenle yaş ekseninde karşılaştırma yapabilmek için yeteri kadar veri bulunmamaktadır. Fakat uzun süreli kakao flavanollerini alımının etkilerine odaklanan çalışmalarda farklı yaş gruplarından ve klinik örneklemden katılımcıların yer alması bunun değerlendirilmesine olanak tanımıştır. Bu çalışmalara bakıldığında yaşlıların flavanol tüketiminden daha fazla yararlandığına dair bir trend olduğu söylenebilir (Karataş vd., 2022). Doz ve uygulama süresinden bağımsız olarak, ortalama yaşı 55'in üzerinde olan katılımcıların yer aldığı altı çalışmanın dördünde pozitif etkiler gözlemlenmiştir. Buna karşılık, ortalama yaşı 55'ten küçük katılımcıların yer aldığı dört çalışmanın hiçbirinde flavanollerin bilişsel performansa bir katkısı olmamıştır. İleri yaştaki bireylerin flavanollerden daha fazla fayda sağladığı fizyolojik ölçümlerin alındığı çalışmalarla da ortaya konmuştur. Genç yetişkinlerle kıyaslandığında, 821 mg flavanol alımının kan akımı ve kan basıncına olan olumlu etkilerinin yaş ortalaması 61 olan sağlıklı yaşlılarda daha büyük olduğu gösterilmiştir (Fisher ve Hollenberg, 2006). Ayrıca kakao flavanollerinin kan serumunda BDNF seviyesini ve genel bilişsel performansı artırdığı; serum BDNF ile yaş arasında negatif, bilişsel işlevlerle arasında pozitif bir ilişki olduğu gösterilmiştir (Neshatdoust vd., 2016). Bu sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde, flavanollerin bilişsel işlevleri desteklemesinde yaş ve yaşla ilişkili hastalıkların (örn.

kardiyovasküler ve nörodejeneratif hastalıklar) önemli bir belirleyici olduğu söylenebilir.

Pozitif etkilerin bulunmamasının bir diğer olası nedeni ise uygulama süresidir. Kakao flavanollerinin fizyolojik etkilerine bakıldığında nörobilişsel işlevler üzerinde kısa süreli ani ve uzun süreli kalıcı etkilerinden bahsedilebilir. Akut etkilerin endotel hücrelerde nitrik oksit sentezlenmesi sonucu kısa süreli olduğu düşünülmektedir. Uzun süreli tüketimde ise sinir sisteminde gerçekleşen yapısal ve işlevsel değişimler kalıcı etkilere neden olur (Martin vd., 2020; Sokolov vd., 2013). Bu bağlamda tek doz flavanol takviyesi görsel uzamsal dikkat performansını tutarlı bir şekilde artıracak kadar güçlü bir etkiye sahip olmayabilir. Flavanollerin uzun süreli etkilerinin incelendiği çalışmalara bakıldığında pozitif etkiler genellikle uygulama süresinin en az 8 hafta olduğu çalışmalarda ortaya çıkmıştır (Karataş vd., 2022).

Çalışmamızda kakao flavanollerinin akut etkilerinin incelendiği çalışmalarda araştırma bulgularını yanlı bir şekilde etkileme potansiyeli olan faktörler dikkate alınmış ve karıştırıcı değişkenleri minimum düzeyde tutacak kontrol teknikleri uygulanmıştır. Bilişsel ve görsel işlevler üzerinde olumlu akut etkilerin raporlandığı iki çalışmada (Field vd., 2011; Grassi vd.; 2016) uygulanan deneysel ürünler farklı miktarlarda metilksantin içermektedir. Adenozin reseptörlerine bağlanarak antagonist etki gösteren metilksantinlerin gözlemlenen olumlu etkilerde pay sahibi olabileceği göz ardı edilemez. Ayrıca deneysel ürünlerin bitter ve beyaz çikolata olduğu çalışmada (Field vd., 2011) plasebo etkisinin sonuçları etkilemiş olabileceğinden bahsetmek mümkündür. Söz konusu etkileri kontrol etmek için tez çalışmasında eşit miktarda metilksantin içeren natürel ve alkalize kakao kullanılmıştır. Ayrıca iki deneysel ürünün tat ve renginden ayırt edilmesini önlemek adına yapılan işlemler nedeniyle plasebo etkisinin kontrol altına alındığı söylenebilir.

Uygulanan flavanol miktarı (710 mg) ise flavanol takviyesi ve kan akımına bağlı damar genişlemesi arasındaki doz-yanıt ilişkisinin incelendiği çalışma bulgularına göre belirlenmiştir. İncelenen seçkisiz kontrollü 15 çalışmada deney koşulundaki katılımcılar kontrol koşuluna göre 80 ila 1248 mg daha fazla flavanol tüketmiştir. Kan akımına bağlı damar genişlemesinde en ideal miktarın 710 mg flavanol (95 mg epikateşin ve 25 mg kateşin) olduğu tespit edilmiştir (Sun vd., 2019). Flavanol miktarı ile bilişsel işlevler

arasındaki ilişkinin incelendiği başka bir meta-analiz çalışmasında olumlu etkilerin genellikle 500-750 mg alımlarında gerçekleştiği öne sürülmüştür (Barrera-Reyes vd., 2020). Dolayısıyla çalışmamızda pozitif bir etki gözlemlenmemesinin uygulanan dozla bir ilgisinin olmadığı düşünülmektedir.

Mevcut çalışmanın güçlü yönlerinden bir diğeri, her bir katılımcı için ölçümlerin aynı zaman diliminde alınmasıdır. Tepki süresi, gün içinde değişkenlik gösteren vücut ısısı ve kortizol salgılanması gibi fizyolojik faktörlerle yakından ilişkilidir. Sabahları genellikle daha uzun olan tepki süresi gün boyunca azalır ve günün en erken saatlerinde en üst noktaya ulaşır (Petersen ve Posner, 2012). Sirkadyen döngüye bağlı olarak gerçekleşen bu değişimlerin araştırma sonuçlarını etkilememesi (diurnal effects) için her bir katılımcının üç oturuma da aynı gün ve aynı saatte katılmaları sağlanmıştır. Ayrıca açık ve örtük dikkat işlevlerini isabetli bir şekilde değerlendiren ve beyin görüntüleme yöntemlerinin kullanıldığı çalışmalarla desteklenen dikkat görevleri uygulanmıştır. Bu görevlerin orijinal versiyonları üzerinde birtakım değişiklikler yapılmış olsa da elde edilen bulgular literatürdeki çalışmalarla paralellik göstermektedir (Cornell vd., 2016; Wolfe, 1998).

Son olarak, çalışmanın metodolojik kalitesinin belirli standartları karşılması için Fizyoterapi Kanıt Veritabanı (PEDro) Ölçeğinde yer alan 11 kriter dikkate alınmıştır. Çalışma doktora tezi kapsamında yapıldığı için yalnızca yedinci madde olan üçlü-körlemesine (triple-blind) kriterini karşılamamış ve PEDro Ölçeğinde 10 üzerinden 9 puan alacak şekilde tamamlanmıştır. PEDro Ölçeğinde 4'ten düşük puan "zayıf", 4-5 puan "orta", 6-8 puan arası "iyi", 9-10 puan ise "çok iyi" olarak değerlendirilmektedir (Cashin ve McAuley, 2020).

Elde edilen sonuçları kesin olarak kabul etmeden önce çalışmamızın bazı sınırlılıkları olduğundan da bahsetmek gerekir. Flavanol takviyesinin açık ve örtük dikkat performansını artırmamasına rağmen tepki sürelerine bakıldığında katılımcıların flavanol aldıkları oturumda daha hızlı olduklarına dair bir trend mevcuttur (Şekil 5-8). Ortalama tepki süresinin daha düşük olmasına rağmen pozitif etkilerin ortaya çıkmamasında istatistiksel gücün ( $1-\beta$ ) yeterli düzeyde olmaması rol oynamış olabilir. Örneklem verilerini kullanarak popülasyon hakkında genelleme yapabilmek için istatistiksel gücün yüksek olması gerekir. İstatistiksel güç bağımsız değişkenin gerçek

bir etkiye sahip olması durumunda yokluk hipotezini reddetme olasılığıdır (Pagano, 2013). Esas olarak örneklem büyüklüğü, etki büyüklüğü ve anlamlılık seviyesinden ( $\alpha$ ) etkilenir. Bu gerekçelerden dolayı daha fazla katılımcının yer aldığı bir çalışmada istatistiksel gücü artırarak farklı sonuçlar elde edilebilir. Yine de yalnızca davranışsal ölçüm araçları kullanılarak akut etkilerin incelendiği çapraz desen çalışmalarda örneklem 30 ila 48 katılımcıdan oluştuğunu ifade etmek gerekir.

Ayrıca uygulanan dikkat görevlerinin flavanol takviyesinin olası pozitif etkilerini ortaya koyabilecek kadar hassas olmaması ihtimaller dahilindedir. Bu bağlamda kakao flavanollerinin alımının söz konusu dikkat görevleri üzerindeki etkilerini ele alan bir çalışmada beyin görüntüleme yöntemlerinin kullanılması ya da fizyolojik ölçümlerin alınması neden-sonuç ilişkisi kurulması ve davranışsal ölçümlerin fizyolojik verilerle desteklenmesi bakımından önemlidir.

Çalışmamızda sınırlılık olarak değerlendirilebilecek bir diğer husus ise madde etkileşimlerinin kontrol edilmemesidir. Kakao bilişsel işlevler üzerinde potansiyel etkileri olduğu bilinen maddeleri içermektedir. Flavanol miktarıyla kıyaslandığında, kakao ve çikolatadaki teobromin ve kafein miktarının önemli farmakolojik etkileri açığa çıkarabilmesi için gerekenden daha düşük olduğu öne sürülmüştür (Socci vd., 2017). Mevcut çalışmada kakao ürünlerinin flavanol dışındaki diğer biyoaktif maddeleri eşit miktarda içermesi nedeniyle gözlemlenen etkilerin flavanollere atfedilebileceğini söylemek mümkündür. Buna rağmen flavanollerin bu maddelerle etkileşime girerek sinerjik ya da antagonistik etkilere neden olabileceği de göz ardı edilmemelidir. Kakao ya da çikolata yerine yalnızca flavanol içeren takviye kullanımıyla potansiyel madde etkileşimlerinin üstesinden gelinebilir.

Ayrıyeten, flavanol ve plasebo koşullarındaki içecekler sırasıyla 245,7 ve 527 mg potasyum içermektedir. Günlük potasyum ihtiyacının 19-30 yaş arası erkekler için 3400 mg, kadınlar için 2600 mg olduğu dikkate alındığında (National Academies of Sciences, Engineering and Medicine, 2019), deneysel ürünlerdeki yaklaşık 300 mg potasyum farkının çalışma sonuçlarını etkilediği düşünülmemektedir. Çok küçük bir ihtimal de olsa potasyumdan kaynaklı etkiler minerallerin eşitlendiği bir işlemlerle bertaraf edilebilir.

Çalışmamızdaki tüm test oturumları görevlere aşinalık kazandırmak için pratik bloğuyla başlamasına rağmen, katılımcıların yalnızca alıştırmayı yaptıkları ayrı bir test oturumu

düzenlenmemiştir. Deneysel ürünlerin ve bilişsel görevlerin uygulanış sırası katılımcılar arasında tam dengelenmiş olsa da bu yöntem sıralama etkisini ortadan kaldırmayı garantilemez (Kantowitz vd., 2014). Dolayısıyla ileride yapılacak olan çapraz desen çalışmalarda katılımcıların yalnızca alıştırma yapmaları için ayrı bir test günü planlanması önerilir. Alternatif olarak, grupların mümkün mertebe eşdeğer olması için gerekli örneklem sayısına ulaşıldığında paralel desen bir çalışma yapılarak bahsedilen problemlerin tamamen üstesinden gelinebilir.

Bir diğer önemli husus ise, gelecekte farklı yaş gruplarından katılımcıların yer aldığı bir araştırma tasarlanmasıdır. Bunun başarılı bir örneği yalnızca örneklemin farklı olduğu iki eşdeğer çalışma yapılarak gösterilmiştir. *Cocoa, Cognition and Aging* (CoCoA) adlı çalışma grubu kakao flavanollerinin subkronik etkilerini hafif bilişsel bozukluk tanısı alan bireylerde (Desideri vd., 2012) ve sağlıklı yaşlılarda (Mastroiacovo vd., 2014) incelemiştir. Kakao flavanolleri iki gruptaki katılımcıların özellikle insülin duyarlılığını artırarak zihinsel esneklik, dikkat ve çalışma belleği gibi bilişsel işlevlerin değerlendirildiği görevlerde daha iyi performans göstermesini sağlamıştır. Fakat sağlıklı yaşlılar ile kıyaslandığında, değişen insülin duyarlılığının bilişsel işlevlere olan katkısının hafif bilişsel bozukluk tanısı alan katılımcılarda iki kat daha fazla olduğu gösterilmiştir (Karataş vd., 2022). Ayrıca dikkat, bellek ve yönetici işlevler gibi bilişsel süreçlerin özellikle yaşlanmayla birlikte düşüşe geçtiği bilinmektedir (Barrera-Reyes vd., 2020). Bu sonuçlara dayanarak, görsel uzamsal dikkat işlevlerinin bozulduğu klinik örnekleme ya da farklı yaş gruplarından katılımcıların yer aldığı yeni bir çalışma yapılması flavanollerin potansiyel etkilerini görebilmek açısından önem taşımaktadır.



## KAYNAKLAR

- Alıcı, T. (2018). *Öğrenmenin bilimsel temelleri*. Kaknüs Yayınları.
- Altınok, A., Karabay, A., & Akyürek, E. G. (2022). Acute effects of cocoa flavanols on visual working memory: maintenance and updating. *European Journal of Nutrition*, 61(3), 1665-1678. <https://doi.org/10.1007/s00394-021-02767-x>
- Bakan, P. (1959). Extraversion-introversion and improvement in an auditory vigilance task. *British Journal of Psychology*, 50(4), 325-332.
- Barrera-Reyes, P. K., de Lara, J. C.-F., González-Soto, M., & Tejero, M. E. (2020). Effects of cocoa-derived polyphenols on cognitive function in humans. Systematic review and analysis of methodological aspects. *Plant Foods for Human Nutrition*, 75(1), 1–11. <https://doi.org/10.1007/s11130-019-00779-x>
- Beauchamp, M. S., Petit, L., Ellmore, T. M., Ingeholm, J., & Haxby, J. V. (2001). A parametric fMRI study of overt and covert shifts of visuospatial attention. *Neuroimage*, 14(2), 310-321. <https://doi.org/10.1006/nimg.2001.0788>
- Bernhoft, A. (2010). A brief review on bioactive compounds in plants. *Bioactive compounds in plants-benefits and risks for man and animals*, 50, 11-17.
- Boolani, A., Lindheimer, J. B., Loy, B. D., Crozier, S., & O'Connor, P. J. (2017). Acute effects of brewed cocoa consumption on attention, motivation to perform cognitive work and feelings of anxiety, energy and fatigue: a randomized, placebo-controlled crossover experiment. *BMC Nutrition*, 3(1), 8. <https://doi.org/10.1186/s40795-016-0117-z>
- Bond, A., & Lader, M. (1974). The use of analogue scales in rating subjective feelings. *British Journal of Medical Psychology*, 47(3), 211-218. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8341.1974.tb02285.x>
- Bravo, L. (2009). Polyphenols: Chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. *Nutrition Reviews*, 56(11), 317–333. <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.1998.tb01670.x>
- Brickman, A. M., Khan, U. A., Provenzano, F. A., Yeung, L. K., Suzuki, W., Schroeter, H., ... & Small, S. A. (2014). Enhancing dentate gyrus function with dietary flavanols improves cognition in older adults. *Nature Neuroscience*, 17(12), 1798. <https://doi.org/10.1038/nn.3850>

- Burwick, T. (2014). The binding problem. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, 5(3), 305-315. <https://doi.org/10.1002/wcs.1279>
- Bush, G., Luu, P., & Posner, M. I. (2000). Cognitive and emotional influences in anterior cingulate cortex. *Trends in Cognitive Sciences*, 4(6), 215-222. [https://doi.org/10.1016/s1364-6613\(00\)01483-2](https://doi.org/10.1016/s1364-6613(00)01483-2)
- Calver, A., Collier, J., & Vallance, P. (1992). Nitric oxide and blood vessels: physiological role and clinical implications. *Biochemical Education*, 20(3), 130-135. [https://doi.org/10.1016/0307-4412\(92\)90048-q](https://doi.org/10.1016/0307-4412(92)90048-q)
- Camfield, D. A., Scholey, A., Pipingas, A., Silberstein, R., Kras, M., Nolidin, K., ... & Stough, C. (2012). Steady state visually evoked potential (SSVEP) topography changes associated with cocoa flavanol consumption. *Physiology & Behavior*, 105(4), 948-957. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2011.11.013>
- Carlson, N. R. (2013). *Foundations of behavioral neuroscience*. Pearson Education.
- Cashin, A. G., & McAuley, J. H. (2020). Clinimetrics: Physiotherapy evidence database (PEDro) scale. *Journal of Physiotherapy*, 66(1), 59. <https://doi.org/10.1016/j.jphys.2019.08.005>
- Chapman, P. F., Atkins, C. M., Allen, M. T., Haley, J. E., & Steinmetz, J. E. (1992). Inhibition of nitric oxide synthesis impairs two different forms of learning. *Neuroreport: An International Journal for the Rapid Communication of Research in Neuroscience*. <https://doi.org/10.1097/00001756-199207000-00005>
- Connell, C. J. W., Thompson, B., Kuhn, G., & Gant, N. (2016). Exercise-induced fatigue and caffeine supplementation affect psychomotor performance but not covert visuo-spatial attention. *PLOS ONE*, 11(10), e0165318. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0165318>
- Corbetta, M., Akbudak, E., Conturo, T. E., Snyder, A. Z., Ollinger, J. M., Drury, H. A., Linenweber, M. R., Petersen, S.E., Raichle, M. E., Van Essen, D. C., & Shulman, G. L. (1998). A common network of functional areas for attention and eye movements. *Neuron*, 21(4), 761-773. [https://doi.org/10.1016/s0896-6273\(00\)80593-0](https://doi.org/10.1016/s0896-6273(00)80593-0)
- Corti, R., Flammer, A. J., Hollenberg, N. K., & Lüscher, T. F. (2009). Cocoa and cardiovascular health. *Circulation*, 119(10), 1433-1441. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.108.827022>

- Crews Jr, W. D., Harrison, D. W., & Wright, J. W. (2008). A double-blind, placebo-controlled, randomized trial of the effects of dark chocolate and cocoa on variables associated with neuropsychological functioning and cardiovascular health: clinical findings from a sample of healthy, cognitively intact older adults. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 87(4), 872-880.  
<https://doi.org/10.1093/ajcn/87.4.872>
- Crozier, S. J., Preston, A. G., Hurst, J. W., Payne, M. J., Mann, J., Hainly, L., & Miller, D. L. (2011). Cacao seeds are a "Super Fruit": A comparative analysis of various fruit powders and products. *Chemistry Central Journal*, 5(1), 1-6.  
<https://doi.org/10.1186/1752-153x-5-5>
- Csipo, T., Lipecz, A., Owens, C., Mukli, P., Perry, J. W., Tarantini, S., Balasubramanian, P., Nyúl-Tóth, Á., Yabluchanska, V., Sorond, F. A., Kellawan, J. M., Purebl, G., Sonntag, W. E., Csiszar, A., Ungvari, Z., & Yabluchanskiy, A. (2021). Sleep deprivation impairs cognitive performance, alters task-associated cerebral blood flow and decreases cortical neurovascular coupling-related hemodynamic responses. *Scientific Reports*, 11(1), 1-13.  
<https://doi.org/10.1038/s41598-021-00188-8>
- DeCarli, C. (2012). Assessing the brain as an end-organ of vascular disease. *Nature Reviews Cardiology*, 9(8), 435–436. <https://doi.org/10.1038/nrcardio.2012.92>
- De Haan, B., Morgan, P. S., & Rorden, C. (2008). Covert orienting of attention and overt eye movements activate identical brain regions. *Brain Research*, 1204, 102-111. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2008.01.105>
- Desideri, G., Kwik-Urbe, C., Grassi, D., Necozone, S., Ghiadoni, L., Mastroiacovo, D., Raffaele, A., Ferri, L., Bocale, R., Lechiara, M. C., Marini, C., & Ferri, C. (2012). Benefits in cognitive function, blood pressure, and insulin resistance through cocoa flavanol consumption in elderly subjects with mild cognitive impairment: the Cocoa, Cognition, and Aging (CoCoA) study. *Hypertension*, 60(3), 794-801. <https://doi.org/10.1161/hypertensionaha.112.193060>
- Deurveilher, S., Bush, J. E., Rusak, B., Eskes, G. A., & Semba, K. (2015). Psychomotor vigilance task performance during and following chronic sleep restriction in rats. *Sleep*, 38(4), 515-528. <https://doi.org/10.5665/sleep.4562>
- Dinges, D. F., & Powell, J. W. (1985). Microcomputer analyses of performance on a

- portable, simple visual RT task during sustained operations. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 17(6), 652-655.  
<https://doi.org/10.3758/bf03200977>
- Diplock, A. (1998). Healthy life styles nutrition and physical activity: Antioxidant nutrients. *ILSI Europe Concise Monograph Series*, 59.  
<https://doi.org/10.1177/108201329900500511>
- Driver, J. (2001). A selective review of selective attention research from the past century. *British Journal of Psychology*, 92(1), 53-78.  
<https://doi.org/10.1348/000712601162103>
- Duncan, J., & Humphreys, G. W. (1989). Visual search and stimulus similarity. *Psychological Review*, 96(3), 433. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.96.3.433>
- Ennaceur, A. and Delacour, J. (1988) A new one-trial test for neurobiological studies of memory in rats.1: Behavioral data. *Behavioural Brain Research*, 31(1) 47-59. [http://dx.doi.org/10.1016/0166-4328\(88\)90157-X](http://dx.doi.org/10.1016/0166-4328(88)90157-X)
- Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A. G., & Buchner, A. (2007). G\* Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*, 39(2), 175-191.  
<https://doi.org/10.3758/bf03193146>
- Field, D. T., Williams, C. M., & Butler, L. T. (2011). Consumption of cocoa flavanols results in an acute improvement in visual and cognitive functions. *Physiology & Behavior*, 103(3-4), 255-260. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2011.02.013>
- Findlay, J. M., & Gilchrist, I. D. (2003). Visual selection, covert attention and eye movements. *Active Vision: The Psychology of Looking and Seeing*, 35-54.  
<https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198524793.003.0003>
- Fisher, N. D., & Hollenberg, N. K. (2006). Aging and vascular responses to flavanol-rich cocoa. *Journal of Hypertension*, 24(8), 1575–1580.  
<https://doi.org/10.1097/01.hjh.0000239293.40507.2a>
- Fisher, N. D., Hughes, M., Gerhard-Herman, M., & Hollenberg, N. K. (2003). Flavanol-rich cocoa induces nitric-oxide-dependent vasodilation in healthy humans. *Journal of Hypertension*, 21(12), 2281-2286. <https://doi.org/10.1097/00004872-200312000-00016>
- Fox, M., Meyer-Gerspach, A. C., Wendebourg, M. J., Gruber, M., Heinrich, H., Sauter,

- M., Woelnerhanssen, B., Koeberle, D., & Jüngling, F. (2019). Effect of cocoa on the brain and gut in healthy subjects: A randomised controlled trial. *British Journal of Nutrition*, *121*(6), 654-661.  
<https://doi.org/10.1017/s0007114518003689>
- Francis, S. T., Head, K., Morris, P. G., & Macdonald, I. A. (2006). The effect of flavanol-rich cocoa on the fMRI response to a cognitive task in healthy young people. *Journal of Cardiovascular Pharmacology*, *47*, S215-S220.  
<https://doi.org/10.1097/00005344-200606001-00018>
- Franco, R., Oñatibia-Astibia, A., & Martínez-Pinilla, E. (2013). Health benefits of methylxanthines in cacao and chocolate. *Nutrients*, *5*(10), 4159-4173.  
<https://doi.org/10.3390/nu5104159>
- Furchgott, R. F., & Zawadzki, J. V. (1980). The obligatory role of endothelial cells in the relaxation of arterial smooth muscle by acetylcholine. *Nature*, *288*(5789), 373-376. <https://doi.org/10.1038/288373a0>
- Garthwaite, J. (1991). Glutamate, nitric oxide and cell-cell signalling in the nervous system. *Trends in Neurosciences*, *14*(2), 60-67. [https://doi.org/10.1016/0166-2236\(91\)90022-m](https://doi.org/10.1016/0166-2236(91)90022-m)
- Goldstein, E. B. (Ed.). (2010). *Encyclopedia of perception* (Vol. 1). Sage.
- Goldstein, E. B. (2014) *Cognitive psychology: Connecting mind, research and everyday experience*. Nelson Education.
- Grassi, D., Lippi, C., Necozione, S., Desideri, G., & Ferri, C. (2005). Short-term administration of dark chocolate is followed by a significant increase in insulin sensitivity and a decrease in blood pressure in healthy persons. *The American Journal of Clinical Nutrition*, *81*(3), 611-614.  
<https://doi.org/10.1093/ajcn/81.3.611>
- Grassi, D., Socci, V., Tempesta, D., Ferri, C., De Gennaro, L., Desideri, G., & Ferrara, M. (2016). Flavanol-rich chocolate acutely improves arterial function and working memory performance counteracting the effects of sleep deprivation in healthy individuals. *Journal of Hypertension*, *34*(7), 1298-1308.  
<https://doi.org/10.1097/hjh.0000000000000926>
- Greenwald, A. G. (1976). Within-subjects designs: Touse or not touse? *Psychological Bulletin*, *83*(2), 314. <https://doi.org/10.1037//0033-2909.83.2.314>

- Grieshaber, M. C., & Flammer, J. (2005). Blood flow in glaucoma. *Current Opinion in Ophthalmology*, 16(2), 79-83.  
<https://doi.org/10.1097/01.icu.0000156134.38495.0b>
- Gu, L., Kelm, M. A., Hammerstone, J. F., Beecher, G., Holden, J., Haytowitz, D., Gebhardt, S., & Prior, R. L. (2004). Concentrations of proanthocyanidins in common foods and estimations of normal consumption. *The Journal of Nutrition*, 134(3), 613-617. <https://doi.org/10.1093/jn/134.3.613>
- Haahr, M. (2022, Ekim 18). RANDOM.ORG: True Random Number Service.  
<https://www.random.org>
- Hayes, M. H. S. and Patterson, D. G. (1921). Experimental development of the graphic rating method. *Psychological Bulletin*, 18, 98–99.
- Hayman, M. (1942). Two minute clinical test for measurement of intellectual impairment in psychiatric disorders. *Archives of Neurology & Psychiatry*, 47(3), 454-464. <https://doi.org/10.1001/archneurpsyc.1942.02290030112010>
- Heiss, C., Dejam, A., Kleinbongard, P., Schewe, T., Sies, H., & Kelm, M. (2003). Vascular effects of cocoa rich in flavan-3-ols. *Jama*, 290(8), 1030-1031.  
<https://doi.org/10.1001/jama.290.8.1030>
- Hergenhahn, B. R., & Henley, T. (2013). *An Introduction to the history of psychology*. Cengage Learning.
- Herzog, M. (2009). *Binding problem*. *Encyclopedia of neuroscience*, 388–391. Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-29678-2\\_626](https://doi.org/10.1007/978-3-540-29678-2_626)
- Hillman, E. M. C. (2014). Coupling Mechanism and Significance of the BOLD Signal: A Status Report. *Annual Review of Neuroscience*, 37(1), 161–181.  
<https://doi.org/10.1146/annurev-neuro-071013-014111>
- Huber, K. K., Adams, H., Remky, A., & Arend, K. O. (2006). Retrobulbar haemodynamics and contrast sensitivity improvements after CO2 breathing. *Acta Ophthalmologica Scandinavica*, 84(4), 481-487.  
<https://doi.org/10.1111/j.1600-0420.2006.00687.x>
- Hurst, W. J., Krake, S. H., Bergmeier, S. C., Payne, M. J., Miller, K. B., & Stuart, D. A. (2011). Impact of fermentation, drying, roasting and Dutch processing on flavan-3-ol stereochemistry in cacao beans and cocoa ingredients. *Chemistry Central Journal*, 5(1), 53. <https://doi.org/10.1186/1752-153x-5-53>

- Ibero-Baraibar, I., Perez-Cornago, A., Ramirez, M. J., Martínez, J. A., & Zulet, M. A. (2015). An increase in plasma homovanillic acid with cocoa extract consumption is associated with the alleviation of depressive symptoms in overweight or obese adults on an energy restricted diet in a randomized controlled trial. *The Journal of Nutrition*, 146(4), 897S-904S. <https://doi.org/10.3945/jn.115.222828>
- Ishihara, S. (1990). Ishihara's tests for color-blindness, 38 plate ed. Tokyo/Kyoto, Japan: Kanehara, Shuppan, 1.
- James, W., Burkhardt, F., Bowers, F., & Skrupskelis, I. K. (1890). *The principles of psychology* (Vol. 1, No. 2). London: Macmillan.
- JASP Team (2022). JASP (Version 0.16.3) [Computer software].
- Kantowitz, B. H., Roediger III, H. L., & Elmes, D. G. (2014). *Experimental psychology*. Cengage Learning.
- Karabay, A., Saija, J. D., Field, D. T., & Akyürek, E. G. (2018). The acute effects of cocoa flavanols on temporal and spatial attention. *Psychopharmacology*, 235(5), 1497-1511. <https://doi.org/10.1007/s00213-018-4861-4>
- Karakaş, S. (2008). *Kognitif nörobilimler*. MN Medikal & Nobel
- Karataş, O., Karabay, A., & Alıcı, T. (2022). Uzun süreli kakao flavanollerini alımının bilişsel işlevler ve duygudurum üzerindeki etkileri ve bu etkilerin altındaki fizyolojik mekanizmalar: Bir derleme çalışması. *Türk Psikoloji Yazıları*, 25(49), 1-26. <https://doi.org/10.31828/tpy1301996120211203m000043>
- Karim, M., McCormick, K., & Kappagoda, C. T. (2000). Effects of cocoa extracts on endothelium-dependent relaxation. *The Journal of Nutrition*, 130(8), 2105S-2108S. <https://doi.org/10.1093/jn/130.8.2105s>
- Keogh, J. B., McInerney, J., & Clifton, P. M. (2007). The effect of milk protein on the bioavailability of cocoa polyphenols. *Journal of Food Science*, 72(3), S230-S233. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2007.00314.x>
- Kirchner, W. K. (1958). Age differences in short-term retention of rapidly changing information. *Journal of Experimental Psychology*, 55(4), 352-358. <https://doi.org/10.1037/h0043688>
- Kong, J., Shepel, P. N., Holden, C. P., Mackiewicz, M., Pack, A. I., & Geiger, J. D.

- (2002). Brain glycogen decreases with increased periods of wakefulness: implications for homeostatic drive to sleep. *Journal of Neuroscience*, 22(13), 5581-5587. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.22-13-05581.2002>
- Kreutzer, J., DeLuca, J., & Caplan, B. (Eds.). (2017). *Encyclopedia of clinical neuropsychology*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-57111-9>
- Lamport, D. J., Pal, D., Moutsiana, C., Field, D. T., Williams, C. M., Spencer, J. P., & Butler, L. T. (2015). The effect of flavanol-rich cocoa on cerebral perfusion in healthy older adults during conscious resting state: a placebo controlled, crossover, acute trial. *Psychopharmacology*, 232(17), 3227-3234. <https://doi.org/10.1007/s00213-015-3972-4>
- Laerd Statistics (2015). Three-way repeated measures ANOVA using SPSS statistics. Statistical tutorials and software guides. <https://statistics.laerd.com/>
- Latif, R. (2013). Chocolate/cocoa and human health: a review. *Neth J Med*, 71(2), 63-8. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
- Lavie, N. (2005). Distracted and confused?: Selective attention under load. *Trends in Cognitive Sciences*, 9(2), 75–82. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2004.12.004>
- Lazarus, S. A., Hammerstone, J. F., & Schmitz, H. H. (1999). Chocolate contains additional flavonoids not found in tea. *The Lancet*, 354(9192), 1825. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(05\)70599-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(05)70599-7)
- Lee, K. W., Kim, Y. J., Lee, H. J., & Lee, C. Y. (2003). Cocoa has more phenolic phytochemicals and a higher antioxidant capacity than teas and red wine. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(25), 7292-7295. <https://doi.org/10.1021/jf0344385>
- Lutski, M., Weinstein, G., Goldbourt, U., & Tanne, D. (2017). Insulin resistance and future cognitive performance and cognitive decline in elderly patients with cardiovascular disease. *Journal of Alzheimer's Disease*, 57(2), 633-643. <https://doi.org/10.3233/jad-161016>
- Ma, L., Wang, J., & Li, Y. (2015). Insulin resistance and cognitive dysfunction. *Clinica Chimica Acta*, 444, 18-23. <https://doi.org/10.1016/j.cca.2015.01.027>
- Makarem, N., & Aggarwal, B. (2017). Gender differences in associations between



insufficient sleep and cardiovascular disease risk factors and end points: a contemporary review. *Gender and the Genome*, 1(2), 80-88.

<https://doi.org/10.1089/gg.2017.0001>

- Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Rémésy, C., & Jiménez, L. (2004). Polyphenols: food sources and bioavailability. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 79(5), 727-747. <https://doi.org/10.1093/ajcn/79.5.727>
- Martín, M. A., Goya, L., & de Pascual-Teresa, S. (2020). Effect of cocoa and cocoa products on cognitive performance in young adults. *Nutrients*, 12(12), 3691. <https://doi.org/10.3390/nu12123691>
- Massee, L. A., Ried, K., Pase, M., Travica, N., Yoganathan, J., Scholey, A., Macpherson, H., Kennedy, G., Sali, A., & Pipingas, A. (2015) The acute and sub-chronic effects of cocoa flavanols on mood, cognitive and cardiovascular health in young healthy adults: a randomized, controlled trial. *Frontiers in Pharmacology*, 6, 93. <https://doi.org/10.3389/fphar.2015.00093>
- Mastroiacovo, D., Kwik-Urbe, C., Grassi, D., Necozone, S., Raffaele, A., Pistacchio, L., Righetti, R., Bocale, R., Lechiara, M.C., Marini, C., Ferri, C., & Desideri, G. (2014). Cocoa flavanol consumption improves cognitive function, blood pressure control, and metabolic profile in elderly subjects: the cocoa, cognition, and aging (CoCoA) study—a randomized controlled trial. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 101(3), 538-548. <https://doi.org/10.3945/ajcn.114.092189>
- Mathôt, S., Schreij, D., & Theeuwes, J. (2012). OpenSesame: An open-source, graphical experiment builder for the social sciences. *Behavior Research Methods*, 44(2), 314-324. <https://doi.org/10.3758/s13428-011-0168-7>
- McCullough, M. L., Chevaux, K., Jackson, L., Preston, M., Martinez, G., Schmitz, H. H., Coletti, C., Campos, H., & Hollenberg, N. K. (2006). Hypertension, the Kuna, and the epidemiology of flavanols. *Journal of Cardiovascular Pharmacology*, 47(Supplement 2), S103–S109. <https://doi.org/10.1097/00005344-200606001-00003>
- Moncada, S., & Higgs, A. (1993). The L-arginine-nitric oxide pathway. *New England Journal of Medicine*, 329(27), 2002-2012. <https://doi.org/10.1056/nejm199312303292706>
- Moray, N. (1959). Attention in dichotic listening: Affective cues and the influence of

- instructions. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 11(1), 56-60.
- Murphy, K. J., Chronopoulos, A. K., Singh, I., Francis, M. A., Moriarty, H., Pike, M. J., Turner, A. H., Mann, N. J., & Sinclair, A. J. (2003). Dietary flavanols and procyanidin oligomers from cocoa (*Theobroma cacao*) inhibit platelet function. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 77(6), 1466–1473.  
<https://doi.org/10.1093/ajcn/77.6.1466>
- Müller-Oehring, E. M., Schulte, T., Rohlfing, T., Pfefferbaum, A., & Sullivan, E. V. (2013). Visual search and the aging brain: discerning the effects of age-related brain volume shrinkage on alertness, feature binding, and attentional control. *Neuropsychology*, 27(1), 48. <https://doi.org/10.1037/a0030921>
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (2019). *Dietary reference intakes for sodium and potassium*. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/25353>
- Nehlig, A. (2013). The neuroprotective effects of cocoa flavanol and its influence on cognitive performance. *British Journal of Clinical Pharmacology*, 75(3), 716-727. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2125.2012.04378.x>
- Neshatdoust, S., Saunders, C., Castle, S. M., Vauzour, D., Williams, C., Butler, L., Lovegrove, J.A., & Spencer, J. P. (2016). High-flavonoid intake induces cognitive improvements linked to changes in serum brain-derived neurotrophic factor: two randomised, controlled trials. *Nutrition and Healthy Aging*, 4(1), 81-93. <https://doi.org/10.3233/nha-1615>
- Nobre, A. C., Gitelman, D. R., Dias, E. C., & Mesulam, M. M. (2000). Covert visual spatial orienting and saccades: overlapping neural systems. *Neuroimage*, 11(3), 210-216. <https://doi.org/10.1006/nimg.2000.0539>
- Pagano, R. R. (2013). *Understanding statistics in the behavioral sciences*. Cengage Learning.
- Pase, M. P., Scholey, A. B., Pipingas, A., Kras, M., Nolidin, K., Gibbs, A., Wesnes, K., Stough, C. (2013). Cocoa polyphenols enhance positive mood states but not cognitive performance: a randomized, placebo-controlled trial. *Journal of Psychopharmacology*, 27(5), 451-458.  
<https://doi.org/10.1177/0269881112473791>
- Payne, M. J., Hurst, W. J., Miller, K. B., Rank, C., & Stuart, D. A. (2010). Impact of

- fermentation, drying, roasting, and Dutch processing on epicatechin and catechin content of cacao beans and cocoa ingredients. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58(19), 10518-10527. <https://doi.org/10.1021/jf102391q>
- Pelli, D. G., & Bex, P. (2013). Measuring contrast sensitivity. *Vision Research*, 90, 10-14. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2013.04.015>
- Petcharunpaisan, S., Ramalho, J., & Castillo, M. (2010). Arterial spin labeling in neuroimaging. *World Journal of Radiology*, 2(10), 384. <https://doi.org/10.4329/wjr.v2.i10.384>
- Petersen, S. E., & Posner, M. I. (2012). The attention system of the human brain: 20 years after. *Annual Review of Neuroscience*, 35(1), 73–89. <https://doi.org/10.1146/annurev-neuro-062111-150525>
- Posner, M. I. (1980). Orienting of attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 32(1), 3-25. <https://doi.org/10.1080/00335558008248231>
- Posner, M. I., Snyder, C. R., & Davidson, B. J. (1980). Attention and the detection of signals. *Journal of Experimental Psychology: General*, 109(2), 160. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.109.2.160>
- Posner, M. I., & Niell, C. M. (2019). Illuminating the neural circuits underlying orienting of attention. *Vision*, 3(1), 4. <https://doi.org/10.3390/vision3010004>
- Posner, M., Walker, J., Friedrich, F., & Rafal, R. (1984). Effects of parietal injury on covert orienting of attention. *The Journal of Neuroscience*, 4(7), 1863–1874. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.04-07-01863.1984>
- Purves, D. (2018). *Neuroscience. 6th*. Scholarpedia, 4(8), 7204 <https://doi.org/10.4249/scholarpedia.7204>
- Rabin, J. C., Karunathilake, N., & Patrizi, K. (2018). Effects of milk vs dark chocolate consumption on visual acuity and contrast sensitivity within 2 hours: A randomized clinical trial. *JAMA Ophthalmology*, 136(6), 678-681. <https://doi.org/10.1001/jamaophthalmol.2018.0978>
- Raymond, J. E., Shapiro, K. L., & Arnell, K. M. (1992). Temporary suppression of visual processing in an RSVP task: An attentional blink?. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 18(3), 849. <https://doi.org/10.1037//0096-1523.18.3.849>
- Rees, D. D., Palmer, R. M., & Moncada, S. (1989). Role of endothelium-derived nitric

- oxide in the regulation of blood pressure. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 86(9), 3375-3378. <https://doi.org/10.1073/pnas.86.9.3375>
- Richelle, M., Tavazzi, I., Enslin, M., & Offord, E. (1999). Plasma kinetics in man of epicatechin from black chocolate. *European Journal of Clinical Nutrition*, 53(1), 22–26. <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1600673>
- Rucker, R. (2009). Appendix 10: Nutritional properties of cocoa. *Chocolate: History, Culture, and Heritage*, 943-946. <https://doi.org/10.1002/9780470411315.app10>
- Sathyapalan, T., Beckett, S., Rigby, A. S., Mellor, D. D., & Atkin, S. L. (2010). High Cocoa polyphenol rich chocolate may reduce the burden of the symptoms in chronic fatigue syndrome. *Nutrition Journal*, 9(1), 55. <https://doi.org/10.1186/1475-2891-9-55>
- Scholey, A. B., French, S. J., Morris, P. J., Kennedy, D. O., Milne, A. L., & Haskell, C. F. (2010). Consumption of cocoa flavanols results in acute improvements in mood and cognitive performance during sustained mental effort. *Journal of Psychopharmacology*, 24(10), 1505-1514. <https://doi.org/10.1177/0269881109106923>
- Serafini, M., Bugianesi, R., Maiani, G., Valtuena, S., De Santis, S., & Crozier, A. (2003). Plasma antioxidants from chocolate. *Nature*, 424(6952), 1013–1013. <https://doi.org/10.1038/4241013a>
- Smith, E. E., & Kosslyn, S. M. (2013). *Cognitive psychology: Mind and brain*. Pearson New International Edition. Pearson Higher Ed.
- Socci, V., Tempesta, D., Desideri, G., De Gennaro, L., & Ferrara, M. (2017). Enhancing human cognition with cocoa flavonoids. *Frontiers in Nutrition*, 4, 19. <https://doi.org/10.3389/fnut.2017.00019>
- Sokolov, A. N., Pavlova, M. A., Klosterhalfen, S., & Enck, P. (2013). Chocolate and the brain: neurobiological impact of cocoa flavanols on cognition and behavior. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 37(10), 2445-2453. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2013.06.013>
- Sorond, F. A., Hurwitz, S., Salat, D. H., Greve, D. N., & Fisher, N. D. (2013). Neurovascular coupling, cerebral white matter integrity, and response to cocoa in older people. *Neurology*, 81(10), 904-909. <https://doi.org/10.1212/wnl.0b013e3182a351aa>

- Sperling, G. (1960). The information available in brief visual presentations. *Psychological Monographs: General and Applied*, 74(11), 1–29.  
<https://doi.org/10.1037/h0093759>
- Spielberger, C. D., Gorsuch, R. L., Lushene, R. E., Vagg, P. R., & Jacobs, G. A. (1983). State-trait anxiety inventory for adults: Sampler set: Manual. *Test, Scoring Key*.  
<https://doi.org/10.1037/t06496-000>
- Stahl, S. M. (2000). *Essential psychopharmacology: Neuroscientific basis and practical applications*. Cambridge University Press.
- Styles, E. (2005). *Attention, perception and memory: An integrated introduction*. Psychology Press. <https://doi.org/10.4324/9780203647554>
- Styles, E. (2006). *The psychology of attention*. Psychology Press.  
<https://doi.org/10.4324/9780203968215>
- Sun, Y., Zimmermann, D., De Castro, C. A., & Actis-Goretta, L., (2019). Dose-response relationship between cocoa flavanols and human endothelial function: a systematic review and meta-analysis of randomized trials. *Food & Function*, 10(10), 6322–6330. <https://doi.org/10.1039/c9fo01747j>
- Treisman, A. M. (1982). Perceptual grouping and attention in visual search for features and for objects. *Journal of experimental psychology: Human Perception and Performance*, 8(2), 194. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.8.2.194>
- Treisman, A. M., & Schmidt, H. (1982). Illusory conjunctions in the perception of objects. *Cognitive Psychology*, 14(1), 107-141.  
[https://doi.org/10.1016/0010-0285\(82\)90006-8](https://doi.org/10.1016/0010-0285(82)90006-8)
- Treisman, A. M., & Gelade, G. (1980). A feature-integration theory of attention. *Cognitive Psychology*, 12(1), 97-136.  
<https://doi.org/10.1093/acprof:osobl/9780199734337.003.0011>
- Tsukamoto, H., Suga, T., Ishibashi, A., Takenaka, S., Tanaka, D., Hirano, Y., ... & Hashimoto, T. (2018). Flavanol-rich cocoa consumption enhances exercise-induced executive function improvements in humans. *Nutrition*, 46, 90-96.  
<https://doi.org/10.1016/j.nut.2017.08.017>
- van Praag, H., Lucero, M. J., Yeo, G. W., Stecker, K., Heivand, N., Zhao, C., Yip, E., Afanador, M., Schroeter, H., Hammerstone, J., & Gage, F. H. (2007). Plant-derived flavanol (–) epicatechin enhances angiogenesis and retention of spatial

- memory in mice. *Journal of Neuroscience*, 27(22), 5869-5878.  
<https://doi.org/10.1523/jneurosci.0914-07.2007>
- Visual Angle Calculator. Fast, Accurate, Reliable Eye Tracking. (2021, Temmuz 5).  
Erişim Tarihi: Ağustos 13, 2022.  
<https://www.sr-research.com/visual-angle-calculator/>
- Ward, A. (2004). *Attention: A neuropsychological approach*. Psychology Press.
- Weingarten, H. P., & Elston, D. (1991). Food cravings in a college population.  
*Appetite*, 17(3), 167-175. [https://doi.org/10.1016/0195-6663\(91\)90019-o](https://doi.org/10.1016/0195-6663(91)90019-o)
- Wesnes, K., Simpson, P. M., & Christmas, L. (1987). The assessment of human information processing abilities in psychopharmacology. *Human Psychopharmacology: Measures and Methods*, 1, 79-92.
- Williams, R. J., & Spencer, J. P. (2012). Flavonoids, cognition, and dementia: actions, mechanisms, and potential therapeutic utility for Alzheimer disease. *Free Radical Biology and Medicine*, 52(1), 35-45.  
<https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2011.09.010>
- Wolfe, J. M. (1998). What can 1 million trials tell us about visual search?.  
*Psychological Science*, 9(1), 33-39. <https://doi.org/10.1111/1467-9280.00006>
- Wylie, G., & Allport, A. (2000). Task switching and the measurement of “switch costs.”  
*Psychological Research*, 63(3-4), 212–233.  
<https://doi.org/10.1007/s004269900003>
- Yang, Z. H., von Segesser, L., Bauer, E., Stulz, P., Turina, M., & Lüscher, T. F. (1991). Different activation of the endothelial L-arginine and cyclooxygenase pathway in the human internal mammary artery and saphenous vein. *Circulation Research*, 68(1), 52-60. <https://doi.org/10.1161/01.RES.68.1.52>
- Zeineh, M. M., Engel, S. A., Thompson, P. M., & Bookheimer, S. Y. (2003). Dynamics of the hippocampus during encoding and retrieval of face-name pairs. *Science*, 299(5606), 577-580. <https://doi.org/10.1126/science.1077775>

## **EK-1. Kakao Flavanollerinde Çalışmalarında Kullanılan Veri Toplama Araçları**

### **Bilişsel Talep Bataryası**

Literatürde yer alan KF çalışmalarında uygulanan bazı davranışsal ölçümlerin sonucunda tavan etkisi (ceiling effect) ortaya çıkmıştır. Katılımcıların büyük bir çoğunluğunun en yüksek ya da en yükseğe yakın puan aldığı görevlerde KF alımının olası etkileri saptanamamış ve gruplar arasında farklılıklar tavan etkisi nedeniyle gözlemlenememiştir. Bilişsel açıdan oldukça yorucu görevleri içeren Bilişsel Talep Bataryası (Cognitive Demand Battery; CDB) tavan etkisinden kaçınmak ve KF'nin bilişsel performans üzerindeki etkilerini daha net gözlemleyebilmek adına iki çalışmada (Scholey vd., 2010; Masee vd., 2015) kullanılmıştır.

CDB dört adet test içeren ve yaklaşık on dakikada tamamlanan bir test bataryasıdır: her biri ikişer dakika süren dizisel üç ve dizisel yedi çıkartma görevleri (serial threes and serial sevens subtraction task), beş dakika süren hızlı görsel bilgi işleme görevi (The Bakan Rapid Visual Information Processing Task) ve yaklaşık bir dakikada tamamlanan zihinsel yorgunluk görsel analog ölçeği (mental fatigue visual analogue scale; VAS). Dizisel çıkartma görevi (Hayman, 1942) katılımcıların 100 sayısından geriye doğru yedişer yedişer ya da 50'den geriye doğru üçer üçer saymalarını gerektiren bir testtir. Dizisel çıkartma görevinin CDB versiyonunda ise bilgisayar ekranında 800 ile 999 sayıları arasında gösterilen rastgele bir sayıdan ardışık olarak üç ya da yedi çıkararak mümkün mertebe doğru ve hızlı bir şekilde cevap verilmesi istenir. Sürdürülen dikkat, konsantrasyon ve zihinsel hesaplama becerilerini ölçen bu test frontal lob işlevlerini değerlendirmek için kullanılır (Kreutzer vd., 2017). Hızlı görsel bilgi işleme görevi (Bakan, 1959) bilgisayar ekranında 1 dakikada 100 adet sayının sırayla sunulduğu ve katılımcılardan art arda üç tek sayı ya da üç çift sayı gördüklerinde belirlenen klavye tuşuna olabildiğince hızlı bir şekilde basarak yanıt verdiği bir testtir. Sürdürülen dikkat, uyarıcı ayırt etme ve çalışma belleğini ölçen bu test frontal ve parietal lob hasarlarına hassastır. Özbildirim ölçeği olan VAS'ta ise (Hayes ve Patterson, 1921) katılımcılar öznel olarak deneyimledikleri zihinsel yorgunluk şiddetini bir ucunda 'Hiç hissetmiyorum', diğer ucunda ise 'Son derece hissediyorum' ifadeleri yer alan bir çizgi üzerinde işaretleyerek rapor etmektedirler.

### **Bilişsel Madde Araştırması Bilgisayar Tabanlı Değerlendirme Sistemi**

Bilişsel Madde Araştırması bilgisayar tabanlı değerlendirme sistemi (Cognitive Drug Research computerized assessment system; CDR, Wesnes vd., 1987), çalışma belleği, dikkat ve episodik belleği ölçen bir test bataryasıdır. CDR besinsel takviye sonrası bilişsel işlevlerdeki değişimlere hassas olması ve yüksek geçerliğe sahip olması nedeniyle KF alımının akut ve subkronik etkilerinin incelendiği bir çalışmada (Pase vd., 2013) kullanılmıştır.

### **Durumluk-Sürekli Kaygı Envanteri**

Durumluk-Sürekli Kaygı Envanteri (State-Trait Anxiety Inventory; STAI, Spielberger vd., 1983) öz bildirim ölçeği olup, 4'lü likert tipi değerlendirme sisteminin kullanıldığı 40 maddeyi içermektedir. “Şu anda kaygılıyım” ve “Kendimi rahat hissediyorum” gibi ifadeleri içeren 20 madde durumluk kaygı seviyesini; “Önemsiz şeyler hakkında endişelenirim” ve “Genellikle kendimi emniyette hissederim” gibi ifadeleri içeren diğer yirmi madde ise sürekli kaygı seviyesini ölçmektedir. Sürekli kaygı, kaygıya olan yatkınlıkta bireysel farklılıkları ifade eden bir kişilik özelliği olarak tanımlanmıştır. Bu tür kaygı seviyesi yüksek olan kişiler, içinde bulunduğu durumları tehlikeli ve tehdit edici olarak algılama eğilimindedir. Durum kaygısı ise bireyin içinde bulunduğu olumsuz bir duruma geçici olarak verdiği psikolojik ve fizyolojik tepki olarak tanımlanır (Spielberger vd., 1983). STAI durumluk kaygı alt ölçeği belli başlı besinsel manipülasyonlara ve laboratuvar koşullarında stresi tetikleyen faktörlere hassas olması nedeniyle, KF'nin akut etkilerinin incelendiği bir çalışmada (Scholey vd., 2010) uygulanmıştır.

### **Duygu Durum Görsel Analog Ölçeği**

Duygu Durum Görsel Analog Ölçeği (Bond ve Lader, 1974) kişinin o anda yaşadığı duyguyu, her bir ucunda zıt anlamlı duygu sıfatlarının yer aldığı bir çizgi üzerinde işaretleyerek rapor ettiği bir öz-bildirim ölçeğidir. Ölçek sakin-heyecanlı, gergin-rahatsız, halsiz-enerjik gibi birbirine zıt anlamlı olan 16 duygu sıfatı çiftlerinden oluşur. Değerlendirme sakinlik (calmness), hoşnutluk (contentedness) ve tetiklilik (alertness) boyutlarında yapılır. Duygu durum Görsel Analog Ölçeği, KF'nin bilişsel işlevler ve duygu durum üzerindeki akut ve subkronik etkilerini ele alan bir çalışmada (Pase vd., 2013) kullanılmıştır.



### **Görsel Kontrast Duyarlılığı**

Kontrast, farklı nesnelere yansıyan ışık miktarındaki farklılık olarak tanımlanabilir. Kontrast duyarlılığı ise iki görünür bölge arasındaki parlaklık farkını ya da birbirine yakın renk tonlarını ayırt edebilme becerisidir (Goldstein, 2010). Parlaklık (luminance) kontrastı çeşitli formüllerle hesaplanmakla birlikte, Michelson kontrastı  $[(L_{maksimum} - L_{minimum}) / (L_{maksimum} + L_{minimum})]$  şeklinde tanımlanmıştır.  $L_{maksimum}$ , daha aydınlık olan yüzeyin parlaklığını;  $L_{minimum}$  ise daha karanlık olan yüzeyin parlaklığını belirtir (Pelli ve Bex, 2013). Bu hesaplama göre, kontrast 0 ile 1 arasında değer alır ve genellikle 100 ile çarpılarak yüzde şeklinde ifade edilir. Psikofiziğin kurucusu Fechner, çok çeşitli koşullarda kayda değer sayıda hedef uyaran için eşik kontrast değerinin yaklaşık %1 olduğunu bildirmiştir (Fechner, 1860; akt. Pelli ve Bex, 2013).

Kakao flavanollerinin akut etkilerinin incelediği bir çalışmada (Field vd., 2011) görsel kontrast duyarlılığını ölçmek için parlaklığı arka planla kademe kademe benzeşen iki basamaklı sayıları okuma görevi uygulanmıştır. Test, uyarıcıların arka plandan kolaylıkla ayırt edilebildiği denemelerle (trial) -eşik değerinin üzerinde olan kontrast değeriyle- başlamıştır. Kontrast değeri, katılımcılar sayıları tespit edemeyinceye dek aşamalı olarak azaltılmıştır. Uyarıcılar her birinde 6 deneme olan ve Michelson formülüyle hesaplanmış 6 farklı kontrastta (%1,96, %1,59, %1,35, %0,96, %0,58 ve %0,23) sunulmuştur. Örneğin, hedef uyaran eşik değerinin üstünde olan %1,96 kontrastta kolaylıkla tespit edilebilirken; eşik değerin altında olan %0,23 kontrastta tespit edilememektedir.

### **Hareket Duyarlılığı**

Kakao flavanollerinin akut etkilerinin incelendiği bir çalışmada (Field vd., 2011) hareket duyarlılığı iki görev verilerek değerlendirilmiştir: Hareket uyum eşik değeri (motion coherence threshold) ve hareket birleştirme zaman eşiği (motion integration time threshold).

Hareket uyum eşik değeri, rastgele hareketlerin yer aldığı arka plana karşı tespit edilebilen uyumlu ve yatay bir şekilde hareket eden nokta sinyallerinin eşik değeri oranı ölçülerek belirlenmiştir. Bu görevin her bir denemesinde, sabitleme noktasının sağında ve solunda hareket eden yüzer adet nokta yer almaktadır. Bunların birinde noktaların tamamı rastgele hareket ederken, diğerinde noktaların bir kısmı yatay bir şekilde geri

kalan noktalar ise rastgele bir şekilde hareket etmektedir. Uyarıcıların eşzamanlı olarak 100 ms sunulduğu her bir denemede, katılımcılardan istenen, yatay şekilde hareket eden noktaların olduğu hedef uyararı seçmeleridir. Bu çalışmada eşik değeri psikofizik araştırmalarında kullanılan merdiven yöntemiyle (staircase method) belirlenmiştir. Bu yöntemde uyarıcı şiddeti, katılımcıların verdiği tepkinin doğru olup olmamasına bağlı olarak kademeli bir şekilde azaltılır ya da artırılır. İlk denemede, yatay bir şekilde hareket eden nokta sinyallerinin tüm noktalara oranı %100 olarak belirlenmiştir. Katılımcıların her bir deneme için hedef uyararı doğru bir şekilde tespit etmesi durumunda bu oran %1 azaltılmış; yanlış cevap vermesi durumunda ise %2 artırılmıştır. Böylelikle hedef uyararının tespit edilebilmesi için gereken eşik değeri tespit edilmiştir.

Hareket birleştirme zaman eşiği ise yüksek oranda uyumlu hareketlerin yer aldığı ekranda hareketin yönünü tespit etmek için gereken minimum süre belirlenerek ölçülmüştür. Bu görevde noktaların %80'inin yatay bir biçimde, %20'sinin ise rastgele yönde hareket ettiği ya da tamamının rastgele yönde hareket ettiği ekran gösterilmiştir. Katılımcıların bu ayrımı yapabilmesi için gereken minimum süre merdiven yöntemi kullanılarak ölçülmüştür. İlk denemede uyarıcı süresi 3000 ms olarak belirlenmiş ve katılımcıların tepkilerine göre uyarıcı sunum süresi artırılmış ya da azaltılmıştır. Sunulan uyarıcının hedef uyararı mı yoksa çeldirici mi olduğuna doğru yanıt verilmesi durumunda bir sonraki uyarıcı 60 ms daha kısa, yanlış yanıt verilmesi durumunda ise 120 ms daha uzun süre gösterilmiştir.

### **Harf-Rakam Çifti Görev Değişimi (Letter-Digit Pairs Task Switching)**

Harf-rakam çifti görev değişim testi fMRG yönteminin kullanıldığı bir çalışmada (Francis vd., 2006) uygulanmıştır. Görev değişimi (task-switching; set-shifting) farklı görevler arasında dikkat odağının kaydırılmasını gerektiren ve yönetici işlevlerin değerlendirildiği bir paradigmadır. Francis ve diğerleri (2006) tarafından uygulanan görev değişim testinde katılımcılar öncelikle tek başına sunulan rakamları tek-çift sayı, harfleri ise sesli-sessiz harf kriterlerine göre yanıtlamayı öğrenmiştir. Test aşamasında ise, harf-rakam çifti mavi ya da kırmızı renkte sunulmuştur. Katılımcılardan harf-rakam çifti mavi renkte sunulduğunda tek-çift sayı, kırmızı renkte sunulduğunda ise sesli-sessiz harf kriterlerine göre yanıt verilmesi istenmiştir. Değişim (switch) ve tekrar (non-switch; repeat) koşullarından oluşan bir paradigma oluşturmak için harf-rakam çiftleri bloklar halinde gruplandırılmıştır. Değişim koşulunda harf-rakam çiftleri kırmızı ve

mavi arasında değişen sırayla sunulurken; tekrar koşulundaki harf-rakam çiftleri tek bir renkte sunulmuştur. Değişim koşulunda uyarıcı çiftlerinin değişen renklere sunulmasından dolayı katılımcıların kurulumu değiştirmesi (set-shifting) gerekmiştir. Dolayısıyla tekrar koşulundaki tepkilerine kıyasla, değişim koşulunda daha yavaş tepki vermişlerdir. Bu iki koşul arasındaki tepki süresi farkı yürütücü kontrol süreçlerine (executive control) atfedilmektedir ve tepki süresi bedeli (reaction time cost; swich cost) olarak adlandırılır (Wylie ve Allport, 2000).

### **Hızlı Dizisel Görsel Sunum Görevi**

Dikkat sekmesi (attentional blink) paradigması ilk kez Raymond ve diğerleri (1992) tarafından ortaya atılmıştır. Bu paradigma için hızlı dizisel görsel sunum görevi (rapid serial visual presentation task) olarak bilinen, saniyede 6 ila 20 adet hedef ve çeldirici uyarıların art arda sunulduğu yöntem kullanılır. İki hedef uyarının olduğu denemelerde birinci hedef uyarı 200-500 ms sonra takip eden ikinci hedef uyarının saptanması oldukça zordur. Raymond ve diğerleri (1992) dikkat sekmesini birinci hedef uyarı tespit edildikten sonra bu uyarının bir süre daha dikkat sistemi tarafından işlenmeye devam etmesine, dolayısıyla dikkatin sonraki uyarılara kapanmasıyla açıklamıştır. Hızlı dizisel görsel sunum görevi KF alımının zamansal dikkat işlevlerine (temporal attention) olan etkilerin incelendiği bir çalışmada (Karabay vd., 2018) kullanılmıştır.

### **N-Geri Görevi (N-Back Task)**

N-Geri Görevi (Kirschner, 1958) çalışma belleği işlevlerini değerlendirmek için yaygın olarak kullanılan bir testtir. Harf ve rakam gibi uyarıcıların sırayla sunulduğu testte, katılımcılar her bir uyarıcıyı kısa süreli belleklerinde tutarlar. Katılımcının her bir uyarıcı sunulduğunda mevcut uyarıcının  $n$  sayı önceki uyarıcıyla aynı olup olmadığına karar vermesi gerekir. Test, belirli sayıda uyarıcının kısa süreli bellekte tutulması, güncellenmesi, manipüle edilmesi ve ayırt edilmesi gibi çeşitli süreçlerin eşgüdümlü kullanımını gerektirir (Kreutzer vd., 2017).

İki-Geri Görevi KF alımının uyku yoksunluğu sonrası bilişsel işlevlere olan akut etkilerinin incelendiği (Grassi vd., 2016) çalışmada kullanılmıştır. Yüz adet sessiz harften oluşan uyarıcıların sırayla sunulduğu testte her bir uyarıcının sunum süresi 500 ms, uyarıcılar arası zaman aralığı ise 2500 ms olarak belirlenmiştir. Her bir uyarıcı için,

katılımcıların mevcut uyarıcının iki önceki sunulan uyarıcıyla aynı olup olmadığına karar vermesi gerekir.

### **Nesne Yeri Hatırlama Görevi (Object-Location Memory Task)**

Field ve diğerleri (2011) akut doz KF alımının görsel uzamsal çalışma belleğine olan etkilerini incelemek için nesne yeri hatırlama görevini (Ennaceur ve Delacour, 1988) uygulamıştır. Bu testte katılımcılardan ekranda yer alan nesnelere üç saniye boyunca bakmaları ve bir saniye gösterilen boş ekrandan sonra yer değiştiren iki nesnenin yerini saptamaları istenir. Taban ve tavan etkisini kontrol etmek için bu görev üç zorluk derecesinde uygulanmıştır. Kolay denemelerde dört, orta zorluktaki denemelerde altı, zor denemelerde ise sekiz nesneyi içeren testin her bir bloğunda toplam 18 deneme yer almaktadır.

### **Psikomotor Vijilans Görevi**

Psikomotor Vijilans Görevi (Dinges ve Powell, 1985) uyku yoksunluğunun sürdürülen dikkat üzerindeki etkilerini değerlendirmek için kullanılır. Testin en sık kullanılan versiyonu, uyarıcılar arası zaman aralığının değişkenlik gösterdiği denemelerde görsel bir uyarıcı sunulduğunda olabildiğince hızlı bir şekilde tepki verilmesini gerektirir (Deurveilher vd., 2015). Yüksek güvenilirliğe sahip PVG, flavanol bakımından zengin çikolata tüketiminin uyku yoksunluğu sonrası bilişsel işlevler ve kardiyovasküler parametreler üzerindeki akut etkilerinin incelendiği bir çalışmada (Grassi vd., 2016) kullanılmıştır. Bu görevde, katılımcılardan ekranda görünen zaman sayacı çalışmaya başladığında önceden belirlenen klavye tuşuna olabildiğince hızlı bir şekilde basarak tepki vermeleri istenmiştir. Uyarıcılar arası zaman aralığının her bir deneme için rastgele belirlendiği test beş dakikada tamamlanmıştır.

### **Seçim Tepki Süresi**

1868 yılında Donders karar vermek için gereken süreyi belirleyebilmek adına iki test geliştirmiştir: basit tepki süresi (simple reaction time) ve seçim tepki süresi (choice reaction time) (Goldstein, 2014). Basit tepki süresi görevinde, katılımcıdan bir ışık uyarımını gördüğünde bir tuşa basması; seçim tepki süresi görevinde ise ekranın sağında ya da solunda yanan ışık uyarımını gördüğünde ışığın yandığı konuma göre belirlenen bir tuşa basması istenir. Her iki koşulda da ışık uyarımını algılayan katılımcı tuşa basarak davranışsal bir tepki verir. Fakat seçim tepki süresi görevinde, uyarıcının

konumuna göre hangi tuşa basması gerektiğine karar vermek durumundadır. Donders, bu iki görevdeki tepki süreleri farkının karar vermek için gereken süre olduğuna işaret etmiştir.

KF'nin akut etkilerinin incelendiği bir çalışmada (Field vd., 2011) sürdürülen dikkat ve tepki ketleme becerilerini ölçmek için seçim tepki süresi görevi uygulanmıştır. X, Y ya da herhangi bir rakamın rastgele sunulduğu ekranda, katılımcılardan bu uyarıyı görmeleri durumunda önceden belirlenen klavye tuşuna (X, Y ya da N) hızlı ve doğru olacak şekilde basarak yanıt vermeleri istenmiştir. Katılımcıların geç tepki vermelerini ve uyarıcıları ıskalamalarını önlemek için uyarıcılar arası zaman aralığı (interstimulus interval) 2000 ms ile 7000 ms arasında değişen bir süre olarak belirlenmiştir. Bu prosedürün uygulanmasıyla katılımcıların test oturumu boyunca dikkatlerini sürdürebilmeleri sağlanmıştır. Ayrıca rakam uyarılarının daha az sıklıkla sunulması, katılımcıların yanlış cevap vermemesi için tepkilerini ketleyebilme becerisini gerektirmiştir.

### **Swinburne Üniversitesi Bilgisayar Tabanlı Değerlendirme Bataryası**

KF alımının bilişsel işlevler üzerindeki akut ve subkronik etkilerinin incelendiği bir çalışmada (Masse, vd., 2015) kullanılan Swinburne Üniversitesi Bilgisayar Tabanlı Bilişsel Değerlendirme Bataryası (Swinburne University Computerized Cognitive Assessment Battery; SUCCAB), dikkat, çalışma belleği ve episodik bellek gibi bilişin çeşitli yönlerini değerlendiren sekiz görevi içermektedir.

1. Basit Tepki Süresi (Simple Reaction Time)
2. Seçim Tepki Süresi (Choice Reaction Time)
3. Anlık Tanıma (Immediate Recognition): Sözel olmayan tanıma belleğinin ölçüldüğü bu testin ilk aşamasında 40 fotoğraf sırayla sunulur. Bu aşama tamamlandıktan sonra yarısı ilk aşamada sunulan fotoğraflardan, diğer yarısı ise yeni fotoğraflardan oluşan 40 fotoğraf gösterilir. İkinci aşamada sunulan fotoğrafların ilk aşamada gösterilen fotoğraflar olup olmadığı “evet” ya da “hayır” tuşlarına basılarak yanıt verilmesi istenir.
4. Uyumlu Stroop Renk Kelime Görevi (Congruent Stroop Color Word Task): Ekranın ortasında sunulan kelimelerin (kırmızı, sarı, mavi ve yeşil) ifade ettiği renk ile uyumlu olduğu bu testte, katılımcılardan kelimenin rengine -anlamına değil- tekabül eden klavye tuşuna basarak olabildiğince hızlı ve doğru bir şekilde tepki vermesi istenir. Test

karar verme aşamasında baskın uyarana verilecek tepkiyi ketleyebilme becerisini ve sürdürülen dikkati gerektirir.

5. Uyumsuz Stroop Renk Kelime Testi (Incongruent Stroop Color Word Task): Ekranın ortasında sunulan kelimelerin ifade ettiği renk ile uyumsuz olduğu bu testte, katılımcılardan kelimenin rengine karşılık gelen klavye tuşuna basarak olabildiğince hızlı ve doğru bir şekilde tepki vermesi istenir. Uyumlu Stroop testinde olduğu gibi tepki ketleme becerisini ve sürdürülen dikkati ölçer.

6. Uzamsal Çalışma Belleği (Spatial Working Memory): Her bir denemede, katılımcılara 4x4 düzlem üzerinde yer alan altı adet beyaz kare üç saniye boyunca gösterilir. Boş ekran gösterildikten sonra ikinci aşamada, dört adet kare aynı düzlemin çeşitli konumlarında sırayla gösterilir. Katılımcılar uyarıcıların bulunduğu konumun orijinal sette sunulan karelerin konumlarıyla aynı olup olmadığını “evet” ya da “hayır” tuşlarına basarak yanıt verir. Nesne yeri hatırlama görevinde olduğu gibi bu test de uyarıcıların uzamsal bilgilerini çalışma belleğinde tutabilme becerisini ölçer.

7. Bağlamsal Bellek (Contextual Memory): Episodik belleğin ölçüldüğü testte 20 adet fotoğrafın her biri bilgisayar ekranının sağında, solunda, altında ya da üstünde gösterilir. Test aşamasında ise aynı fotoğrafların her biri ekranın ortasında sunulur. Katılımcılardan fotoğrafların ilk aşamada gösterildiği konumları hatırlamaları ve yön tuşlarını kullanarak cevap vermeleri istenir.

8. Gecikmeli Tanıma (Delayed Recognition): Sırayla sunulan 40 fotoğrafın, anlık tanıma görevinin ilk aşamasında gösterilen fotoğraflar olup olmadığını “evet” ya da “hayır” tuşlarına basılmasıyla yanıt verilmesini gerektiren bir testtir.

### **Yüz-İsim Eşleştirme Görevi (Face-Name Matching Task)**

Bellek işlevlerinin değerlendirildiği Yüz-İsim Eşleştirme Görevi (Zeineh vd., 2003), KF ve fiziksel egzersizin akut etkilerini ele alan bir çalışmada (Tsukamoto vd., 2018) uygulanmıştır. Test kodlama (encoding), çeldirici (distractor) ve anımsama (recall) olmak üzere üç aşamayı içerir. Kodlama aşamasında, katılımcıların aşına olmadığı 10 adet insan yüzü fotoğrafı ve isim çifti sırayla sunulmaktadır. Her bir uyarıcının 3.5 sn sunulduğu denemelerde, katılımcılar kendilerine gösterilen yüz-isim çiftini öğrenmeye çalışır. Çeldirici aşamada, tekrara dayalı ezberlemeyi önlemek için 40 saniyede tamamlanan başka bir bilişsel görev verilmektedir. Fakat bu görevdeki performans değerlendirmeye alınmaz. Anımsama aşamasında ise ilk aşamada gösterilen yüz

fotoğrafları yalnız başına sunulur ve katılımcıların her bir fotoğrafa ait ismi hatırlamaları istenir. fMRG tekniğinin kullanıldığı bir çalışmada yüz-isim eşleştirme görevinin kodlama aşamasında medial temporal lobta yer alan CA2, CA3 ve dentat girus bölgelerinde; anımsama aşamasında ise subikulum bölgesinde aktivasyon ortaya çıkmıştır (Zeineh vd., 2003).

## EK-2. Etik Kurul Onay Belgesi



**BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ**  
**ARAŞTIRMA VE YAYIN ETİK KURULLARI**  
(Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırma ve Yayın Etik Kurulu)  
**TOPLANTI KARARI**

**OTURUM TARİHİ**  
24 Aralık 2021

**OTURUM SAYISI**  
2021/11

**KARAR NO 41:** Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü'nden alınan Psikoloji Anabilim Dalı doktora programı öğrencisi 711645008 numaralı Oğuz KARATAŞ'ın "Kakao Flavanollerinin Açık ve Örtük Dikkat Üzerindeki Akut Etkileri" adlı tez çalışması kapsamında uygulanacak görüşme sorularının değerlendirilmesi.

Yapılan görüşmeler sonunda; Sosyal Bilimler Enstitüsü, Psikoloji Anabilim Dalı doktora programı öğrencisi 711645008 numaralı Oğuz KARATAŞ'ın "Kakao Flavanollerinin Açık ve Örtük Dikkat Üzerindeki Akut Etkileri" adlı tez çalışması kapsamında uygulanacak görüşme sorularının fikri, hukuki ve telif hakları bakımından metot ve ölççeğine ilişkin sorumluluğu başvurucuya ait olmak üzere uygun olduğuna oybirliği ile karar verildi.

Prof. Dr. Feriðuliz YILMAZ  
Kurul Başkanı

Prof. Dr. Abamüslim AKDEMİR  
Üye

Prof. Dr. Doğan ŞENYÜZ  
Üye

Prof/Dr. Ayşe OĞUZLAR  
Üye

Prof. Dr. Vejdi BİLGİN  
Üye

Prof. Gülşay GÖĞÜŞ

Prof. Dr. Alev SİNAR UĞURLU  
Üye



### EK-3. Araştırmaya Dahil Etme/Dışlama Kriterleri Dikkate Alınarak Sorulan Sorular

#### Katılımcı No:

1. Cinsiyetiniz:  
 Erkek  
 Kadın
2. Yaşınız:
3. Boyunuz:
4. Kilonuz:
5. Herhangi bir kronik rahatsızlığınız var mı?  
 Hayır  
 Evet (Lütfen belirtiniz: .....)
6. Nörolojik veya psikiyatrik bir rahatsızlığınız var mı?  
 Hayır  
 Evet (Lütfen belirtiniz: .....)
7. Nöroloji ya da psikiyatri uzmanı tarafından reçete edilen bir ilaç kullanıyor musunuz ya da son 3 ay içerisinde bu ilaçlardan herhangi birini kullandınız mı?  
 Hayır  
 Evet (Lütfen belirtiniz: .....)
8. Kan sulandırıcı ilaç kullanıyor musunuz?  
 Hayır  
 Evet
9. Sigara ya da herhangi bir tütün ürünü kullanıyor musunuz?  
 Hayır  
 Evet  
Eğer cevabınız "Hayır" ise, daha önce düzenli olarak sigara kullandınız mı?  
 Hayır  
 Evet (Lütfen sigarayı ne zaman bıraktığınızı belirtiniz: .....)
10. Herhangi bir besine karşı alerjiniz ya da intoleransınız var mı?  
 Hayır  
 Evet (Lütfen belirtiniz: .....)
11. Bitkisel gıda takviyesi alıyor musunuz ya da son 1 hafta içerisinde bu takviyelerden herhangi birini düzenli olarak kullandınız mı?  
 Hayır  
 Evet (Lütfen belirtiniz: .....)
12. Doktorunuz tarafından yazılan herhangi bir sınırlı diyet programı uyguluyor musunuz?  
 Hayır  
 Evet
13. Bilginiz dahilinde renk körlüğüne (daltonizm) sahip misiniz?  
 Hayır/Bilmiyorum  
 Evet

## EK-4. Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu

### BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ ONAM FORMU

Sayın Katılımcı,

Sizi Bursa Uludağ Üniversitesi Psikoloji Doktora Programı öğrencisi Oğuz Karataş tarafından öğretim üyesi Prof. Dr. Tevfik Alıcı danışmanlığında yürütülen “Kakao Flavanollerinin Açık ve Örtük Dikkat Üzerindeki Akut Etkileri” başlıklı araştırmaya davet ediyoruz. Bu araştırmanın amacı kakao tüketiminin dikkat süreçleri üzerindeki potansiyel etkilerini incelemektir. Üç oturumdan oluşan araştırmanın her bir oturumunda sizden ortalama 50 dakika ayırmanız istenmektedir. Çalışmanın amacı doğrultusunda, size kakao içeceği ya da şekerli su karışımı verilecek ve 1 saat 35 dakika sonra dikkat işlevlerini ölçen görevler yapılarak veri toplanacaktır. Çalışmanın amacına ulaşması için sizden beklenen, laboratuvara geldiğiniz günlerde en az 8 saat boyunca kafein, kakao, nikotin ve alkol içeren ürünleri tüketmemeniz ve bilgisayar ortamında yapılacak olan görevlerde dikkatinizi vererek tüm soruları olabildiğince doğru ve hızlı bir şekilde yanıtlamanızdır. Laboratuvara geldiğiniz günlerde size içecek verilmeden hemen önce ve dikkat görevlerine başlamadan önce analiz edilmek üzere pamuklu çubuk ile salya numunesi alınacaktır.

Bahsedilen çalışmaya katılmak tamamen gönüllülük esasına dayanmaktadır. Bu formu okuyup onaylamanız araştırmaya katılmayı kabul ettiğiniz anlamına gelecektir. Ancak, çalışmaya katılmama veya katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmayı bırakma hakkına da sahipsiniz. Bu çalışmadan elde edilecek bilgiler tamamen araştırma amacı ile kullanılacak olup kişisel bilgileriniz gizli tutulacaktır. Eğer araştırmanın amacı ile ilgili verilen bu bilgiler dışında şimdi veya sonra daha fazla bilgiye ihtiyaç duyarsanız, araştırmacıya şimdi sorabilir veya aşağıdaki iletişim bilgilerinden ulaşabilirsiniz.

Yetişkin Katılımcının Kendisi Tarafından Doldurulacak			
Yukarıda yer alan ve araştırmadan önce katılımcıya verilmesi gereken bilgileri okudum ve katılmam istenen çalışmanın kapsamını ve amacını, gönüllü olarak üzerime düşen sorumlulukları anladım. Çalışma hakkında yazılı/sözlü açıklama araştırmacı tarafından yapıldı ve kişisel bilgilerimin özenle korunacağı konusunda yeterli güven verildi. Bu koşullarda söz konusu araştırmaya kendi isteğimle, hiçbir baskı ve telkin olmaksızın katılmayı kabul ediyorum.			
Adı-Soyadı İmza			
	1. Oturum	2. Oturum	3. Oturum
Tarih İmza			

Araştırmacı Tarafından Doldurulacak		
Katılımcının kişisel bilgilerinin gizli tutulacağını, katılımcının çalışma kapsamında sağlayacağı tüm verilerin etik kurallara göre işleneceğini ve bu etik kuralların ihlali durumunda, ortaya çıkacak tüm sorumluluğu kabul ettiğimi beyan ederim.		
Unvanı, Adı-Soyadı, İmza	Araş. Gör. Oğuz KARATAŞ	
İletişim Bilgileri	Telefon: 0505 945 40 45	e-posta: oguzkrts@gmail.com

## EK–5. Katılımcılara Deney Öncesi Verilen Bilgilendirme Formu

### Deneyle İlgili Önemli Bilgiler:

1. Deneyin amacına ulaşabilmesi için laboratuvara geldiğiniz günlerde **en az 8 saat boyunca** aşağıda yazılan ürünleri tüketmemeniz gerekmektedir.
  1. Kafein: Kahve, espresso, siyah çay, yeşil çay, kolalı/gazlı içecekler, çikolata, enerji içeceği ve kafein takviyesi (supplements).
  2. Kakao: Bitter/sütlü/beyaz çikolata ve kakao içeren diğer ürünler (çikolatalı gofret, kakaolu kek, sıcak çikolata vs.).
  3. Nikotin: sigara ya da diğer tütün ürünleri.
  4. Alkollü içecekler.
2. Deney için geldiğiniz ilk oturumda Ishihara Renk Körlüğü Testi uygulanacaktır. Ayrıca boy ve kilo değerleriniz ölçülecektir. Test ve ölçümler Z-25 numaralı odada gerçekleştirilecektir.
3. Laboratuvara geldiğiniz deney oturumlarının her birinde iki defa salya numunesi alınacaktır: kakao içeceği/şekerli su karışımı verilmeden önce ve dikkat görevlerine başlamadan önce. Salya numuneleri Z-25 numaralı odada toplanacaktır.
4. Kakao içeceği/şekerli su karışımı verildikten 1 saat 35 dakika sonra dikkat görevlerine başlanacaktır. Bu süre içerisinde su dışında herhangi bir şey tüketmemeniz (sigara ve diğer tütün ürünleri de dahil) gerekmektedir.
5. Dikkat görevleri Bilişsel Psikoloji Laboratuvarında (Z-30 numaralı oda) gerçekleştirilecektir. Her bir seansta aynı anda 2 katılımcıdan veri toplanacaktır.
6. Dikkat görevleri yaklaşık 45-50 dakika sürecektir. Dikkat görevleri tamamlandıktan 10-15 dakika sonra bir sonraki seansta yer alan katılımcılar dikkat görevlerine başlamak üzere laboratuvara gelecektir. Dolayısıyla deney takviminde herhangi bir aksaklık yaşanmaması için fakülteye vaktinde gelmeniz oldukça önemlidir.
7. **Lütfen deneye aynı günlerde ve aynı saatlerde katılacağınızı** göz önünde bulundurarak deney takvimine isminizi yazınız.

## EK–6. Deneyin Yapıldığı Gün Katılımcılara Sorulan Sorular

Katılımcı No:

### 1. Oturum

1. Son 8 saat içerisinde kafein içeren ürünlerden (kahve, espresso, siyah çay, yeşil çay, kolalı/gazlı içecekler, çikolata, enerji içeceği ve kafein takviyesi) herhangi birini tükettiniz mi?  
 Hayır  Evet
2. Son 8 saat içerisinde kakao içeren besinlerden herhangi birini tükettiniz mi?  
 Hayır  Evet
3. Son 8 saat içerisinde alkollü içecek tükettiniz mi?  
 Hayır  Evet
4. Son 8 saat içerisinde sigara ya da diğer tütün ürünleri kullandınız mı?  
 Hayır  Evet

Tarih:

İmza

### 2. Oturum

1. Son 8 saat içerisinde kafein içeren ürünlerden (kahve, espresso, siyah çay, yeşil çay, kolalı/gazlı içecekler, çikolata, enerji içeceği ve kafein takviyesi) herhangi birini tükettiniz mi?  
 Hayır  Evet
2. Son 8 saat içerisinde kakao içeren besinlerden herhangi birini tükettiniz mi?  
 Hayır  Evet
3. Son 8 saat içerisinde alkollü içecek tükettiniz mi?  
 Hayır  Evet
4. Son 8 saat içerisinde sigara ya da diğer tütün ürünleri kullandınız mı?  
 Hayır  Evet

Tarih:

İmza

### 3. Oturum

1. Son 8 saat içerisinde kafein içeren ürünlerden (kahve, espresso, siyah çay, yeşil çay, kolalı/gazlı içecekler, çikolata, enerji içeceği ve kafein takviyesi) herhangi birini tükettiniz mi?  
 Hayır  Evet
2. Son 8 saat içerisinde kakao içeren besinlerden herhangi birini tükettiniz mi?  
 Hayır  Evet
3. Son 8 saat içerisinde alkollü içecek tükettiniz mi?  
 Hayır  Evet
4. Son 8 saat içerisinde sigara ya da diğer tütün ürünleri kullandınız mı?  
 Hayır  Evet

Tarih:

İmza

<b>ÖZGEÇMİŞ</b>			
<b>Adı-Soyadı</b>		Oğuz KARATAŞ	
<b>Doğum Yeri ve Yılı</b>			
<b>Bildiği Yabancı Diller</b>		İngilizce	
<b>Eğitim Durumu</b>	<b>Başlama</b>	<b>Bitirme</b>	<b>Kurum Adı</b>
Lise	2002	2005	Mustafa Kemal Lisesi, Ankara
Lisans	2005	2010	Ufuk Üniversitesi
Yüksek Lisans	2013	2015	Brooklyn College of the City University of New York (CUNY)
Doktora	2017	2023	Bursa Uludağ Üniversitesi
<b>Çalıştığı Kurum</b>	<b>Başlama</b>	<b>Ayrılma</b>	<b>Çalışılan Kurumun Adı</b>
1.	2016	-	Konya Necmettin Erbakan Üniversitesi
<b>Üye Olduğu Bilimsel ve Mesleki Kuruluşlar</b>			
<b>Katıldığı Proje ve Toplantılar</b>		Tübitak 1002A – Proje Yürütücüsü (Proje No:122K636)	
<b>Yayımlar</b>		<b>Karataş, O.,</b> Karabay, A., & Alıcı, T. (2022). Uzun Süreli Kakao Flavanollerinin Alımının Bilişsel İşlevler ve Duygudurum Üzerindeki Etkileri ve Bu Etkilerin Altındaki Fizyolojik Mekanizmalar: Bir Derleme Çalışması. <i>Türk Psikoloji Yazıları</i> . 25(49), 1-26	
<b>Diğer</b>			
<b>İletişim (e-posta)</b>			
		<b>Tarih</b>	
		<b>İmza</b>	
		<b>Adı-Soyadı</b>	Oğuz KARATAŞ