



**FİZİKSEL AKTİVİTE VE UYKU KALİTESİNİN
YÜRÜTÜCÜ İŞLEV VE İŞLEYEN BELLEK
ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

Nejdet BAYRAM

**Yüksek Lisans Tezi
Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı
Danışman: Doç. Dr. Deniz BEDİR**

**2026
Her hakkı saklıdır.**



**SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**FİZİKSEL AKTİVİTE VE UYKU KALİTESİNİN YÜRÜTÜCÜ İŞLEV VE
İŞLEYEN BELLEK ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

Nejdet BAYRAM

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Deniz BEDİR

Anabilim Dalı: Beden Eğitimi ve Spor

Erzurum

2026

Her hakkı saklıdır

İÇİNDEKİLER

BEYANNAME.....	I
TEŞEKKÜR.....	II
ÖZET	III
ABSTRACT	IV
TABLolar DİZİNİ	V
ŞEKİLLER DİZİNİ	VI
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	VII
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Fiziksel Aktivite	4
2.1.1. Fiziksel aktivitenin önemi	5
2.1.2. Fiziksel aktivitenin sağlığa faydaları	6
2.2. Fiziksel Aktiviteyi Arttırmak İçin Alınacak Önlemler	8
2.3. Fiziksel Aktivite Bileşenleri	9
2.3.1. Egzersizin tipi	9
2.3.2. Egzersizin sıklığı	10
2.3.3. Egzersizin şiddeti.....	11
2.3.4. Egzersizin süresi	12
2.4. Fiziksel Aktivitenin Sınıflandırılması	12
2.5. Fiziksel Aktivitelere Katılmama Nedenleri.....	14
2.6. Fiziksel İnaktivite	15
2.7. Fiziksel Aktivite ile İlgili Yapılan Çalışmalar.....	17
2.8. Uyku Kalitesi.....	18
2.8.1. Uyku kavramı	18
2.8.2. Uykunun önemi.....	19
2.8.3. Uykunun evreleri.....	20
2.8.4. Uykunun yetersizliği.....	21
2.8.5. Uykuya etki eden unsurlar	22
2.8.6. Uyku-uyanıklık döngüsü ve melatonin.....	23
2.8.7. Sporcularda uyku	23

2.8.8. Atletik performans ve uyku ilişkisi.....	25
2.8.9. Fizyolojik performans ve uyku ilişkisi.....	26
2.8.10. Bilişsel performans ve uyku ilişkisi.....	26
2.8.11. Toparlanmada uykunun rolü	27
2.8.12. Uykusuzluğun sakatlığa etkisi.....	28
2.8.13. Sporcularda uyku ve psikolojik etkileri	29
2.8.14. Egzersizin uykuya etkisi	29
2.8.15. Sporcularda parlak ışığın uykuya etkisi	29
2.8.16. Sporcularda seyahat ve uyku	30
2.9. Yürütücü İşlev	30
2.9.1. Yürütücü işlevin tanımlanması	32
2.9.2. Yürütücü işlev analojisi	33
2.9.3. Yürütücü işlevler modelleri.....	33
2.9.4. Frontal lob ve yürütücü işlevler	38
2.9.5. Prefrontal korteks ve yürütücü işlev bileşenleri.....	39
2.9.6. Beyin ağları ve yürütücü işlevleri	41
2.9.7. Yürütücü işlevlerin bileşenleri	43
2.10. İşleyen bellek.....	53
2.10.1. İşleyen bellek teori ve modelleri.....	54
2.10.2. Fiziksel aktivite ve bilişsel süreçlere etkisi	60
3. YÖNTEM	63
3.1. Katılımcılar	63
3.2. Veri Toplama Araçları.....	63
3.3. Veri Toplama Süreci	67
3.4. Veri Analizi	67
4. BULGULAR	68
5. TARTIŞMA	73
5.1. Uyku Kalitesi: Aktif ve İnaktif Öğrenciler	73
5.2. Günlük Kalori Harcaması ve Fiziksel Aktivite Düzeyleri	75
5.3. Yürütücü İşlevler: Stroop Görevi Performansı.....	76
5.4. Çalışma Belleği: n-Back Görevi Performansı.....	79
5.5. Uyku Kalitesi ile Diğer Değişkenlerin İlişkisi	82
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	84

KAYNAKLAR.....	86
EKLER.....	139
EK-1. Etik Kurul Raporu	139
EK-2. Pittsburgh Uyku Kalitesi Ölçeği	140
EK-3. Uluslararası Fiziksel Aktivite Formu	141



BEYANNAME

Bu tez çalışmasının Erzurum Teknik Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Hazırlama ve Yazım Kılavuzu standartlarına uygun olarak hazırlanarak yazıldığını; tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçların akademik ve etik kurallara bağlı kalınarak sunulduğunu; bu tezin özgün bir bilimsel araştırma olduğunu; tezde yer alan ve bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen tüm bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve kullanılan kaynakların kaynaklar listesinde yer aldığını; tezin çalışılması ve yazımı aşamalarında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

19.01.2026

İmzası

Nejdet BAYRAM

TEŞEKKÜR

Lisansüstü eğitimim boyunca her an yanımda olan, beni bilgi ve deneyimleriyle en iyi şekilde yönlendiren, sadece akademik gelişimimi değil, aynı zamanda bana kattığı vizyon ve güvenle bu yolculuğu daha anlamlı kılan değerli danışmanım Doç. Dr. Deniz BEDİR'e içtenlikle teşekkürlerimi sunarım.

Tüm bu süreci sabır, sevgi ve anlayışla destekleyen, bu zorlu akademik yolculukta bana sadece motivasyon sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda bana hayatın her alanında destek olan, her zaman güç veren sevgili eşime en derin şükranlarımı sunarım.

Bu çalışmamı, bilimin ışığında ülkemizin gelişimine katkıda bulunmak için özveriyle çalışan tüm araştırmacılara, sporun farklı alanlarında emek veren antrenörlere, sporculara ve spor bilimcilerine ithaf ediyorum.

19.01.2026

İmza

Nejdet BAYRAM

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Fiziksel Aktivite ve Uyku Kalitesinin Yürütücü İşlev ve İşleyen Bellek Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi

Amaç: Bu araştırmanın amacı, bireylerin fiziksel aktivite düzeyi ve uyku kalitesinin yürütücü işlevler ile işleyen bellek üzerindeki etkisini incelemektir. Bu kapsamda fiziksel aktivite ve uyku kalitesinin, yürütücü işlevlerin alt bileşenleri olan çalışma belleği, dürtü kontrolü ve bilişsel esneklik ile olan ilişkileri değerlendirilmiştir.

Yöntem: Araştırma, nicel araştırma yöntemlerinden ilişkisel tarama modeli kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya gönüllü olarak katılan bireylerin fiziksel aktivite düzeyleri ve uyku kaliteleri geçerli ve güvenilir ölçme araçlarıyla belirlenmiştir. Yürütücü işlevler ve işleyen bellek performansları ise standart bilişsel testler aracılığıyla değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler istatistiksel analiz yöntemleri kullanılarak analiz edilmiştir.

Bulgular: Araştırma bulguları, fiziksel aktivite düzeyi yüksek olan bireylerin yürütücü işlevler ve işleyen bellek testlerinde daha yüksek performans sergilediğini göstermiştir. Benzer şekilde, uyku kalitesi yüksek olan bireylerin çalışma belleği, dürtü kontrolü ve bilişsel esneklik düzeylerinin anlamlı biçimde daha iyi olduğu saptanmıştır. Fiziksel aktivite ve uyku kalitesinin, yürütücü işlevlerin alt boyutları üzerinde anlamlı yordayıcı değişkenler olduğu belirlenmiştir.

Sonuç: Sonuç olarak, fiziksel aktivite ve uyku kalitesi bireylerin bilişsel performansları üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Düzenli fiziksel aktivite ve kaliteli uyku, yürütücü işlevler ile işleyen belleğin gelişimini desteklemekte ve bilişsel işlevlerin daha etkin kullanılmasına katkı sağlamaktadır. Bu bulgular, bilişsel sağlığın korunması ve geliştirilmesi açısından fiziksel aktivite ve uyku düzenine yönelik müdahalelerin önemini ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Bilişsel Performans, Fiziksel Aktivite, İşleyen Bellek, Uyku Kalitesi, Yürütücü İşlev

ABSTRACT

MS. Thesis

The Effect of Physical Activity and Sleep Quality on Executive Function and Working Memory

Aim: The aim of this study is to examine the effects of physical activity level and sleep quality on executive functions and working memory. In this context, the relationships between physical activity and sleep quality and the subcomponents of executive functions namely working memory, inhibitory control, and cognitive flexibility were evaluated.

Methods: This study was conducted using a correlational research design, one of the quantitative research methods. The physical activity levels and sleep quality of the participants were determined using valid and reliable measurement tools. Executive functions and working memory performance were assessed through standardized cognitive tests. The collected data were analyzed using appropriate statistical analysis methods.

Results: The findings of the study revealed that individuals with higher physical activity levels demonstrated significantly better performance in executive function and working memory tests. Similarly, participants with higher sleep quality showed significantly better levels of working memory, inhibitory control, and cognitive flexibility. Physical activity level and sleep quality were found to be significant predictors of the subdimensions of executive functions.

Conclusion: In conclusion, physical activity and sleep quality have a significant impact on individuals' cognitive performance. Regular physical activity and high-quality sleep support the development of executive functions and working memory and contribute to more efficient cognitive functioning. These findings highlight the importance of interventions aimed at improving physical activity and sleep habits for the maintenance and enhancement of cognitive health.

Keywords: Cognitive performance, Executive function, Physical activity, Sleep quality, Working memory

TABLÖLER DİZİNİ

Tablo 4.1. Spor Yapanlar ve Spor Yapmayanların PUKİ Puanlarının ve Günlük Kalori Harcama Düzeylerinin Bağımsız Örneklem T Testi Sonuçları.....	68
Tablo 4.2. Spor Yapanlar ve Spor Yapmayanların Stroop Görevi Performanslarının Bağımsız Örneklem T Testi Sonuçları	69
Tablo 4.3. Spor Yapanlar ve Spor Yapmayanların n-Back Görevi Performanslarının Bağımsız Örneklem T Testi Sonuçları	71
Tablo 4.4. PUKİ ile Bilişsel ve Davranışsal Değişkenler Arasındaki Pearson Korelasyonları	72

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Uykunun Evreleri.....	21
Şekil 2.2. Prefrontal Korteks ve Yürütücü İşlev Bileşenleri Görünümü.....	41
Şekil 2.3. Limbik Sistem.....	42
Şekil 2.4. Fonolojik döngünün kavramsallaştırılması.....	56
Şekil 2.5. Baddeley çok bileşenli işleyen bellek kuramı.....	58
Şekil 2.6. Gömülü İşleme Modeli	59
Şekil 3.1. Stroop Testi Uyarın Türleri	65
Şekil 3.2. 2-back Görevi.....	66
Şekil 4.1. Spora Katılım Durumuna Göre Pittsburgh Uyku Kalitesi İndeksi (PUKİ) Puanları ve Günlük Kalori Harcaması Ortalamaları	69
Şekil 4.2. Spora Katılım Durumuna Göre Stroop Görevi Nötr ve Incongruent Koşullarda Cevap Doğruluğu ve Reaksiyon Zamanı Ortalamaları	70
Şekil 4.3. n-Back Görevinde Spora Katılım Durumuna Göre d' (Duyarlılık) ve Reaksiyon Zamanı Ortalamaları.....	71

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
%95 GA	Güven Aralığı
n	Örneklem Sayısı
P	Anlamlılık Değeri
r	Korelasyon Katsayısı
R ²	Belirleme Katsayısı
ss	Standart Sapma
t	t-testi Değeri
$\bar{x}$ (xbar)	Aritmetik Ortalama
η^2	Etki Büyüklüğü

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
ACSM	Amerikan Spor Hekimliği Koleji
BDNF	Beyin Türevli Nörotrofik Faktör
DDS	Denetleyici Dikkat Sistemi
DEHB	Dikkat Eksikliği ve Hiperaktivite Bozukluğu
fMRG	Fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme
HDL	Yüksek Yoğunluklu Lipoprotein
IPAQ	Uluslararası Fiziksel Aktivite Anketi
KSB	Kısa Süreli Bellek
MET	Metabolik Eşdeğer
MÖ	Milattan Önce
NREM	Non-Rapid Eye Movement
PET	Pozitron Emisyon Tomografisi
PFC	Prefrontal Korteks
PUKİ	Pittsburgh Uyku Kalitesi İndeksi
REM	Rapid Eye Movement

TSH	TiroidStimulan Hormon
WHO	World Health Organization
WKET	Wisconsin Kart Sıralama Testi
Yİ	Yürütücü İşlevler



1. GİRİŞ

Yürütücü işlevler, bireylerin dikkat, planlama, karar verme, problem çözme ve bilişsel esneklik gibi üst düzey bilişsel süreçlerini yöneten bilişsel mekanizmalardır (Diamond, 2013; Espy, 2004). Günlük yaşam, akademik performans ve mesleki başarı gibi birçok alanda kritik rol oynayan yürütücü işlevler, bireyin bilişsel kontrolünü ve çevresel değişimlere uyum sağlama becerisini destekler. Doğası gereği karmaşık ve çok yönlü olan yürütücü işlevler arasında planlama, seçici dikkat, sürekli dikkat, yeni durumlarla esnek bir şekilde başa çıkma yeteneği ve önceden etkili tepki engelleme yer alır (Hall ve ark., 2008; Hofmann ve ark., 2012). Miyake ve Friedman (2012) ve Chelune ve Duff (2019) tarafından önerilen yürütme işlevi modelleri, Çalışma Belleği (Updating), Dürtü Kontrolü (Inhibition) ve Bilişsel Esneklik (Attentional Shifting) olmak üzere üç temel bileşenden oluşmaktadır (Clark ve ark., 2021). Çalışma belleği, bilgileri akılda tutma ve bir görevi tamamlamak için bunları düzenleme anlamına gelir (Parrilla ve ark., 2024). Dürtü kontrolü, daha güçlü ancak görevle ilgisiz öğelerin ortamda bulunmasına rağmen dikkati görevle ilgili öğelere odaklayarak dikkati düzenler (Wilks ve Yang, 2016). Bilişsel esneklik ise bir bireyin iki veya daha fazla farklı görev arasında hareket etme veya bakış açılarını mekânsal veya kişilerarası olarak kolayca değiştirme yeteneğini ifade eder (Diamond, 2013). Birçok farklı bilişsel özelliği barındıran yürütücü işlevler, günlük yaşamdan akademik başarıya, sosyal ilişkilerden mesleki performansa kadar birçok alanda insan hayatı için kritik bir rol oynamaktadır. Bu işlevler, bireyin değişen çevresel koşullara uyum sağlamasına, karmaşık görevleri yerine getirmesine ve uzun vadeli hedeflerine ulaşmasına yardımcı olmaktadır. Bireylerin sahip oldukları nörobiyolojik özellikler, genetik yatkınlık, fiziksel aktivite ve egzersiz, uyku kalitesi ve bilişsel yenileme, beslenme ve metabolik sağlık, stres ve duygusal durum, eğitim ve bilişsel uyarım gibi faktörler bireylerin yürütücü işlevleri üzerinde önemli etkilere sahiptir. Fiziksel aktivite ve uyku kalitesi, yürütücü işlevleri etkileyen birçok faktör arasında daha belirleyici bir rol oynama potansiyeline sahiptir çünkü yapılan öncül araştırmalar bu iki faktörün nöroplastisiteyi desteklediği, prefrontal korteksin işlevselliğini artırdığı ve bilişsel yenilenmeyi sağladığını ortaya koymaktadır. Diğer faktörler (genetik yatkınlık, stres, beslenme, eğitim, duygusal durum vb.) de yürütücü işlevler üzerinde

etkilidir, ancak fiziksel aktivite ve uyku doğrudan beyin sağlığını ve bilişsel süreçleri düzenleyen fizyolojik mekanizmalarla bağlantılıdır.

Uyku, bireyin fiziksel ve zihinsel sağlığını sürdürebilmesi için hayati öneme sahip, bilinç durumunun geçici olarak değiştiği bir süreçtir. Beyin, uyku sırasında kendini yeniler, öğrenme süreçlerini pekiştirir ve vücudu enerji dengesine hazırlar (Matricciani ve ark., 2019). Uyku, REM (RapidEyeMovement) uykusu ve NREM (Non-RapidEyeMovement) uykusu olmak üzere iki aşamadan oluşmaktadır. Uykuya dalma aşaması olan NREM’de beynin yavaş dalgalar yayar ve vücudun fiziksel olarak dinlenir. Kas onarımı, bağışıklık sistemi güçlenmesi ve büyüme hormonunun salgılanması bu dönemde gerçekleşir (Malenka, 2009). REM aşamasında ise beyin bu evrede öğrenmeyi pekiştirir, hafızayı güçlendirir ve duygusal düzenlemeleri optimize eder (Tamaki ve ark., 2009). Uyku eksikliği veya düşük uyku kalitesi, bilişsel işlevlerden bağışıklık sistemine kadar birçok sistemi olumsuz etkileyebilir (Maski ve Kothare, 2013).

Fiziksel aktivite, beynin bilişsel süreçlerini destekleyen en önemli çevresel faktörlerden biridir. Araştırmalar, düzenli fiziksel aktivitenin yürütücü işlevler üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu ve özellikle çalışma belleği, bilişsel esneklik ve dürtü kontrolü gibi yürütücü işlev bileşenlerini geliştirdiğini göstermektedir. Fiziksel aktivite, beynin yapısal ve fonksiyonel gelişimini destekleyerek yürütücü işlevlerin verimliliğini artırır ve bilişsel yaşlanmayı geciktirir. Düzenli yapılan fiziksel aktivite, prefrontal korteksteki sinir bağlantıları güçlendirir, Beyin Türevli Nörotrofik Faktör (BDNF) salınımını artırarak sinir hücrelerinin büyümesini, yenilenmesini ve aralarındaki bağlantıların güçlenmesini sağlar, beyne giden kan akışını ve oksijen miktarını artırarak bilişsel süreçleri iyileştirir ve dopamin, serotonin ve norepinefrin gibi nörotransmitterlerin salınımını artırarak dikkat, motivasyon ve dürtü kontrolünü düzenler.

Literatür incelendiğinde hem fiziksel aktivitenin hem de uyku kalitesinin yürütücü işlevler üzerindeki etkisine dair önemli kanıtlar bulunmaktadır. Ancak bu iki faktörün yürütücü işlevleri oluşturan çalışma belleği, dürtü kontrolü ve bilişsel esnekliğe etkileri ve yordayıcılık düzeyleri üzerinde yeterince araştırma bulunmamaktadır. Bu bağlamda yapılan araştırmanın temel amacı, fiziksel aktivite düzeyi ile yürütücü işlevlerin alt bileşenleri olan çalışma belleği, dürtü kontrolü ve bilişsel esneklik arasındaki ilişkiyi incelemektir. Aynı zamanda, uyku

kalitesinin yürütücü işlev performansı üzerindeki etkisini değerlendirerek fiziksel aktivite ve uyku kalitesinin yürütücü işlevlerle nasıl bir etkileşim içinde olduğunu anlamak hedeflenmiştir.

Araştırma kapsamında test edilecek hipotezler Ŗu Ŗekildedir:

- Fiziksel aktivite düzeyi yüksek olan bireyler, yürütücü işlev testlerinde daha yüksek performans sergiler.
- Uyku kalitesi yüksek olan bireyler, düşük uyku kalitesine sahip bireylere kıyasla daha iyi yürütücü işlev performansı gösterir.
- Fiziksel aktivite düzeyi ve uyku kalitesi yürütücü işlevlerin alt boyutları üzerinde anlamlı bir yordayıcı etkiye sahiptir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Fiziksel Aktivite

Mevcut tanımlara göre fiziksel aktivite kavramı ilk olarak M.Ö. 2500 yıllarında ortaya çıkmıştır. Çin’de bulunan tarihi mezar kalıntılarında yer alan dans eden insan figürleri, fiziksel aktivitenin insanlık tarihi kadar eski olduğunu göstermektedir (Paffenbarger ve ark., 2001). Çocukların büyüme ve gelişimi ile yaşlı bireylerin sağlığının korunmasında fiziksel aktivite programlarının önemi ise 16. yüzyılın başlarında İtalya’da fark edilmiş ve hekimler tarafından tanınmaya başlanmıştır (Bulut, 2013).

Fiziksel aktiviteye yönelik sistemli egzersiz programları ilk kez 1860 yılında Amerika Birleşik Devletleri’nde okul müfredatlarına dâhil edilmiştir. Bu dönemde bireylerin sağlıklı olabilmeleri için yoğun fiziksel aktivite yapmaları gerektiği vurgulanmış ve fiziksel aktivitenin önemi kamuoyuna duyurulmaya başlanmıştır (Tunay, 2008). Fiziksel aktivite ve buna bağlı sağlık yararları üzerine yapılan bilimsel çalışmaların ilk sonuçları ise 19. yüzyılın son çeyreğinde yayımlanmıştır.

Fiziksel aktivite; eklem ve kasların yardımıyla enerji tüketimine yol açan, metabolik hızı artıran ve yorgunlukla sonuçlanabilen her türlü bedensel hareket olarak tanımlanmaktadır (Vatansever, 2018). Dünya Sağlık Örgütü (WHO), tüm ülkelerde bulaşıcı olmayan hastalıkların görülme sıklığında artış olduğunu bildirmiştir. Bu artışın temel nedenleri arasında yaşam standartlarının yükselmesi, konfor olanaklarının artması, buna paralel olarak fiziksel aktivite düzeyinin azalması ve beslenme alışkanlıklarındaki değişiklikler yer almaktadır. WHO verilerine göre, fiziksel aktivite yetersizliği nedeniyle dünya genelinde her yıl 2 milyondan fazla insan yaşamını yitirmektedir (Soyuer ve Soyuer, 2008).

Araştırmalar, hareketsiz yaşam tarzının dünya genelinde yaklaşık 1,9 milyon ölüme neden olduğunu göstermektedir. Ayrıca fiziksel aktivite yetersizliği; kolon kanseri, diyabet ve meme kanseri gibi yüksek mortalite riski taşıyan hastalıkların %10–16’sından ve kardiyovasküler hastalıkların yaklaşık %22’sinden sorumludur (Akyol ve ark., 2008). Günlük yaşam içerisinde evde, işte, sokakta veya boş zamanlarda fiziksel aktivite yapmak mümkündür. Ancak

yaş ilerledikçe fiziksel aktivite düzeyinin azaldığı ve özellikle kadınların daha hareketsiz bir yaşam tarzına sahip olduğu görülmektedir.

Düzenli fiziksel aktivite, dengeli ve sağlıklı beslenme ile desteklendiğinde kronik hastalıkların önlenmesine katkı sağlamak ve tedavi süreçleri üzerinde olumlu etkiler oluşturmaktadır. Doğru egzersiz alışkanlıklarının erken yaşta kazanılması ve sürekliliğinin sağlanması; özgüvenin artması, sosyalleşmenin gelişmesi, bireyin kendisiyle ve sosyal çevresiyle daha uyumlu bir yaşam sürmesi gibi sosyal ve psikolojik yararlar sağlamaktadır (Sağlam, 2022). Bu bağlamda düzenli fiziksel aktivite, halk sağlığının korunması ve geliştirilmesinde temel bir unsur olarak değerlendirilmektedir.

Bireylerin günlük yaşamda fiziksel olarak aktif olabilecekleri alanlar dört ana grupta toplanmaktadır: boş zaman aktiviteleri (spor ve rekreasyonel etkinlikler), ev işleri (temizlik, bahçe işleri), ulaşım (yürüme, bisiklete binme) ve iş yaşamında gerçekleştirilen fiziksel aktiviteler (WHO, 2002).

Türkiye’de fiziksel aktivite düzeylerine bakıldığında, erkeklerin %55’inin düşük, %22’sinin orta ve %23’ünün yeterli düzeyde fiziksel aktiviteye sahip olduğu görülmektedir. Kadınlarda ise bu oranlar sırasıyla %69, %18 ve %13’tür. Bu veriler, ülkede erkeklerin %77’sinin ve kadınların %87’sinin yeterli düzeyde fiziksel aktivite yapmadığını ortaya koymaktadır. Ayrıca yeterli fiziksel aktivite yapan bireylerin oranı yaşla birlikte azalmaktadır. 65 yaş ve üzeri kadınların %88’i ve erkeklerin %81’i yeterli düzeyde fiziksel aktivite yapmazken, 75 yaş ve üzeri erkeklerde bu oran %85’e, kadınlarda ise %95’e yükselmektedir (Ünal ve Ergör, 2013).

2.1.1. Fiziksel aktivitenin önemi

Teknoloji, bireylere önemli kolaylıklar ve faydalar sağlamakla birlikte, fiziksel aktivite düzeyi üzerinde olumsuz etkilere de yol açabilmektedir. Bilgisayar oyunları ve internet kullanımının yaygınlaşması hem çocuklar hem de yetişkinler arasında hareketsiz yaşam tarzının artmasına neden olmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından 2002 yılında yapılan açıklamalara göre, fiziksel aktiviteden yoksun bir yaşam biçimi dünya genelinde 2 milyondan fazla ölümle ilişkilendirilmektedir. Bu bulgular, fiziksel aktivitenin insan yaşamı açısından taşıdığı kritik önemi açıkça ortaya koymaktadır. Bu bağlamda bireylerin boş

zamanlarını pasif olarak teknolojik cihazlar karşısında geçirmek yerine, fiziksel aktiviteye yönelmeleri önerilmektedir (Brady, 1998).

Sürekli fiziksel aktivite; bireylerin beslenme alışkanlıklarını düzenlemelerine katkı sağlamakta, zararlı alışkanlıklara yönelimi azaltmakta ve yapılan işin niteliğini artırmaktadır. Bununla birlikte iş yaşamında verimlilik ve performansın artmasına da olumlu etkileri bulunmaktadır. Uyku düzeni ve beslenmenin fiziksel aktivite ile birlikte ele alınması, bu yararların daha da güçlenmesini sağlamaktadır (Akyol ve ark., 2008).

2.1.2. Fiziksel aktivitenin sağlığa faydaları

Fiziksel aktivite; çocukların ve gençlerin sağlıklı büyüme ve gelişimini desteklemesi, sosyalleşmeyi artırması ve zararlı alışkanlıkların önlenmesine katkı sağlaması açısından önemli bir rol üstlenmektedir. Bunun yanı sıra, hastaların rehabilitasyon süreçlerinde destekleyici bir unsur olmakta, kronik hastalığı bulunan yetişkinlerde tedaviye katkı sağlamakta ve hastalıklara karşı koruyucu bir mekanizma oluşturmaktadır. Yaşlılık döneminde fonksiyonel kapasitenin korunması ve genel olarak bireylerin yaşam kalitesinin artırılması ile iş gücü verimliliğinin yükseltilmesinde fiziksel aktivite temel bir faktör olarak değerlendirilmektedir (Ayhan, 2014; Baltacı ve Düzgün, 2008).

Fiziksel aktivitenin sağlığa olan yararları, vücut sistemleri üzerindeki çok yönlü olumlu etkileriyle açıklanmaktadır. Düzenli fiziksel aktivite; glikoz metabolizmasını düzenlemekte, kan basıncını düşürmekte ve vücut yağ oranını azaltmaktadır. Bu etkiler, kardiyovasküler hastalıklar ve diyabet riskinin azalmasıyla doğrudan ilişkilidir. Ayrıca fiziksel aktivite sırasında prostaglandin düzeylerinde artış, bağırsak geçiş süresinin kısalması ve antioksidan savunma mekanizmalarının güçlenmesi, kolon kanseri riskinin azalmasına katkı sağlamaktadır. Benzer şekilde, hormon metabolizması üzerindeki olumlu etkileri sayesinde fiziksel aktivite, meme kanseri riskinin düşmesiyle de ilişkilendirilmektedir. Bununla birlikte fiziksel aktivite; vücut ağırlığının kontrol altına alınmasına yardımcı olmakta, iskelet-kas sistemi sağlığını desteklemekte ve depresif belirtilerin azalmasına katkı sağlamaktadır. Ayrıca bel ağrısı, osteoartrit, osteoporoz ve düşme riski gibi kas-iskelet sistemi sorunlarının yanı sıra obezite, stres ve anksiyete üzerinde de olumlu etkiler göstermektedir (WHO, 2002).

Buna karşılık fiziksel inaktivite; kardiyovasküler hastalıklar, kas-iskelet sistemi bozuklukları, hipertansiyon, tip II diyabet, bazı ruhsal bozukluklar ve çeşitli kanser türlerinin gelişme riskini artırmaktadır. Bu nedenle fiziksel aktivitenin sağlık üzerindeki koruyucu ve geliştirici etkileri, halk sağlığı açısından büyük önem taşımaktadır (Das ve Horton, 2012).

Fiziksel inaktivite; kardiyovasküler hastalıklar, iskelet kası hastalıkları, yüksek tansiyon, tip II diyabet, bazı akıl hastalıkları ve bazı kanser türlerine neden olabilmektedir. Fiziksel aktivitenin sağlık üzerindeki olumlu etkileri aşağıda belirtilmektedir (Das ve Horton, 2012).

Fiziksel Aktivitenin Sağlık Üzerindeki Olumlu Etkileri

- Hayat kalitesinde yükselme,
- Yüksek seviyede oksijen kullanımı,
- İnsülin hassasiyeti ve kalp damar hastalıklarına yakalanma risklerinde azalma,
- Kas kütlesinde yükselme,
- Kilo artışına engel olma ve metabolizmanın çalışmasında artış,
- Karbonhidrat sayımı ve yağ oranında düzelme,
- Yağsız vücut kütlesine doğru eğilimin artması,
- Kemik Dansitometresinde yükselme,
- Maksimal altı yoğunlukta düşük kalp hızı ve düşük kan basıncı,
- Sırt ile bel ağrılarının hafiflemesi,
- Kaygı ve ruhsal bunalımda azalmalar görülür (Das ve Horton, 2012).

Fiziksel aktivite, kan dolaşımını iyileştirerek denge kontrolünün sağlanmasına katkıda bulunur; kan basıncının düzenlenmesini destekler ve hızlı tepki verme ile refleks gelişimini artırır. Bunun yanı sıra kas gelişimini desteklemekte, yüksek yoğunluklu lipoprotein (HDL) düzeylerini artırmakta ve kardiyovasküler hastalıkların önlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Düzenli fiziksel aktivite, hastalanma riskini azaltmakta, kalp ve akciğer kapasitesini

artırmakta ve birçok hastalığın tedavi sürecine olumlu katkılar sağlamaktadır (Gümüş, 2009).

Fiziksel aktivitenin yararları yalnızca fiziksel sağlıkla sınırlı olmayıp, sosyal, duygusal ve ruhsal sağlık üzerinde de belirgin olumlu etkiler göstermektedir. Düzenli fiziksel aktivite; bireyin kendini daha iyi hissetmesini sağlamakta, özgüven ve özsaygıyı artırmakta, yaşama yönelik olumlu bir bakış açısının gelişmesine katkıda bulunmakta ve stresle başa çıkmayı kolaylaştırmaktadır. Ayrıca iletişim becerilerinin gelişmesine yardımcı olmakta, bireyin yeni ortamlarda kendini daha rahat ifade edebilmesini sağlamakta ve olumlu düşünce yapısının oluşumunu desteklemektedir (Sağlık Bakanlığı, 2014).

2.2. Fiziksel Aktiviteyi Arttırmak İçin Alınacak Önlemler

Fiziksel aktivite; diyabet, kardiyovasküler hastalıklar ve inme (felç) riskinin azaltılmasında etkili bir koruyucu faktör olarak kabul edilmektedir. Koroner kalp hastalıkları ve diyabet ile haftada 150 dakikalık fiziksel aktivite düzeyi arasında belirgin bir doz–yanıt ilişkisi bulunmaktadır. Bu doğrultuda, toplum temelli müdahaleler kapsamında medya aracılığıyla fiziksel aktivitenin teşvik edilmesi, maliyet etkin ve uygulanabilir bir yöntem olarak değerlendirilmektedir (Türkiye Fiziksel Aktivite Rehberi, 2014).

Fiziksel aktivitenin artırılmasında bisiklete binme, yürüyüş ve benzeri etkinliklerin güvenli ve erişilebilir biçimde yapılabilmesi için fiziksel çevrenin düzenlenmesi büyük önem taşımaktadır. Bunun yanı sıra iş yerlerinde güvenli ve aktif ulaşım yöntemlerinin teşvik edilmesi, bireylerin günlük aktivite düzeylerini artırmada etkili olmaktadır. Bu kapsamda ülkelerin; toplumu fiziksel olarak aktif olmaya yönelik bilgilendirmesi ve motive etmesi, fiziksel aktiviteyi destekleyen ve teşvik eden politikalar geliştirmesi ve uygulaması gerekmektedir (Ayhan, 2014; Türkiye Fiziksel Aktivite Rehberi, 2014).

Orta düzeyde fiziksel aktiviteye yönelik yaşam tarzı müdahaleleri, beslenme danışmanlığı ve diyet önerileriyle birlikte uygulandığında glikoz toleransını iyileştirmekte ve bozulmuş glikoz toleransına sahip bireylerde diyabet gelişme riskini azaltmaktadır. Yapılan çalışmalar, egzersiz ve sağlıklı beslenmenin etkilerinin bazı farmakolojik tedavilerle benzer düzeyde olduğunu göstermektedir. Bu doğrultuda, fiziksel performansı artırmaya yönelik tüm

önlemler, bulaşıcı olmayan hastalıkların önlenmesi ve kontrolüne yönelik stratejilerle entegre edilebilir. Kitle iletişim araçları aracılığıyla bireylerin fiziksel aktiviteye yönlendirilmesi, bu süreçte etkili bir araç olarak öne çıkmaktadır (Cecchini ve ark., 2010).

2.3. Fiziksel Aktivite Bileşenleri

Fiziksel aktiviteye maruz kalma düzeyi, fiziksel aktivitenin ölçülmesi yoluyla belirlenmektedir. Egzersiz uygulamaları üç temel antrenman bileşenine dayanmaktadır ve bu bileşenler süre, sıklık ve yoğunluk olarak tanımlanmaktadır. Egzersiz dozu, söz konusu üç bileşenin bir araya gelmesiyle oluşan toplam yükü ifade etmektedir.

Süre, bir egzersiz seansının uzunluğunu belirtmekte olup özellikle dayanıklılık ve aerobik egzersizler için genellikle dakika veya saat cinsinden ifade edilmektedir. Sıklık ise belirli bir zaman dilimi içerisinde gerçekleştirilen egzersiz seanslarının sayısını tanımlamakta ve egzersiz uygulamalarının sürekliliğini yansıtmaktadır. Bu bağlamda egzersiz dozu, belirli bir zaman aralığında fiziksel aktiviteye ayrılan toplam süre ve yoğunluğu kapsayan bütüncül bir kavram olarak değerlendirilmektedir (Wasfy ve Baggish, 2016).

2.3.1. Egzersizin tipi

Denge, dayanıklılık, kuvvet ve esneklik egzersizleri, fiziksel aktivitenin temel türlerini oluşturmaktadır. Bu dört bileşen; yaşam kalitesinin artırılması, sağlıklı yaşlanmanın desteklenmesi, fiziksel gücün korunması ve bireysel bağımsızlığın sürdürülmesi açısından önemli katkılar sağlamaktadır. Esneklik egzersizleri, eklemlerdeki hareket açıklığının korunmasına veya geliştirilmesine yardımcı olmakta, duruş bozukluklarının önlenmesi ve düzeltilmesinde etkili olmakta ve eklem ağrılarının azaltılmasına katkı sağlamaktadır. Esneklik egzersizleri, belirli bir süre boyunca ya da eklemin tam hareket açıklığı içerisinde gerçekleştirilen hareketleri kapsamakta olup statik ve dinamik (aktif) esneme türlerinden oluşmaktadır (Panton ve Artese, 2015).

Dayanıklılık ya da aerobik antrenmanlar ise büyük kas gruplarının (özellikle kol ve bacak kasları) ritmik ve sürekli hareketiyle kalp atım hızının belirli bir süre boyunca artırılmasını hedeflemektedir. Yetişkinler için bisiklete binme, yürüyüş, dans, yüzme ve merdiven çıkma gibi aktiviteler dayanıklılık

egzersizlerine örnek olarak gösterilmektedir. Bu tür egzersizler, kalp ve akciğer sağlığının korunmasına katkı sağlamakta ve diyabet, kalp hastalıkları ve benzeri kronik hastalıkların riskini azaltmaktadır. Yaşın ilerlemesiyle birlikte bu risklerin artması, denge egzersizlerinin önemini daha da artırmaktadır. Denge egzersizleri; vücudun stabilizasyonunu, duruş kontrolünü ve uzamsal farkındalığı geliştirmekte, düşme riskini azaltmaktadır. Bu egzersizler, destek yüzeyinin daraltılması, dengesiz zeminlerin kullanılması, ağırlık aktarımı ve üst gövde desteğinin azaltılması gibi uygulamaları içermektedir (Panton ve Artese, 2015).

2.3.2. Egzersizin sıklığı

Mevcut egzersiz ölçütleri, sağlık yararları sağlayan asgari fiziksel aktivite düzeylerini belirlemek ve sağlık verileri arasında denge kurmak amacıyla geliştirilmiştir. Düşük düzeylerde dahi düzenli olarak gerçekleştirilen egzersizin, sağlık açısından giderek daha olumlu sonuçlar ortaya koyduğu düşünülmektedir. Sağlık çalışanları üzerinde yapılan bir çalışmada, orta yaşlı ve yaşlı kadınlar temel alınarak haftada 1–1,9 saat düşük ya da orta yoğunlukta yapılan egzersizin, haftada yedi saatten fazla yapılan egzersizle karşılaştırıldığında dahi, sağlık risklerini anlamlı düzeyde azalttığı görülmüştür. Bu bulgular, egzersiz dozunun minimum düzeylerde dahi koruyucu etki gösterebileceğini ortaya koymaktadır (Trolle-Lagerros ve ark., 2005).

Yaşlı erkekler üzerinde gerçekleştirilen başka bir çalışmada ise haftada bir saatten az yürüyüş ya da bisiklete binmenin daha düşük mortalite riski ile ilişkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca “ara sıra” egzersiz yapan ileri yaştaki bireylerde ölüm riskinin yaklaşık %28 oranında azaldığı rapor edilmiştir. Kardiyovasküler hastalık riski açısından değerlendirildiğinde, haftada 6–12 kez egzersiz yapan yaşlı yetişkinlerde riskin belirgin biçimde azaldığı; buna ek olarak günlük yürüyüş mesafesinde küçük artışlar (örneğin bir blok mesafe) sağlayan bireylerde dahi kardiyovasküler hastalık riskinde anlamlı düşüşler gözlemlendiği bildirilmektedir (Soares-Miranda ve ark., 2016; Wasfy ve Baggish, 2016).

Bu bulgular doğrultusunda, yetişkin bireyler için fiziksel aktivite sıklığına ilişkin öneriler geliştirilmiş olup, bu öneriler aşağıda sunulmaktadır (Baykuş, 2021).

Yetişkinler için Egzersiz Sıklığı Önerileri

- Bir haftalık süreçte minimum 2 saat 30 dk orantılı bir seviyede aerobik egzersiz veya yine bir haftalık süreçte 1 saat 15 dk hızlı aerobik egzersiz ya da her ikisinin birleşimini kendine göre yine bir haftaya göre planlayarak yerine getirebileceği tavsiye edilir.
- Bir haftalık süreçte minimum iki gün orta veya yüksek performansta kas kuvvetlendirici egzersizler yapılmalıdır.
- Hareket etmeden durup oturmak yerine az düzeyde egzersiz yapmak bile sağlık açısından bazı tehlikelerle karşılaşmayı azaltabilmektedir.
- Bir haftalık süreçte minimum beş saat etkin olabilmek fazlaca yarar sağlayabilmektedir.
- Giderek ölçüsü ve sıklığı aşamalı bir şekilde yükseltilmelidir (Baykuş, 2021).

2.3.3. Egzersizin şiddeti

Egzersiz yoğunluğu, bir fiziksel aktivitenin gerçekleştirilme hızı veya çaba düzeyini ifade eder. Aktivitenin şiddeti bireylere göre değişiklik gösterebilir; bu nedenle yoğunluk hem mutlak olarak hem de metabolik maliyet açısından ölçülebilir. Genellikle bir egzersizin maksimum kapasitenin belirli bir yüzdesi olarak uygulanması veya performans ölçümlerine göre değerlendirilmesi, antrenman seanslarının merkezinde yer alır (Wasfy ve Baggish, 2016).

Fiziksel aktivitenin yoğunluğu, bireyin deneyimi ve göreceli fitness seviyesi ile doğrudan ilişkilidir. Daha önceki fiziksel aktivite düzeyi, mevcut aktivitenin yoğunluğunu belirlemede önemli bir etkidir. Bu bağlamda, Metabolik Eşdeğerler (METs) genellikle fiziksel aktivite yoğunluğunu tanımlamak için kullanılmaktadır. MET, bir kişinin aktif metabolizmasının dinlenme metabolizmasına oranıdır ve enerji harcamasını standart bir ölçekte ifade eder. 1 MET, bir kişinin dinlenme hâlinde harcadığı enerjiye eşdeğer olup genellikle 1 ml/kg/dk oksijen tüketimi olarak gösterilir. Orta düzeyde aktif bir bireyde enerji harcaması, dinlenme metabolizmasına göre 3–6 kat daha yüksek (3–6 METs) olarak değerlendirilir; yüksek yoğunluklu aktivitelerde bu değer 6 MET'in üzerine çıkar (>6 METs) (Erdoğan, 2022).

Metabolik eşdeğer, fiziksel aktivitenin enerji maliyetini dinlenme metabolizma hızı cinsinden tahmin etmek için kullanılan pratik ve anlaşılır bir yöntemdir. Bir aktivitenin enerji maliyeti, göreceli oksijen tüketiminin (ml O₂/kg/dk) 3,5 sayısına oranı ile hesaplanır (Jetté ve ark., 1990). MET değeri, bir aktivitenin dinlenme sırasında tüketilen enerjiye oranını gösterir. Örneğin, MET değeri 4 olan bir aktivite, dinlenme sırasında tüketilen enerjinin dört katına eşdeğerdir. Pratik bir örnek vermek gerekirse, saatte 3–4 km hızla yürümek yaklaşık 4 MET değerindeyken, ip atlama gibi yüksek yoğunluklu bir egzersizin MET değeri 12,3 olarak belirlenmiştir (Erdoğan, 2022).

2.3.4. Egzersizin süresi

Yaklaşık yirmi yıl önce, Amerikan Spor Hekimliği Koleji (ACSM), ABD Genel Cerrahı ve Ulusal Sağlık Enstitüleri ile Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezleri iş birliğiyle egzersiz ve sağlık alanında önemli makaleler yayımlanmıştır. Bu çalışmaların temel amaçları arasında, kamu ve özel sektör çalışanlarının sağlık düzeylerini iyileştirmek, erken ölümleri azaltmak ve kronik hastalıkları önlemek için gerekli egzersiz ölçüsü ve sıklığını belirlemek yer almaktadır. ACSM, araştırmalara dayalı olarak sportif aktiviteler ve egzersizler için kılavuzlar hazırlamakta ve sağlık sektörü için sunduğu fiziksel aktivite önerileri “altın standart” olarak kabul edilmektedir (Wasfy ve Baggish, 2016).

Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezleri ile ACSM’nin önerileri doğrultusunda, 18–65 yaş arasındaki yetişkinlerin; haftada en az beş gün, her seans minimum 30 dakika orta yoğunlukta aerobik aktivite veya haftada üç gün, her seans minimum 20 dakika yüksek yoğunlukta aerobik aktivite gerçekleştirmesi önerilmektedir. Bu öneriler, yüksek ve orta yoğunluklu fiziksel aktivitelerin kombinasyonlarını içermektedir. Orta yoğunlukta aerobik aktiviteler, en az 10 dakikalık seanslar halinde toplam 30 dakikalık egzersiz süresini kapsayacak şekilde planlanmalıdır. Ayrıca, yetişkinlerin haftada en az iki gün kas direncini ve dayanıklılığını artıran kuvvet egzersizleri uygulamaları önerilmektedir (Baykuş, 2021).

2.4. Fiziksel Aktivitenin Sınıflandırılması

Fiziksel aktivite, vücudun ihtiyaç duyduğu enerji miktarına bağlı olarak hafif, orta veya yüksek yoğunlukta sınıflandırılır. Bu sınıflandırma, genellikle

Metabolik Eşdeğer (MET) değerleri temel alınarak yapılmaktadır. MET, yapılan aktivite sırasında harcanan enerjiyi, dinlenme hâlinde harcanan enerjiye oranla ifade eden bir ölçüttür ve fiziksel aktivite için gerekli enerji miktarını gösterir. Aktivite süresi ise genellikle dakika cinsinden belirtilir (Osthoff ve ark., 2018).

MET hesaplamaları tüm dünyada geçerli olup, 3 MET'in altındaki aktiviteler hafif, 3–6 MET arası aktiviteler orta ve 6 MET'in üzerindeki aktiviteler yüksek yoğunluklu olarak sınıflandırılır. Sedanter aktiviteler için 1 MET temel enerji harcaması olarak kabul edilir. Örnek vermek gerekirse; saatte 4 km hızla yürümek yaklaşık 2,9 MET, çocuk arabası itmek 4 MET ve yatakta dinlenmek 0,9 MET olarak kabul edilir. Bu değerler, yaş ve cinsiyet gibi bireysel değişkenler göz önünde bulundurularak elde edilen ortalama değerlerdir (Katz ve ark., 2020).

Dünya Sağlık Örgütü'ne (WHO, 2020) göre, fiziksel aktivite yoğunluğu bireyden bireye değişebilir ve kişinin önceki fiziksel aktivite düzeyi ile sağlık durumu bu yoğunluğu etkiler. Örneğin, hareketsiz bir birey 1 kcal/kg/saat enerji harcarken, orta düzeyde aktivite 3–6 kat, yüksek yoğunluklu aktivite ise 6 katın üzerinde enerji harcamasına yol açar (>6 METs). Avustralya Sağlık Bakanlığı'nın önerilerine göre, ütü yapmak veya bulaşık yıkamak gibi ayakta durmayı gerektiren fakat yürümeyi içermeyen aktiviteler hafif; boş zamanlarda ritmik yürüyüş veya yüzme gibi aktiviteler orta yoğunluklu; koşu, inşaat işleri veya çiftçilik gibi fiziksel olarak yoğun işler ise yüksek yoğunluklu aktiviteler olarak sınıflandırılabilir (Australian Government Department of Health, 2022).

Fiziksel aktivite sırasında eforun derecesini belirlemek için çeşitli ölçütler kullanılmaktadır. Bunlardan biri konuşma testidir. Bu teste göre, kişi aktivite sırasında konuşabiliyorsa fakat şarkı söyleyemiyorsa orta yoğunlukta; birkaç kelimeyi konuşup ara vermek zorundaysa yüksek yoğunlukta egzersiz yaptığı kabul edilir. Bir diğer yöntem ise kalp atış hızının ölçülmesidir. Bu yöntemde, bireyin maksimum kalp atış hızı (220-yaş formülü ile) belirlenir ve aktivite sırasında kalp atış hızının %50–70 arası olması orta yoğunluk, %70–85 arası olması ise yüksek yoğunluk olarak değerlendirilir (Türkiye Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü, 2014).

Günümüzde, akıllı telefonlar ve diğer akıllı cihazlar sayesinde kişiler egzersiz sürelerini, aralıklarını ve yoğunluğunu daha kolay takip edebilmektedir.

Güvenilir ölçümler için özellikle bileğe takılan cihazlar tercih edilmektedir (Alley ve ark., 2016). Bu tür cihazlar ve mobil uygulamalar, kullanıcıya zaman, yakılan kalori, hatırlatma ve dinlenme süreleri gibi geri bildirimler sunarak fiziksel aktivitenin izlenmesini kolaylaştırmakta ve motivasyonu artırmaktadır. Ayrıca, cihazların yaygınlaşmasıyla fiziksel aktivite davranışlarının takip edilmesi daha erişilebilir hâle gelmiştir (Sarı, 2016).

2.5. Fiziksel Aktivitelere Katılmama Nedenleri

Hayatı kolaylaştıran ve aynı zamanda hareket etmeyi kısıtlayabilen pek çok teknolojik gelişme, ruhsal, tutumsal ve işlevsel faktörler dahil olmak üzere bedensel olarak aktif olmak isteyen bireyleri etkilemektedir. Fiziksel aktivitenin önündeki yaygın engelleri anlamak ve bunların üstesinden gelmek için stratejiler geliştirmek, egzersizi bireylerin günlük yaşamına entegre edebilmek açısından önemlidir. Düzenli egzersiz yapan bireyler, egzersizlerini gerçekleştirirken çeşitli çevresel ve kişisel olumsuzluklarla karşılaşabilmektedir (Erdoğan, 2022).

Dijitalleşme ve teknoloji kullanımının artması, yaşamı birçok açıdan kolaylaştırmakla birlikte, fiziksel aktivite düzeylerini düşürmekte ve bireyleri daha az aktif bir yaşama yönlendirmektedir. Bunun yanında, bireylerin hareketsiz kalmalarının kişisel sebepleri de bulunmaktadır. Bedensel olarak daha aktif bir yaşam tarzına uyum sağlayamamanın başlıca nedenleri aşağıdaki gibi özetlenebilir (Sallis ve Hovell, 1990; Manaf, 2013):

Bireylerin bedensel olarak daha faal hayat tarzları benimsememesinin sebepleri

- Fiziksel aktivitede bulunmaya gereken vakti ayıramama,
- Uygun fiziksel aktivite bulamama,
- Kendisinde bu gücü ve disiplini görememe,
- Fiziksel aktiviteden hoşlanmama,
- Beceri olarak öz yeterlik duygularının düşük olması,
- Fiziksel aktivitelerin sıkıcı gelmesi,
- Yapılan egzersiz esnasında sakatlanma endişesi,
- Egzersize başladıktan sonra hedefe ulaşmadan pes etme kaygısı,

- Çevre desteği beklentisinin karşılık bulamaması,
- Egzersiz yapılacak yerlerin güvensiz görülmesi,
- Aktivite yapabilecekleri alanların uzaklığı (Sallis ve Hovell 1990; Manaf, 2013).

Yetişkinlerin fiziksel aktiviteye katılımının önündeki en yaygın engeller motivasyon eksikliği, isteksizlik ve zaman yetersizliği olarak belirlenmiştir. Manaf (2013) tarafından gerçekleştirilen bir araştırmada, orta yaş ve üzeri bireylerin spora katılma ve fiziksel olarak aktif olma olasılıklarının daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Ancak katılımı engelleyen faktörler incelendiğinde, en sık karşılaşılan nedenlerin zaman yetersizliği, yetersiz tesisler ve egzersizde eşlik edecek akran eksikliği olduğu tespit edilmiştir. Orta yaş grubundaki bireyler için ek olarak yorgunluk, egzersiz yapma isteğinin azlığı ve egzersizi nasıl uygulayacaklarını bilememe gibi faktörler engel teşkil etmektedir. Orta yaş üzeri bireylerde ise temel engeller arasında yorgunluk, düşük fiziksel aktivite düzeyi ve motivasyon eksikliği öne çıkmaktadır. Bunun yanı sıra diğer güçlükler arasında yüksek maliyet, sakatlanma riski, sağlık sorunları, yetersiz yetenekler, tesislere uzaklık, bilinçsiz planlama ve değişime kapalı olma gibi faktörler de önemli engeller olarak belirtilmiştir (Manaf, 2013).

2.6. Fiziksel İnaktivite

Bedensel hareketsizlik, dünya genelinde toplumların en önemli sağlık sorunlarından biri olarak kabul edilmektedir. Çok sayıda bireyin sağlığını ciddi şekilde etkileyen bu durum, ölümle sonuçlanan sağlık problemleri arasında dördüncü sırada yer almaktadır. Günlük fiziksel etkinliklerin 150 dakikanın altında kalması, fiziksel hareketsizlik olarak tanımlanmaktadır (Göksu, 2003). Toplumda hareketsizliğin artması, sağlık sistemi üzerindeki yükü artırmakta ve sağlıklı bir toplum yapısının oluşmasını engellemektedir. Fiziksel hareketsizliğin başlıca nedenleri arasında bireylerin yeterli zaman bulamaması, çocuk ve ev içi sorumlulukların yoğunluğu, uzun mesai saatleri ve toplumsal baskılar gibi faktörler öne çıkmaktadır (Daşkapan ve Tüzün, 2003).

Sanayileşmenin hız kazanması ve teknolojik gelişmelerin ilerlemesi, fiziksel hareketsizlik oranının belirgin biçimde yükselmesine yol açmıştır. Hareketsizlik, duruş bozuklukları, şeker hastalıkları, fazla kilo, kardiyovasküler

hastalıklar, yüksek kolesterol, hipertansiyon, osteoporoz ve kas kütlesinde azalma gibi çeşitli sağlık sorunlarının ortaya çıkmasına neden olmaktadır. TV, tablet ve akıllı telefon gibi teknolojik cihazlarla geçirilen sürenin artması, düzenli ve sağlıklı beslenmeyi zorlaştırmakta ve günlük enerji tüketimini düşürmektedir. Azalan enerji harcaması, kullanılmayan enerjinin yağ olarak depolanmasına ve dolayısıyla kilo artışına yol açmaktadır (Göksu, 2003).

Literatürde yer alan bir araştırmaya göre, fiziksel hareketsizlik kilo artışının yaklaşık %67,5'ini oluşturmaktadır. Kilo artışı ise şeker hastalığı, kardiyovasküler hastalıklar, mide ve bağırsak rahatsızlıkları, yüksek kolesterol ve bilişsel sorunlar gibi pek çok sağlık problemine yol açmaktadır. Bu nedenle, toplumda egzersiz düzeyinin artırılması ve sağlıklı yaşam koşullarının desteklenmesi büyük önem taşımaktadır. Ayrıca bedensel hareketsizlik ile yaşlılık arasında da belirgin bir ilişki bulunmaktadır; yaş ilerledikçe boy kısalması ve kilo artışı gözlemlenmektedir. Yaşla birlikte vücut yağ oranındaki artışın temel nedeni egzersiz düzeyinin azalması ve enerji tüketiminin düşmesidir. Bu bağlamda, ileri yaş dönemlerinde kardiyorespiratuar kapasitenin ve kas gücünün artırılması, olası sağlık sorunlarının önlenmesine ve azaltılmasına katkı sağlamaktadır (Parmaksız, 2007).

Bedensel hareketsizlik tarihsel süreçlerle ilişkilendirilse de, bireysel seçimler de bu durumu önemli ölçüde etkilemektedir. Bireyler, doğası gereği kolay ve hızlı erişim isteği taşır ve dış faktörlerden etkilenebilir. TV, tablet ve diğer teknolojik cihazların yaygın kullanımı, artan tüketim eğilimleri ve birçok ihtiyacın zahmetsizce karşılanabilir hâle gelmesi, bireylerin fiziksel açıdan daha az hareket etmesine yol açmaktadır. Ayrıca, ülkelerde egzersiz olanaklarının sınırlı olması, uygun etkinlik alanlarının eksikliği ve bu alanda uzman personel bulunmaması, fiziksel inaktivitenin önlenmesinde yetersiz kalınmasına neden olmaktadır (Alaçam, 2002).

Kamuoyunda bedensel hareketsizlik çoğu zaman yeterince dikkate alınmasa da, dünya çapında önde gelen ölüm nedenlerinden biri kısıtlı egzersizdir. Dünyada her dört bireyden biri fiziksel olarak hareketsizdir. Ancak, Dünya Sağlık Örgütü (WHO) üyesi ülkelerin yalnızca %56'sı fiziksel hareketsizliği azaltmaya yönelik önlemler almaktadır. WHO, üye ülkelerin 2025 yılına kadar hareketsizliği %10 oranında azaltmayı hedeflediğini belirtmektedir, ancak bu hedefe ulaşmak

oldukça güç görünmektedir. Bu nedenle, fiziksel aktivite eksikliği önemli bir toplumsal sorun olarak kabul edilmeli ve etkili stratejiler geliştirilmelidir. Bu bağlamda, ilkokul yıllarından itibaren bireylere aktif bir yaşam biçiminin benimsetilmesi ve sürdürülebilir hâle getirilmesi için gerekli koşullar sağlanmalıdır (Kartal ve Balcı, 2018).

2.7. Fiziksel Aktivite ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Portekiz, Estonya, Norveç ve Danimarka'dan dokuz ile onbeş yaş arasındaki 2.185 çocuğun katıldığı bir araştırmada, onbeş yaş grubundaki çocukların egzersiz düzeylerinin dokuz yaş grubuna göre daha düşük olduğu belirlenmiştir (Riddoch ve ark., 2004). Benzer biçimde, genç yetişkinler üzerinde yapılan çalışmalarda, erkeklerin kadınlara kıyasla bedensel açıdan daha aktif oldukları ve daha yüksek fiziksel aktivite düzeyine sahip oldukları gözlemlenmiştir (Genç ve ark., 2011). Ayrıca, 122 ülkeden yetişkinler ve 105 ülkeden ergenlerin katıldığı uluslararası bir çalışmada, fiziksel aktivite düzeylerinin yaşın ilerlemesiyle birlikte azaldığı saptanmıştır (Hallal ve ark., 2012).

Hapala (2012), çocuklar ve ergenlerde fiziksel aktivitenin bilişsel ve eğitsel etkilerini incelemek amacıyla PsycINFO, CINAHL ve Medline veri tabanlarından 9 araştırmayı kapsayan toplam 2.013 katılımcıyı analiz etmiştir. Sonuçlar, beş çalışmada işleyen bellek, motivasyon ve odaklanma üzerinde olumlu etkiler gözlemlendiğini, diğer çalışmalarda ise 14–64 haftalık spor programlarının matematik ve konuşma becerilerini geliştirdiğini ortaya koymuştur. Bu bulgular, fiziksel aktivitenin bilişsel işlevleri destekleyerek öğrenmeyi artırdığını göstermektedir.

Egzersiz ile kontrol yeteneği arasındaki ilişkiyi inceleyen sistematik bir derleme, 2000–2013 yılları arasında yayınlanmış 20 araştırmayı kapsamıştır. Analizler, zihinsel performansın yoğun egzersiz ile ilişkili olduğunu ve genel olarak egzersiz düzeyinin eğitsel performansla pozitif bir ilişki taşıdığını ortaya koymuştur (Esteban-Cornejo ve ark., 2015).

Nayak ve ark. (2016) tarafından tıp fakültesi öğrencileri üzerinde yapılan bir çalışmada ise düzenli egzersiz yapan öğrencilerin yapmayanlara kıyasla

akademik başarılarının daha yüksek olduğu ve odaklanma düzeylerinin arttığı belirlenmiştir.

Üniversite öğrencileri arasında yapılan diğer çalışmalar da benzer sonuçlar sunmaktadır. Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği, Antrenörlük Eğitimi ve Rekreasyon bölümlerinde öğrenim gören 201 öğrenciyi kapsayan bir araştırmada, öğrencilerin bölümüne göre egzersiz düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır (Solmaz ve Aydın, 2016). Spor Bilimleri Fakültesi öğrencilerinden oluşan 200 katılımcının analizinde de bölüm farklılıkları gözlenmemiştir (Şahin ve ark., 2017).

Toplam 244 üniversite öğrencisinin katıldığı bir başka çalışmada, egzersiz düzeyi ve sıklığının akademik başarı ve özkontrol ile ilişkisi incelenmiş; düzenli egzersiz yapan öğrencilerin daha başarılı olduğu ve kız öğrencilerin erkek öğrencilere göre daha düşük fiziksel aktivite seviyelerine sahip olduğu tespit edilmiştir (Chung ve ark., 2018). Benzer şekilde, Hitit, Gazi ve Kırıkkale Üniversiteleri Sağlık ve Spor Bilimleri Fakültelerinde öğrenim gören 1.419 öğrenciyi kapsayan araştırmada, Spor Bilimleri Fakültesi öğrencilerinin egzersiz düzeylerinin Sağlık Bilimleri Fakültesi öğrencilerine kıyasla daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Cıncık, 2020).

2.8. Uyku Kalitesi

2.8.1. Uyku kavramı

Yaşamın temel gereksinimlerinden biri olan uyku, bireyin hem bedensel hem de zihinsel açıdan enerji toplamasına yardımcı olan, günlük sorumluluklardan ve stres faktörlerinden uzaklaştıran dinlendirici bir süreç olarak tanımlanmaktadır (Kurt ve Enç, 2013). Uyku, organizmanın çevresel uyaranlara verdiği tepkilerin geçici, kısmi veya belirli aralıklarla azalması ya da kesilmesi biçiminde de açıklanabilir (Emirza ve ark., 2012).

Uyku, ışık, ses ve dokunma gibi ortamsal uyaranlara maruz kalma sonucunda sona erebilen bir bilinç kaybı hali olarak ele alınabilir. Bununla birlikte, uyku bilinç açısından incelendiğinde, ayrı bir bilinç kaybı türü veya farklı bir zihinsel düzey olarak değerlendirilmektedir (Şahin ve Aşçıoğlu, 2013). Başka bir tanıma göre uyku, organizmanın uyarılma durumu, davranışları, hareketleri, zihinsel ve otomatik işlevleri ile hücresel düzeydeki sinirsel aktivitelerini

düzenleyen ve biyolojik sistemi çeşitli yönlerden etkileyen bir süreçtir (Ertuğrul ve Rezaki, 2004).

Uyku sürecini belirleyen temel öğeler arasında özgün bir beden pozisyonu, belirli bir yer, bedensel olarak sakin bir durum ve geri çevrilebilir davranışsal durumlar yer almaktadır. Vücudun kendini onardığı kritik bir dönem olan uyku, çok boyutlu bir süreç olarak yaşamın önemli bir parçasını oluşturur. Uyku eksikliği ise bireyin psikolojik durumunu ve psikomotor yeteneklerini olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Tobler, 1995).

2.8.2. Uykunun önemi

Kişiler hayatlarının yaklaşık üçte birini uykuda geçirir; buna rağmen birçok kişi uyku hakkında sınırlı bilgiye sahiptir. Uyku işlevi tam olarak aydınlatılmamış olmakla birlikte, eksikliği önemli bedensel sonuçlara yol açabilen ve tüm yüksek yaşam formları için hayati öneme sahip bir gereksinim olarak kabul edilmektedir (Colten ve Altevogt, 2006).

Uykunun önemini anlamak için, vücutta meydana gelen fizyolojik süreçlerle olan etkileşimine bakmak gerekmektedir. Bu bakış açısıyla, tüm ana bedensel sistemlerin uykudan etkilendiği görülmektedir. NREM uykusu sırasında, özellikle N3 evresinde, kalp atım hızı ve kan basıncında azalma meydana gelmektedir. REM uykusu sırasında ise hızlı göz hareketleri, otonom sinir sistemi tarafından düzenlenen nabız ve tansiyon değişiklikleri ile bağlantılıdır. Bu nedenle kardiyak ritim bozuklukları özellikle REM uykusu sırasında daha belirgin hâle gelmektedir. Uyku esnasında solunum sisteminde değişiklikler gözlemlenirken, endokrin sistemde de çeşitli değişimler meydana gelmektedir. Araştırmalar, prolaktin ve büyüme hormonu salınımının uyku ile doğrudan ilişkili olduğunu; ayrıca uykunun ilk evresinin tiroidstimülan hormon (TSH) ve adrenokortikotropik hormon (ACTH)-kortizol aksının sirkadiyen ritminde daha belirgin etkiler oluşturduğunu göstermektedir (Czeisler ve ark., 2017).

Uyku eksikliği, primer uyku bozuklukları olmasa dahi, hastalık gelişiminde rol oynayan moleküler, nörolojik ve bağışıklık sistemi değişikliklerini tetikleyen süreçlerle ilişkilidir. Uyku yoksunluğunun kronik hâle gelmesi durumunda biyolojik sistemlerde meydana gelen değişiklikler, metabolik ve kardiyovasküler hastalıkların ortaya çıkmasında veya mevcut hastalıkların

şiddetlenmesinde etiyolojik bir faktör olarak değerlendirilmektedir. Bu durum, uzun vadede yaşam süresinin kısalmasına da yol açabilir (Luyster ve ark., 2012).

Uyku yetersizliği, glukoz intoleransının gelişmesine ve diyabet riskinin artmasına katkıda bulunurken; aşırı kilo, metabolik sendrom, bozulmuş bağışıklık sistemi, artmış kardiyak riskler, arteriyel hastalıklar ve felç gibi sağlık sorunlarıyla da ilişkilidir. Ayrıca, fazla gece mesaisi yapan bireylerde prostat ve kolon kanserleri, kalp hastalıkları ile gastrointestinal ve ürolojik bozuklukların daha sık görüldüğü bildirilmiştir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO), gece mesaisi yapanları potansiyel kanser riski taşıyan grup olarak değerlendirmektedir. Tüm bu bulgular doğrultusunda, uyku eksikliği ve uyku düzensizlikleri, “karşılanmamış bir toplum sağlığı sorunu” olarak ele alınmalıdır (WHO, 2004).

2.8.3. Uykunun evreleri

Uyku hem bilişsel hem de fiziksel bir dinlenme hâli olmasının yanı sıra, bireyden bireye değişebilen istemsiz ve aktif olmayan bir süreç olarak tanımlanır; biyolojik etmenlerin ortaya çıktığı ve vücudun toparlanma sürecini gerçekleştirdiği bir durumdur (Van Dongen ve ark., 2005). Hayat standardı ve günlük verimliliğin olumsuz etkilenmemesi için uyku süresinden ödün verilmemesi ve uyku kalitesinin korunması gerekmektedir (Ordenez ve ark., 2017).

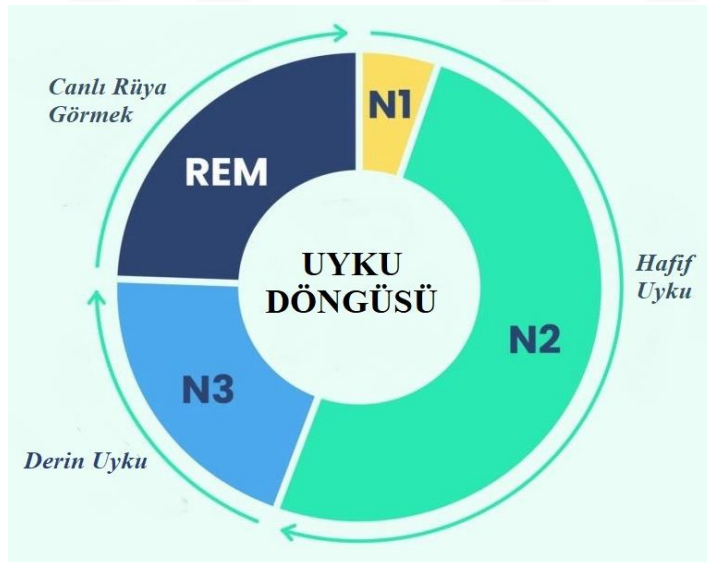
Uyku, birbirini izleyen beş ayrı evreden oluşan zihin ve beyin fonksiyon seviyelerini kapsamaktadır (Walters, 2002). Bunlar birinci, ikinci, üçüncü, dördüncü evreler ile REM (RapidEyeMovement) uykusudur. Birden dörde kadar olan evreler Non-REM (NREM) uykusu olarak adlandırılır ve REM uykusundan önceki süreci kapsar. REM ve NREM evreleri arasında yaklaşık doksan dakikalık bir döngü bulunur ve gece boyunca REM süresi kademeli olarak artar. NREM evresi başlamadan önce, vücudun beş ila yirmi dakika arasında gevşemesi ve teknolojik cihazlarla ilgilenmekten kaçınılması, uyku döngüsünün sağlıklı bir biçimde başlaması için önemlidir.

Birinci evre, kişinin çevresindeki değişikliklerin farkında olduğu ve uyanma olasılığının yüksek olduğu, yaklaşık on saniye ile on dakika süren bir geçiş evresidir. İkinci evre, uykuya geçişin başlangıcını temsil eder ve on ila yirmi dakika sürer. Üçüncü ve dördüncü evreler ise uykunun en derin dönemlerini

oluşturur; bu evrelerde büyüme hormonu salgılanır ve yaklaşık otuz ila kırk dakika sürer (Halsen, 2014). REM uykusunun genel olarak gecenin son üçte birlik bölümünde gerçekleştiği ve uyku süresinin yaklaşık %75'inin NREM, %25'inin ise REM'den oluştuğu görülmektedir (Carskadon ve Dement, 2011). REM uykusunun süresi ve sıklığı arttıkça, vücudun iyileşme süreci ve uyanıklık hâli daha verimli hâle gelir. Uykunun uzunluğu ile REM süresi ve sıklığı arasında doğrusal bir ilişki bulunması, özellikle sporcular açısından uyku kalitesinin optimize edilmesini gerekli kılmaktadır (Marshall ve Turner, 2016). Araştırmalar, REM evresinde fiziksel yenilenmenin gerçekleştiğini ve beynin oksijen tüketiminin NREM veya uyanıklık dönemine kıyasla REM evresinde daha yüksek olduğunu göstermektedir (Fullagar ve ark., 2015).

Yetişkinlerde fizyolojik yeterlilik açısından ufak farklılıklar gözlemlense de, ortalama uyku süresi sekiz saat olarak belirtilmektedir (Van Dongen ve ark., 2005).

Mevcut bilgiler ışığında uyku ve motor öğrenme süreçleri büyük önem taşımakla birlikte, beynin karmaşıklığı göz önünde bulundurulduğunda yeni araştırmaların sürekli olarak bilgi dağarcığını genişlettiği unutulmamalıdır.



Şekil 2.1. Uykunun Evreleri

2.8.4. Uykunun yetersizliği

Yapılan araştırmalar, uyku kesintisi ve yetersiz uyku problemlerinin spor performansı üzerindeki etkilerini ortaya koymaktadır. 24 saatten uzun süre uykusuz kalınması, uyku yetersizliğini temsil ederken; uyku kesintisi, çevresel ve

psikolojik faktörler nedeniyle uykunun 2–4 saatlik periyotlarla bölünmesi olarak tanımlanmaktadır. Sporcularda uyku kesintilerinin temel nedenleri arasında seyahatler, kamp programları, stres ve heyecan gibi etkenler yer almaktadır. Bu durumlar, spor performansını olumsuz yönde etkilerken, zihinsel işlevlerde azalma ve ruh hâlinde değişiklikler gibi olumsuz sonuçlara yol açmaktadır (Kölling ve ark., 2016; Fullagar ve ark., 2015).

2.8.5. Uykuya etki eden unsurlar

Günün başlangıcında birey kendini enerjik ve pozitif hissediyorsa, bu durum kaliteli bir uyku aldığını göstermektedir. Yaş, kaliteli uyku alınmasını etkileyen başlıca biyolojik ve psikolojik faktörlerden biridir. Büyüme çağındaki bireyler, yetişkinlere kıyasla daha fazla uykuya ihtiyaç duymaktadır; ancak yaşın ilerlemesi ve beraberinde ortaya çıkan sağlık sorunları, kaliteli uyku almayı zorlaştırmaktadır (Mander ve ark., 2017). Cinsiyet farklılıkları da uyku niteliğini etkilemektedir; kadınlar erkeklere göre daha fazla uyku sorunu yaşamakta, erkeklerde ise objektif ve subjektif uyku niteliği arasında anlamlı bir ilişki gözlemlenmektedir (Vitiello ve ark., 2004).

Kaliteli uykuyu etkileyen dışsal faktörler arasında koku, ışık, sıcaklık, yatak ve yastık konforu ile gürültü yer almaktadır. Bu unsurlar arasında gürültü, uyku süresi ve kalitesini en fazla etkileyen faktör olarak öne çıkmaktadır. Bireylerin sürekli aynı ortamda uyuması, uyku kalitesini artırmaktadır. Uyku ortamına ilişkin tercihler ise kişiden kişiye değişmekte, bazı bireyler tamamen karanlık bir ortamı tercih ederken, bazıları hafif ışığın varlığını uygun bulmaktadır. Düzenli fiziksel aktivite ve hareketli yaşam, bireyde yorgunluğu artırarak uykuya geçiş süresini kısaltmaktadır. Egzersiz, REM ve NREM uyku evrelerini artırarak uyku kalitesine olumlu katkıda bulunmaktadır. Ayrıca, bireylerin uyku kalitesi ile mesai saatleri arasında da anlamlı ilişkiler gözlemlenmiştir (Shochat ve ark., 2010; Kohlhuber ve Bolte, 2011). Psikolojik durumlar da uyku kalitesini etkilemektedir; kaygılı ve stresli bireylerde uykuya geçiş süresi uzamakta ve gece boyunca sık uyanmalar görülmektedir (Hayashino ve ark., 2010).

2.8.6. Uyku-uyanıklık döngüsü ve melatonin

Sirkadiyen döngü (uyku-uyanıklık ritmi), sporcuların performansını ve biyolojik ritimlerini doğrudan etkileyen önemli bir faktördür. Bu biyolojik ritim, bireylerin geceleri uykulu ve sabahları uyanık olmalarını sağlar. Sporcuların kendi tercihlerine göre düzenlenmiş sirkadiyen ritimlerine uygun uyku planları bulunmaktadır. Bu planlara uyulmaması durumunda uyku kalitesi olumsuz yönde etkilenmektedir (Lo ve ark., 2017). Sirkadiyen ritimde meydana gelebilecek bozukluklar, esneklik, zihinsel kontrol, psikomotor performans ve kas gücü gibi işlevleri doğrudan etkileyebilmektedir. Özellikle erken veya geç saatlerde yapılan egzersizler, bireylerin sirkadiyen döngüsüne olumsuz etkiler yaratmaktadır (Rosa ve ark., 2016; Copenhaver ve Diamond, 2017).

Beyinde bulunan epifiz bezi tarafından üretilen melatonin hormonu, gözdeki retina tabakasının ışığı algılamasıyla düzenlenir. Melatonin, vücutta kendiliğinden üretilemeyen ve besin yoluyla alınması gereken bir aminoasit olan triptofandan sentezlenmektedir. Triptofan aynı zamanda serotonin hormonunun salgılanmasında da rol oynamaktadır. Antrenman ve kaygı gibi durumlar kan plazmasındaki melatonin seviyesini artırabilmektedir. Artan melatonin seviyesinin antioksidan özellikleri, hücrelerde oluşabilecek hasarların önlenmesine katkıda bulunur (Montaruli ve ark., 2017).

Melatoninin uyku süresini artırdığı ve uykuya geçiş süresini kısalttığı bilinmektedir. Bu hormonun onarıcı etkisi göz önünde bulundurulduğunda, bazı hastalıklar ve uyku bozukluklarının günlük döngünün senkronizasyonunu olumsuz etkileyebildiği görülmektedir. Dolayısıyla melatoninin onarıcı etkisi, nöbetçi çalışanlar ve jet lag yaşayan bireylerde uyku kalitesini artırıcı yönde katkı sağlamaktadır (Atkinson ve ark., 2003).

2.8.7. Sporcularda uyku

Aktif yaşam deneyimleri ve literatür incelemeleri, uykunun spor performansı üzerindeki etkisini hem araştırmacılar hem de sporcular açısından ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, uyku süresi ve verimliliğine ilişkin yapılan araştırmalar sınırlıdır (Venter, 2014). Literatür, sporla uğraşan bireylerin, sporla uğraşmayanlara kıyasla daha düzenli ve verimli uykuya sahip olduğunu ve bu

uyku kalitesine süreklilik kazandırabildiklerini göstermektedir (Fullagar ve ark., 2015).

Araştırmalarda, sporcuların uyku süreleri konusunda farklı görüşler bulunmaktadır. Bazı çalışmalar sporcuların ortalama 9–10 saat uyuması gerektiğini belirtirken, diğer araştırmalar uyku süresinin 7–9 saat arasında olması gerektiğini ifade etmektedir. Ancak mevcut veriler, sporcuların genellikle bu önerilen sürenin altında uyuduklarını göstermektedir (Ferrara, 2001). Örneğin, Güney Afrikalı 890 üst düzey sporcunun katıldığı bir araştırmada, katılımcıların dörtte üçünün günlük yaklaşık yedi saat uyuduğu saptanmıştır (Venter, 2012).

Sporcuların müsabaka öncesi yaşadıkları stres düzeyi de uyku rutinlerinin bozulmasına neden olabilmektedir (Silva ve ark., 2012). Örneğin, Forndran ve ark. (2012), müsabaka öncesinde uyku süresinin, Fietze ve ark. (2009) ise uyku verimliliği ve kalitesinin önemli ölçüde düştüğünü bildirmiştir. 283 Avustralyalı elit sporcunun katıldığı bir araştırmada, katılımcıların %64'ünün önemli maçlar öncesinde yeterince uyuyamadığı ve bunun nedenleri arasında stres, psikolojik durum değişiklikleri, güven problemleri ile bilişsel ve fiziksel süreçlerdeki değişikliklerin yer aldığı ifade edilmiştir (Fietze ve ark., 2009; Fullagar ve ark., 2015).

Profesyonel yüzücüler üzerinde yapılan bir çalışmada, erken saatlerde gerçekleştirilen antrenmanlar nedeniyle sporcuların uyku sürelerinin normalden daha kısa olduğu (5,4–7,1 saat) tespit edilmiştir (Sargent ve ark., 2014). Uykuya etki eden bir diğer faktör ise antrenman yoğunluğudur. Araştırmalar, yüksek yoğunluklu antrenmanların (ör. 21:20'de başlayan ve yarım saatten uzun süren koşu bandı çalışmaları, %80 kalp ritim hızı) uyku başlangıcı ve heyecan düzeyini hem aktif sporcular hem de sporcu olmayan kontrol grubunda anlamlı şekilde artırdığını göstermektedir (Oda ve Shirakawa, 2014).

Spor yapan bireylerin uyku rutinleri, fizyolojik etmenler (Aeschbach ve ark., 2003), antrenman yoğunluğu (Sargent ve ark., 2014) ve yarışma stresi (Erlacher ve ark., 2011) kaynaklı problemlerle etkilenmektedir. Elde edilen bulgular, üst düzey sporcularda egzersiz ve performansın uyku bozukluklarından etkilendiğini göstermektedir. Sürekli uyku bozukluklarının başlıca risk faktörleri

ise antrenman şiddeti, kaygı ve yolculuklardan kaynaklanmaktadır (Walsh ve ark., 2021).

2.8.8. Atletik performans ve uyku ilişkisi

Yapılan çalışmalarda, uyku eksikliğinin antrenman performansı üzerinde olumsuz etkiler yarattığı gözlemlenmiştir. Ancak farklı araştırmalarda, uykunun performansa etkisinin kapsamı, mekanizması ve derecesi konusunda hâlen belirsizlikler bulunmaktadır. Örneğin, bazı çalışmalar, uyku kaybı yaşansa dahi bazı kaba motor ve üst düzey fiziksel antrenmanların gerçekleştirilebileceğine dikkat çekmektedir. Buna karşın, uyku eksikliğinin sporcu performansı üzerindeki etkilerinin çoğunlukla belirli antrenman türleriyle sınırlı olduğu belirtilmektedir (Reyner ve Horne, 2013; Fullagar ve ark., 2015).

Spor yapan bireyler açısından spora yönelik yetenek çalışmaları kritik bir öneme sahiptir. Uyku eksikliğinin değil, uyku bölünmelerinin anaerobik kuvvet ve maksimum altı kuvvet kas durumlarını etkilediği, dolayısıyla uyku ile performans arasındaki ilişkiyi açıklamada bu faktörlerin önemli olduğu belirtilmektedir. Uyku süresinin azalmasına yol açan etmenler arasında uzun süren yolculuklar, rakım değişiklikleri ve çevresel faktörler bulunmaktadır (Souissi ve ark., 2013).

Araştırmalarda, bir gecede dört saat uyku ile sınırlı kalan judocular (Souissi ve ark., 2013), futbolcular (Abedelmalek ve ark., 2013) ve öğrenciler (Souissi ve ark., 2008) üzerinde yapılan Wingate anaerobik döngü testlerinde, maksimum güç ve standart değerlerde azalma tespit edilmiştir. Bu bulgular, uyku sınırlamasının fiziksel performansın bazı yönlerini olumsuz etkilediğini göstermektedir. Ancak tek seferlik uyku sınırlamasının sporcuların performansı üzerindeki etkisinin net olarak belirlenmediği ifade edilmektedir.

Araştırmalar, bir saatten az süren uyku sınırlamasının performansı etkilemediğini, ancak artan uyku borçlanması veya uzun süreli uyku eksikliğinin sportif performans ve vücut iyileşmesi üzerinde olumsuz etkiler yaratacağını belirtmektedir (Knufinke ve ark., 2018). Ayrıca yeterli uyku almanın sporcu sakatlıklarını önlemede önemli bir rol oynadığı vurgulanmaktadır (Watson, 2017).

Bir veya bir buçuk gün süren uyku eksikliği yaşayan sporcular üzerinde yapılan testlerde, bir güne kadar süren uykusuzluğun performansı etkilemediği,

ancak bir günden uzun süren uykusuzlukta sporcuların güç, maksimum güç ve ortalama güç değerlerinde düşüşler gözlemlendiği tespit edilmiştir (Souissi ve ark., 2003). Öte yandan, ABD’de bir gün boyunca uykusuz kalan 9 halterci üzerinde yapılan bir çalışmada, uyku eksikliğinin performansı doğrudan etkilemediği, ancak sporcuların psikolojik ve fizyolojik yönden olumsuz etkilendiği gözlemlenmiştir (Blumert ve ark., 2007).

2.8.9. Fizyolojik performans ve uyku ilişkisi

Tüm sporcular için antrenman sonrası iyileşme süreci büyük önem taşımaktadır. Vücut iyileşmesi ile egzersiz stresi arasında yeterli denge sağlanamadığında, bir sonraki antrenmanın performansı olumsuz yönde etkilenmektedir (Venter, 2012). Vücutta meydana gelen ağrı ve yorgunluk, uyku kalitesini ve uyku düzenini bozabilmektedir (Hausswirth ve ark., 2014). Yeterince dinlenemeyen vücut, otonom sinir sistemini olumsuz etkileyerek dinlenme halindeki kalp atım hızında artışa yol açabilmektedir (Hynynen ve ark., 2006).

Kas glikojen depolarının yenilenmesindeki yetersizlik, özellikle takım sporu yapan sporcularda uyku eksikliğinden kaynaklanmaktadır (Skein ve ark., 2011). Yeterli glikojen alınmaması hem çalışma kapasitesini hem de kas fonksiyonlarını azaltmakta ve bu durum, futbolcuların yorgunluk seviyesini artırarak performansın sürekliliğini engellemektedir (Le Meur ve ark., 2012; Bangsbo ve ark., 2007). Sporculardaki uyku eksikliği ile enerji dengesizlikleri arasında doğru orantı bulunmaktadır; bu durum, hem aerobik hem de anaerobik enerji sistemlerinin verimliliğinde azalmaya yol açmaktadır (Waterhouse ve ark., 2007). Ayrıca, uykusuzluk antrenman performansını olumsuz etkileyerek otonom sinir sistemi fonksiyonlarında bozulmalara neden olmaktadır (Hynynen ve ark., 2006).

2.8.10. Bilişsel performans ve uyku ilişkisi

Literatür incelendiğinde, sağlıklı bireylerde ortalama yedi saatin altında uyuyanların bilişsel performans düzeylerinde belirgin düşüşler gözlemlenmiştir; bu durum algılama, tepki verme, uyanık kalma, aktiflik ve karar verme gibi yeteneklerde olumsuz etkiler yaratmaktadır (Axelsson ve ark., 2008). Söz konusu bireylerin büyük ölçüde pasif hâlde olduğu, kendine gelememe, yanıt vermede

güçlük çekme ve ruhsal açıdan olumsuz durumlar sergilediği raporlanmıştır (Balkin ve ark., 2004).

Araştırmalar, uykudaki değişikliklerin elit sporcuların performansını kısmen etkileyebileceğini ve psikomotor uyanıklık ile düzenli uyku arasında doğrusal bir ilişkinin bulunduğunu ortaya koymaktadır (Knufinke ve ark., 2018). Örneğin, 60 kişilik bir örnekleme gerçekleştirilen bir çalışmada, uyku eksikliği yaşayan bireylerde uyanık kalma süresindeki azalmaya paralel olarak ok atma isabetinde düşüşler gözlenmiştir (Edwards ve Waterhouse, 2009). Benzer şekilde, kort tenisi oyuncularının uyku eksikliği sonrası servis atma doğruluğunda sapmalar meydana geldiği raporlanmıştır (Reyner ve Horne, 2013).

Buna karşılık, takviye uyku (powernap) olarak adlandırılan kısa süreli uyku uygulamalarının bilişsel performansı olumlu yönde etkilediği belirtilmektedir. Takviye uyku, gece uykusundaki eksiklikleri kısmen telafi ederken, teknik, taktik ve beceri gelişiminde de faydalı olabilmektedir (Postolache ve Oren, 2005).

2.8.11. Toparlanmada uykunun rolü

Antrenmandan sonra toparlanma süreci, sporcuların bedensel ve zihinsel işlevlerinin yenilenmesinde kritik bir rol oynayan en önemli faktörlerden biri uykudur. Nörometabolik araştırmalar, uyku süresinin yanı sıra bireylerin yaşadığı ruhsal durumlar ve vücutta oluşan hasarların düzeltilmesinde uykunun önemli bir etkisi olduğunu göstermektedir (Frank, 2006).

Uyku evreleri incelendiğinde, uyanık olma durumuna kıyasla uykulu olma hâlinde fiziksel aktivitelerin azaldığı görülmektedir. Uyku sırasında hipofiz bezi aracılığıyla büyüme hormonu salınımı gerçekleşmekte ve bu süreç, sporcuların müsabaka sonrası toparlanmalarına ve sakatlıkların iyileşmesine katkı sağlamaktadır (Walters, 2002). Profesyonel futbolcular üzerinde 2014 yılında gerçekleştirilen bir çalışmada, uykunun toparlanma sürecine %95 oranında katkıda bulunduğu bildirilmiştir (Venter, 2014).

Geç saatlerde yapılan antrenmanlar, sporcuların uyku eksikliği yaşamalarına ve dolayısıyla toparlanma süreçlerinin olumsuz etkilenmesine neden olmaktadır. Bu durum kas onarımının aksamasına, zihinsel işlevlerde bozulmalara ve artan yorgunluğa yol açmaktadır. Bu problemlerin önüne geçmek için

bireyselleştirilmiş uyku ve toparlanma stratejilerinin uygulanması önemlidir (Nedelec ve ark., 2015).

Elit sporcuların egzersiz ve maç sırasında sinir sistemi, ruh hâli ve fiziksel yorgunluk üzerinde yoğun etki altında kaldığı ifade edilmektedir (Minett ve Duffield, 2014). Bu yorgunluk faktörleri, uyum ve performansın maksimum düzeyde tutulması ve sakatlık risklerinin minimize edilmesi için kaliteli uykunun dengelenmesini zorunlu kılmaktadır (Kellmann, 2010). Bu dengeyi sağlamak, elit futbolcuların maç ve antrenman programlarını günlük döngülerine uygun şekilde yönetmelerine bağlıdır (Halsen, 2008). Sporcularda görülen uyku eksiklikleri, stres faktörleriyle birleştiğinde performans aksaklıklarına yol açabilmektedir (Juliff ve ark., 2015). Özellikle Avrupa futbolunda, hafta sonu gündüz maçları sonrasında çarşamba gecesi rakip sahada maç oynanması gibi durumlar, vücudun toparlanması için yalnızca üç günden az bir süre bırakmakta ve kaliteli uyku ile dinlenmenin önemini artırmaktadır (Kölling ve ark., 2015).

Son yıllarda yapılan araştırmalar, performans, egzersiz ve toparlanma ilişkisine dair tutarsız sonuçlar ortaya koyduğu için, bu alanda daha nitelikli ve kapsamlı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır (Walsh ve ark., 2021).

2.8.12. Uykusuzluğun sakatlığa etkisi

Sporcularda uyku düzeninde ortaya çıkabilecek her türlü problem, uykunun hangi evresinde olursa olsun, uyku-uyanıklık döngüsünü yani günlük ritmi bozarak uyku kalitesini olumsuz yönde etkileyebilir. Bu durum, günün farklı saatlerinde gerçekleştirilen egzersizlerde sporcuların bedensel tepkilerini eksik göstermelerine ve dolayısıyla sakatlanma risklerinin artmasına yol açabilmektedir (Smith ve ark., 2013). Yapılan bir araştırmada, günlük ortalama uyku süresi 8 saatin altında olan sporcular ile 8 saatten fazla uyuyan sporcular kıyaslandığında, daha az uyuyan gruptaki sakatlanma riskinin 1,7 kat daha yüksek olduğu saptanmıştır (Milewski ve ark., 2014).

Uyku eksikliği ve bozulmuş günlük döngü, teknik ekip ve sağlık profesyonellerinin sporcuların kısa ve uzun vadeli kariyerlerini planlarken dikkate almaları gereken önemli bir faktördür. Uyku kalitesinde ve süresindeki azalma hem amatör hem de profesyonel sporcuların performansını ve sakatlanma riskini artırarak kariyerlerini olumsuz yönde etkileyebilir. Bu nedenle teknik ekip ve

sağlık çalışanlarının, sporcuların uyku verimliliğini ve uykuda geçirdikleri süreyi yakından takip etmeleri ve kontrol altında tutmaları gerekmektedir (Miles ve ark., 2019).

2.8.13. Sporcularda uyku ve psikolojik etkileri

Uyku yetmezliği, sadece normal bireyleri değil, sporcuları da etkileyen önemli bir durumdur. Bu durum, kişinin psikolojik durumunu olumsuz yönde etkileyerek zihinsel bulanıklık, depresif eğilimler ve gün boyu uyku hâli gibi sonuçlara yol açmaktadır (Bonnet, 1985). Literatür incelendiğinde, hastalık belirtisi taşımayan yetişkinlerde günlük uyku süresinin 7 saatten az olması durumunda, karar verme yetisi, dikkat, tepki süresi, bellek ve uyanıklık gibi bilişsel işlevlerde belirgin düşüşler gözlemlendiği bildirilmiştir. Bu bulgular, sporcularda uyku süresinin önerilen 7–9 saat aralığının altına düşmesi hâlinde, zihinsel performanslarının olumsuz yönde etkilenebileceğini göstermektedir (Belenky ve ark., 2003; Durmer ve Dinges, 2005).

2.8.14. Egzersizin uykuya etkisi

Yapılan araştırmalar, yatma saatlerine yakın zamanlarda egzersiz yapılmasının uyku kalitesini olumsuz etkileyebileceğini ortaya koymaktadır. Literatürde, uyku zamanlamalarının sporcular üzerinde olumlu katkılar sağladığı belirtilmektedir. Bu nedenle, yatma saatlerine yakın yoğun egzersiz yapılması önerilmemektedir. Ancak, yatmadan önce egzersiz yapılması planlanıyorsa, bu egzersizin düşük yoğunlukta olması gerektiği vurgulanmaktadır (Stepanski ve Wyatt, 2003). Araştırmalar, yatma zamanına yakın uygulanan yüksek yoğunluklu egzersizlerin, uykuya geçiş süresini uzatarak uyku kalitesini olumsuz yönde etkilediğini göstermektedir (Oda ve Shirakawa, 2014).

2.8.15. Sporcularda parlak ışığın uykuya etkisi

Parlak ışığa maruz kalan ve bunun farkında olmayan sporcular, bu durumun uyku kalitelerini olumsuz etkileyebileceğini bilmeyebilirler. Güçlü bir uyarıcı olan parlak ışık, sporcuların uyku kalitesini düşürebilir ve melatonin düzeylerini etkileyebilir (Cajochen, 2007). Parlak ışığa maruz kalmak, uyanık kalma süresini artırırken uykuya geçiş süresini uzatmakta, hareket performansını geçici olarak iyileştirmekte ve gece boyunca içsel vücut sıcaklığındaki düşüşü azaltmaktadır. Parlak ışığın süresi ve yoğunluğu, sporcuların melatonin salınımını

engelleyebilir ve gece uykuya geçme sürelerini uzatabilir. Literatüre göre, gece saat 02:00–06:00 arasında melatonin hormonunun salgılanması en yüksek seviyededir (Cajochen, 2007).

Ayrıca, teknolojik cihazlarla ilgilenmenin uyku süresi ve kalitesi üzerinde olumsuz etkiler yarattığı görülmektedir (Arora ve ark., 2014). Uykudan önce elektronik cihaz kullanımı, uykuya geçme güçlüğü ile ilişkilendirilmiş olup, sosyal paylaşım sitelerinde zaman geçiren kişilerin uyku süresinin ortalama bir saat azaldığı belirtilmektedir. Benzer şekilde, uyku saatlerinde televizyon izleyenlerin yaklaşık 20 dakika daha az uyudukları raporlanmıştır (Nedelec ve ark., 2015).

2.8.16. Sporcularda seyahat ve uyku

Sporcular, müsabaka ve kamp öncesi seyahat ettiklerinde hem psikolojik hem de fizyolojik açıdan olumsuz etkilenebilmektedirler. Yolculuk sırasında ortaya çıkan çeşitli olumsuz koşullar, uyku kalitesini etkileyebilir (Leatherwood ve Dragoo, 2013). Yeterli oksijen alamama ve sınırlı hareket imkânı gibi faktörler, bireyler arasındaki farklılıklarla birleştiğinde bazı sporcuların biyolojik, psikolojik ve fiziksel olarak uyku kalitesini olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Kısa süreli yolculukların performans ölçümleri üzerinde doğrudan bir etkisi bulunmasa da, algısal göstergeler açısından (stres, kaygı, artan uykusuzluk vb.) olumsuz sonuçlar gözlemlenmiştir (Samuels, 2012).

2.9. Yürütücü İşlev

Yürütücü işlevler (Yİ), prefrontal korteksin yürütücü kontrol görevlerini kapsayan geniş bir kavram olarak ele alınmaktadır (Best ve ark., 2009). Bu kavram, bireyin içsel ve çevresel uyaranlara uyum sağlayıcı, kontrol odaklı etkileşim becerilerini içerir (Hofmann, 2012; Munakata ve Michaelson, 2021).

Yİ, sıklıkla “sıcak” ve “soğuk” yürütücü işlevler olarak sınıflandırılır. Sıcak işlevler; dürtü kontrolü, tatmin geciktirme, duygu düzenleme ve kararlılık gibi duygusal süreçlerle doğrudan ilişkili yetenekleri kapsarken, soğuk işlevler; hedef sürdürme, inhibisyon kontrolü, bilişsel esneklik ve çalışma belleğini içerir (Munakata ve Michaelson, 2021). Bu bağlamda, dikkat kontrolü yürütücü işlev olarak kavramsallaştırılırken, deneysel psikolojide çalışma belleği bağlamında ele

alınmakta ve her iki yaklaşımın ortak bir yürütücü dikkat bileşeni paylaştığı görülmektedir (McCabe ve ark., 2010).

Yİ'nin bağımsız süreçler olarak ele alınması tartışmalı olup, bilişsel esneklik gibi bazı işlevler farklı mekanizmaların etkileşimi ile ortaya çıkmaktadır (Ionescu, 2012). Çoğu çalışma, yürütücü işlevleri belirli bileşenlere indirger ve bunları özel görevlerle ölçer; örneğin n-back görevi (Kirchner, 1958), Stroop görevi (MacLeod, 2005), bilişsel esneklik görevi (Cambaz ve Ünal, 2021) ve go/no-go/durdurma görevleri (Eagle ve ark., 2008). Miyake ve ark. (2000) ile Hofmann ve ark. (2012), en bilinen yürütücü işlevleri çalışma belleği işlemleri (güncelleme ve izleme), inhibisyon ve görev değiştirme (task-switching) olarak sınıflandırmıştır. Yİ, bireylerin davranışlarını düzenleme, organize etme ve geleceğe yönelik plan yapabilmelerini sağlayan bilişsel kontrol mekanizmalarıdır (Çiftçi, 2020). Bu işlevler, hedeflere ulaşma, davranışları yönlendirme, motivasyon sağlama, özdenetim ve eylem planlamayı kapsar (Özcan, 2022). Yİ'nin etkinliği, bireylerin bağımsız hareket edebilmesini ve sosyal uyumu destekler. Bu işlevler bebeklik döneminden itibaren gelişmeye başlar ve okul öncesi dönemdeki değişimler hem bilişsel hem de sosyal gelişimde kritik öneme sahiptir (Carlson, 2005). Erken desteklenen Yİ, bireylerin gelecekteki başarı ve uyum becerilerini artırır.

Literatürde yürütücü işlevlerin üç ana beceri etrafında şekillendiği kabul edilmektedir: inhibisyon yeteneği, çalışma belleği kapasitesi ve bilişsel esneklik (Friedman ve Miyake, 2017; Miyake ve Friedman, 2012). Yİ, frontal loblar ve kısmen prefrontal korteks tarafından kontrol edilir (Diamond, 2002). Tarihsel olarak, PhineasGage örneği gibi frontal lob hasarı olan bireylerin davranış kontrolündeki kayıpları, Yİ'nin önemini göstermektedir (Shallice ve Burgess, 1991).

1950'lerden itibaren prefrontal korteks ve yürütücü davranışların incelenmesi hız kazanmıştır. Broadbent (1953) otomatik ve kontrollü bilişsel süreçleri ayırmış; Shallice (1988) dikkatin, bireylerin amaçları yönünde bilinçsiz reaksiyonları engelleyen denetleyici bir sistem olduğunu öne sürmüştür. Sonuç olarak, Yİ; amaçlı, bilinçli ve hedefe yönelik davranışların temelini oluşturan, çok boyutlu ve gelişime açık bilişsel süreçler bütünüdür.

2.9.1. Yürütücü işlevin tanımlanması

Reynolds ve Horton (2008), yürütücü işlevlerin genel bilgi düzeyinden farklı olduğunu vurgulamış; bu işlevlerin yalnızca bilgiyi hatırlamakla kalmayıp, planlama, karar alma ve esnek, uyarlanabilir eylemleri yerine getirme süreçlerini içerdiğini ifade etmişlerdir. Goldstein ve ark. (2014) ise yürütücü işlevleri, prefrontal korteksle ilişkili çeşitli bilişsel yetenekleri kapsayan üst düzey bir kavram olarak tanımlamış ve bunlar arasında planlama, dikkat, çalışma belleği, inhibisyon, öz düzenleme ve hareket etme becerilerini belirtmiştir.

Diamond (2006), yürütücü işlevlerin temelinde üç “çekirdek” işlevin bulunduğunu öne sürmüştür: inhibisyon, çalışma belleği ve bilişsel esneklik. Bu model, prefrontal korteksin hem akademik başarı hem de ruhsal işlevler açısından kritik bir rol üstlendiğini göstermektedir.

McCloskey, Perkins ve Van Diviner (2008), yürütücü işlevler alanında 30’den fazla yapıyı kapsayan kapsamlı bir kuram geliştirmiş ve altı temel ilkeyi ortaya koymuştur:

1. Yİ çok bileşenli olup tek bir yetenekten ibaret değildir.
2. Yİ, yönlendirici nitelikte olup diğer bilişsel süreçlerin kontrolünde rol oynar.
3. Yİ, algı, duygu, biliş ve eylem olmak üzere dört ana alanı organize eder ve yönlendirir.
4. Kullanımı bağlama göre değişir; içsel düşünceler, kişilerarası etkileşimler, çevresel koşullar ve sembolik bilgiler farklı etkiler yaratır.
5. Yİ, çocuklukta erken yaşlarda ortaya çıkar ve hayat boyu üzerine ekleyerek gelişir.
6. Yİ’nin etkinliği, frontal lobun çeşitli bölgelerinde yer alan nöral ağların aktivasyonu ile gerçekleşir.

Bu çerçevede, yürütücü işlevler, bireylerin planlı, bilinçli ve hedef odaklı davranışlar sergileyebilmesini sağlayan bilişsel süreçler bütünüdür.

2.9.2. Yürütücü işlev analojisi

Goldstein ve Naglieri (2014), yürütücü işlevleri açıklamak için günlük yaşamdan bir metafor kullanmış ve bu işlevleri araba sürmeye benzetmişlerdir. Bu benzetmeye göre, frontal loblar yürütücü işlevlerde sürücü gibi davranır; farklı bilişsel süreçlerin kontrolünü üstlenir ve bunları koordineli şekilde yönetir. Aracın parçaları—gaz pedalı, fren, aynalar ve korna—yürütücü işlevlerin alt bileşenlerine karşılık gelir. Sürücünün aracı güvenli ve etkili bir şekilde kullanabilmesi için tüm parçaların uyum içinde çalışması gerekir; benzer şekilde, yürütücü işlevlerin etkinliği, planlama, karar alma, dikkat ve çalışma belleği gibi bilişsel süreçlerin koordinasyonuna bağlıdır. Bu metafor, yürütücü işlevlerin düşünce ve davranışların düzenlenmesindeki kritik rolünü somut bir şekilde ortaya koyar.

2.9.3. Yürütücü işlevler modelleri

Otomatik ve kontrollü süreçler

Broadbent'in (1953) filtre modeli, bireylerin hangi uyaranlara odaklandığını ve hangi uyaranları bilinçli olarak fark ettiğini açıklamak için “dikkat filtresi” kavramını ortaya koyar. Bu filtre, çevreden gelen çok sayıda uyaranı süzerek, kişinin amaçlarına uygun olanları seçer ve işlemeye alırken, ilgisiz uyaranları eler (Barkley, 2011).

Bilişsel kontrol

Posner ve Snyder (2024), Broadbent'in filtre modelini temel alarak, bireylerin belirledikleri hedeflere göre farklı durumlara esnek bir şekilde uyum sağlayabilmelerini açıklayan “bilişsel kontrol” yaklaşımını geliştirmişlerdir. Bu model, yalnızca görsel veya sözel bilgi işleme gibi üst düzey bilişsel süreçler için değil, aynı zamanda düşüncelerin ve duyguların organize edilmesi için de bilişsel kontrolün gerekli olduğunu vurgulamaktadır (Checa, Rodriguez-Bailon ve Rueda, 2008; Rueda, Posner ve Rothbart, 2004). Bilişsel kontrol, bireylerin davranışlarını planlama ve yönlendirme, otomatik tepkileri bastırma veya değiştirme gibi işlevleri yürütmesini sağlayarak güncel yürütücü işlev kavramıyla örtüşmektedir. Dolayısıyla bu yaklaşım, yürütücü işlevlerin bilişsel süreçler üzerindeki kritik rolünü ve bireylerin hedef odaklı uyum yeteneklerini açıklamakta önemli bir çerçeve sunmaktadır.

Kontrollü süreçler

Schneider ve Schiffrin (1977), dikkat kapasitesinin sınırlı olduğunu ve bazı uyaranların diğerlerinden öncelikli olarak işlenmesi gerektiğini öne sürmüşlerdir. Bu bağlamda araştırmacılar, otomatik ve kontrollü süreçleri karşılaştırarak çift yönlü bir bilgi işleme modeli geliştirmişlerdir. Otomatik süreçler, düşük çaba gerektiren, hızlı ve çoğu zaman tekrar yoluyla kalıcı hâle gelen süreçler olarak tanımlanır; bu süreçler pratikle güçlenir ve alışkanlık hâline dönüşür (Schneider ve Schiffrin, 1977, s.2). Kontrollü süreçler ise, bireyin bilinçli olarak yönettiği, daha yavaş ve yüksek çaba gerektiren süreçlerdir. Model ayrıca, tekrar eden kontrollü süreçlerin zamanla otomatik hâle gelebileceğini öngörmektedir (Schneider ve Chein, 2003). Bu ikili yapı kapsamında, otomatik işlemler belirli uyaran zincirlerini kendiliğinden harekete geçirirken, kontrollü işlemler bilinçli farkındalık ve kasıtlı yönlendirme ile gerçekleşir (Schneider ve Schiffrin, 1977, s.2).

Norman-shallice modeli

Norman ve Shallice (1986), yürütücü işlevlerde dikkatin kontrolünü vurgulayan bir kuramsal model geliştirmiştir. Model, temel olarak iki bileşenden oluşmaktadır: çekişme planlaması (contentionscheduling) ve Denetleyici Dikkat Sistemi (SupervisoryAttentionalSystem, DDS).

Çekişme planlaması, öğrenilmiş düşünce ve davranış dizilerini temsil eden “şemaların” etkinleşmesini yöneten alt düzey bir süreçtir (Norman ve Shallice, 1986, s.6-7). Bu şemalar, algısal uyaranlar veya daha önce aktive olmuş şemaların sonuçları tarafından tetiklenir. Çekişme planlaması, uygun şemayı devreye sokarak ilgili eylemin gerçekleştirilmesini sağlar ve aynı anda diğer olası eylemlerin etkinleşmesini engeller. Bu mekanizma otomatik işleyen ve hızlı bir süreç olup, şema aktivasyonunda tutarlılık gösterir (Shallice, 1994, s.405-406).

Denetleyici Dikkat Sistemi (DDS) ise çekişme planlamasının üzerinde kontrol sağlayan üst düzey bir süreçtir (Norman ve Shallice, 1986, s.8-9). DDS, bilinçli eylemlerin planlanmasını, alışılmış şemaların çözüm üretilmediği durumlarda müdahale edilmesini ve otomatik tepkilerin engellenmesini sağlar. Ayrıca uygun şemaların seçilmesi, uygunsuz şemaların baskılanması ve mevcut şemaların yetersiz kaldığı durumlarda yeni stratejilerin oluşturulması ve

uygulanmasında kritik rol oynar (Norman ve Shallice, 1986, s.3-4). Mevcut bir şema bulunmadığında DDS, yeni bir şema tasarlayabilir, değerlendirebilir ve eyleme dönüştürebilir. Bu düzenleyici işlev, planlama, karar verme, problem çözme ve yeni durumlara uyum sağlama gibi üst düzey bilişsel süreçlerin etkin biçimde işlenmesini mümkün kılar (Shallice, 1994, s.409-410).

Sonuç olarak, Norman ve Shallice'nin yaklaşımı, dikkat kontrolünün çekişme planlaması ve DDS tarafından birlikte yönetildiğini ortaya koymaktadır. Çekişme planlaması, öğrenilmiş düşünce ve davranış dizilerinin uygulanmasını sağlarken, DDS bilinçli planlama, problem çözme ve yeni durumlara uyum süreçlerini yönlendirir.

Merkezi yönetici

Bu model, çalışma belleğini üç ana bileşen üzerinden ele almaktadır: fonolojik döngü, görsel-uzamsal taslak (visuo-spatialsketchpad) ve merkezi yürütücü (centralexecutive). Fonolojik döngü, işitsel veya sözel bilgilerin kısa süreli olarak kaydedilmesini ve işlenmesini sağlar (Gathercole ve Baddeley, 1994, s.112-113). Fonolojik döngü iki ana alt bileşenden oluşmaktadır: bir yandan işitsel bilgileri birkaç saniye boyunca tutan “fonolojik depo”, diğer yandan bu bilgilerin kaybolmasını önlemek için sürekli tekrarlarla pekiştiren artikülasyon tekrar sürecidir.

Sınırlı kapasite, karmaşık bilişsel görevler sırasında performans düşüşleri ve hata oranlarında artışa yol açabilir. Özellikle birden fazla görevin eşzamanlı yürütülmesi gerektiğinde, sınırlı kapasite nedeniyle her iki alanda da performans kaybı gözlemlenebilir (Baddeley ve ark., 1986, s.608-609). Sonuç olarak, Baddeley'in merkezi yürütücü modeli, işleyen bellekteki zihinsel mekanizmaların düzenlenmesi ve koordinasyonu açısından merkezi yürütme işlevinin kritik önemini ortaya koymaktadır.

Miyake'nin yürütücü işlevler modeli

Miyake ve ark. (2000), yürütücü işlevlerin karmaşıklığını anlamak amacıyla farklı bilişsel görevler kullanarak kapsamlı bir araştırma gerçekleştirmiştir. Bu görevler arasında Wisconsin Kart Sıralama Testi, Stroop Testi ve N-geri testi gibi araçlar yer almaktadır. Araştırmacılar, klinik gözlemler ve önceki çalışmalardan elde edilen bulguların, yürütücü işlevlerin tek bir bütün

olarak tanımlanamayacağını, aksine çok sayıda bileşenden oluştuğunu ortaya koyduğunu belirtmişlerdir (Lehto, 1996, s.87-88; Rabbitt ve Lowe, 2001, s.10-11). Önceki araştırmalarda, farklı yürütücü işlev görevleri arasında anlamlı ilişkiler bulunmadığı, bu ilişkilerin sayısal olarak her zaman benzerlik göstermediği belirtilmiştir. Bununla birlikte, faktör analizi kullanılarak yürütücü işlevlerin çok bileşenli yapısı saptanmıştır (Godefroy ve ark., 1999, s.8-9; Shallice, 1988, s.431-433).

Bu temel bulgular doğrultusunda Miyake ve ark. (2000), yürütücü işlevleri üç ana bileşene ayırmışlardır: inhibisyon, çalışma belleği ve bilişsel esneklik. Bu üç bileşen, ölçümlerinin daha kolay yapılabilmesi ve temel işlevler olarak tanımlanabilmesi nedeniyle tercih edilmiştir. Araştırma bulguları, bu bileşenlerin birbirinden bağımsız olmasına karşın birbirleriyle ilişkili olduğunu göstermiştir; bir bileşendeki zayıf performans, diğer bileşenlerde de benzer düşüşleri öngörebilmektedir.

Bilgi Güncelleme (Updating): Bu işlev, çalışma belleğinde yer alan bilgilerin gözden geçirilmesi, izlenmesi ve gerektiğinde değiştirilmesi yeteneğini kapsar (Lehto, 1996, s.88-89). Ayrıca, yeni bilgilerin eklenmesi, eski bilgilerin çıkarılması ve çevresel koşullara uyum sağlanması da bu sürecin parçasıdır.

Görev ve Set Değiştirme (Task/Set Shifting): Bu bileşen, bireyin farklı zihinsel kurallar veya stratejiler arasında geçiş yapabilme yeteneğini ifade eder (Norman ve Shallice, 1986, s.6-7). Bu yetenek, değişen koşullara hızlıca adapte olmayı ve farklı bilişsel stratejiler arasında transfer yapabilmeyi içerir.

İnhibisyon (Inhibition): İnhibisyon, bireyin belirli bir görev veya duruma uygun olmayan otomatik tepkileri bastırabilme yeteneğini tanımlar (Logan, 1994, s.198-199; Miyake ve ark., 2000, s.71-72). Bu süreç, dikkat dağıtıcı uyaranları görmezden gelme, dürtüleri kontrol etme ve uygunsuz davranış veya düşünceleri engellemeyi kapsar.

Sonuç olarak, Miyake ve arkadaşlarının (2000) geliştirdiği yürütücü işlevler modeli, bu işlevlerin temel zihinsel bileşenlerini anlamamıza imkân tanımış ve yürütücü işlevler arasındaki ilişkileri ile farklılıkları açıklamada önemli bir çerçeve sunmuştur.

Sıcak ve soğuk yürütücü işlevler

Yürütücü işlevler alanyazında iki ana kategoriye ayrılarak incelenmektedir: “sıcak” ve “soğuk” kontrol süreçleri (Ward, 2025). Sıcak yürütücü kontrol mekanizmaları, duygusal ve ödül temelli uyaranların düzenlenmesiyle ilgilenirken, soğuk kontrol mekanizmaları tamamen zihinsel ve duygusal olmayan uyaranlara odaklanır. Bu iki kontrol türü arasındaki beyin aktiviteleri karşılaştırıldığında, sıcak yürütücü mekanizmaların orbitofrontal korteks ve ventromedialprefrontal korteks gibi prefrontal korteksin orbital ve medial bölgelerinde aktif olduğu, soğuk yürütücü mekanizmaların ise dorsolateral ve ventrolateralprefrontal korteks gibi lateral prefrontal korteks bölgelerinde etkin olduğu gözlemlenmiştir (Öngür ve Price, 2000, s.215; Stuss, 2011, s.761-762; Ward, 2025).

İşlevsel açıdan sıcak yürütücü işlevler, ödüller, cezalar ve duygusal değeri olan durumlarla ilgili karar alma süreçlerini ve kontrol mekanizmalarını kapsar (Zelazo ve Carlson, 2012, s.355-356; Zelazo ve ark., 2014, s.81-82). Bu işlevlere örnek olarak duygusal kararlar almak, riskli davranışlar sergilemek veya sosyal etkileşimlerde bulunmak verilebilir. Soğuk yürütücü işlevler ise daha mantıklı ve duygusal etkilerden bağımsız mekanizmaları içerir (Chan ve ark., 2008, s.204-205; Zelazo ve Carlson, 2012, s.357-358). Bu işlevler, duygusal olmayan bağlamlarda gerçekleştirilen bilişsel süreçleri, örneğin çalışma belleği, dikkat kontrolü ve inhibisyonu kapsar.

Sıcak ve soğuk yürütücü işlevler arasındaki ayrım, duygusal uyaranların varlığı veya yokluğuna bağlı performans farklarının anlaşılmasında önemlidir. Prefrontal korteks hasarı olan bireylerde, soğuk görevlerde yüksek performans gözlenmesine rağmen günlük yaşamda işlev kaybı görülebilmektedir. Eslinger ve Damasio (1985), bu durumu, “soğuk” testlerde başarılı olan bazı bireylerin duygusal bağlamlardaki düşük performansını prefrontal korteksin farklı bölgelerine olan bağımlılıklarıyla açıklamıştır. Benzer şekilde, Somatik Belirteç Kuramı, duyguların önemi arttığında somatik belirteçlerin karar verme süreçlerinde kritik rol oynadığını öne sürer (Damasio, 1996, s.1416-1417). Ventromedial prefrontal korteks lezyonları olan bireylerin, lateral prefrontal korteks lezyonları olanlara kıyasla duygusal ve riskli kararlar alırken daha düşük performans sergiledikleri rapor edilmiştir (Bechara ve ark., 1998, s.431-432;

Bechara ve ark., 1999, s.5476-5477; Bechara ve ark.). Bu veriler, ventromedialprefrontal korteksin sıcak yürütücü işlevlerle ilişkisini güçlendirmektedir.

Son dönemdeki araştırmalar, sıcak ve soğuk yürütücü işlevler arasındaki farklılıkların yalnızca belirli beyin bölgelerinden değil, aynı zamanda beynin ağsal yapıları ve bağlantılarından kaynaklanabileceğini öne sürmektedir (Heyder ve ark., 2004, s.283-284; Pessoa, 2009, s.162-163). Örneğin, sıcak yürütücü işlevlerin amigdala, insula ve striatum gibi duygusal işlevleri yöneten subkortikal bölgelerle bağlantılı olduğu bulunmuştur. Bu bulgu, sıcak yürütücü işlevlerin yalnızca lokal beyin bölgelerine değil, aynı zamanda geniş beyin ağlarının etkileşimine dayandığını göstermektedir (Öngür ve Price, 2000, s.215-218).

2.9.4. Frontal lob ve yürütücü işlevler

Yürütücü işlevler, beynin karmaşık zihinsel yeteneklerini yöneten geniş kapsamlı bilişsel birim olarak tanımlanmaktadır (De Frias ve ark., 2006, s.209-210). Bu çalışmalar, prefrontal kortekste hasarların, dürtü kontrolü, planlama ve davranışları amaca uygun şekilde yönlendirme gibi yürütücü işlevleri gerektiren görevlerde bozulmalara yol açtığını göstermiştir (Luria, 1972, s.36-37). Daha sonraki araştırmalarda, yürütücü işlevlerin temel bileşenleri arasında çalışma belleği, inhibisyon, bilişsel esneklik, amaca yönelik hareket etme ve stratejik planlama yer aldığı belirtilmiştir (Barkley, 1997, s.76-77; Miyake ve ark., 2000, s.82-83; Zelazo ve Müller, 2002, s.461-462).

Fonksiyonel nörogörüntüleme çalışmaları, prefrontal ve parietal bölgelerin yürütücü işlevlerle ilişkili olduğunu ortaya koymuştur (Badre ve Wagner, 2007, s.2889-2890; Gilbert ve ark., 2008, s.2284-2285; Raposo ve ark., 2012, s.1873-1874). Bu çalışmalar ayrıca, yürütücü işlevler ile beyin aktivasyonu arasındaki ilişkinin yaşa bağlı olarak farklılık gösterdiğini göstermektedir. Çocuklarda bu görevler sırasında prefrontal korteksin yanı sıra beynin diğer bölgelerinde de yaygın aktivasyon gözlemlenirken, yetişkinlerde prefrontal korteks daha baskın bir rol üstlenmektedir. Bu bulgular, prefrontal korteksin gelişim sürecinde daha özelleşmiş ve belirli işlevlere odaklanan bir yapıya kavuştuğunu desteklemektedir. Yetişkin bireylerde, prefrontal lob hacmi ve kortikal kalınlık gibi yapısal ölçümler ile yürütücü işlev performansı arasında olumlu ilişkiler bulunmuştur (Gunning-

Dixon ve Raz, 2003, s.1934-1935; Salat ve ark., 2002, s.499-500; Burzynska ve ark., 2012, s.1613-1614).

Alanyazında, yürütücü işlevlerin çeşitli görevlerle ilişkisini inceleyen fonksiyonel nörogörüntüleme araştırmaları da mevcuttur. Örneğin, Londra Kulesi göreviyle izlemsel planlama yeteneğini değerlendiren çalışmalarda, dorsolateral prefrontal korteks, anterior singulat korteks ve supramarginalgirus bölgelerinde artan beyin aktivasyonu gözlenmiştir (Lazeron ve ark., 2000, s.1410-1411; Morris ve ark., 1993, s.1372-1373). Stroop testi ve Wisconsin Kart Sıralama görevlerinde de dorsolateral prefrontal korteks aktivasyonunda belirgin artışlar kaydedilmiştir (Gerton ve ark., 2004, s.1783-1784; Lie ve ark., 2006, s.1042-1043). Benzer şekilde, çağrışım görevlerinde dorsolateral prefrontal korteksin yanı sıra anterior singulat korteks ve superior frontal sulkus gibi frontal bölgelerde de artan beyin aktivitesi izlenmiştir (Frith ve ark., 1991, s.242-243; Jahanshahi ve ark., 2000, s.719-720).

2.9.5. Prefrontal korteks ve yürütücü işlev bileşenleri

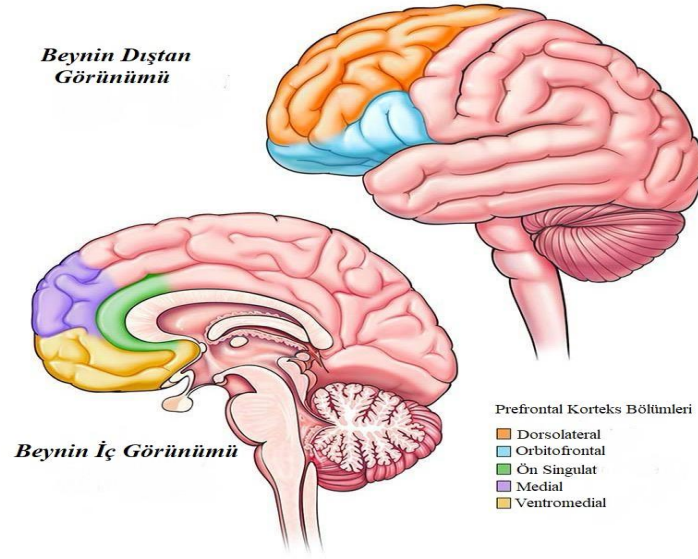
Yürütücü işlevlerin temel bileşenlerinden biri olan inhibisyon, prefrontal korteks tarafından yönlendirilen ve bebeklikten itibaren gelişim gösteren bir beceri olarak tanımlanmaktadır (Diamond, 2006). Greene ve ark. (2008), inhibisyonun sağ yarımküreye özgü olduğunu ve ventralprefrontal korteks ile parietal loblarla ilişkilendirildiğini saptamıştır. Ayrıca, bu bölgelerle etkileşim içinde birçok yürütücü işlev yeteneğinin bulunduğu belirlenmiştir (Greene ve ark., 2008, Tamnes ve ark., 2010, s.540-541; Diamond ve ark., 1989, s.283-284). Detaylı incelemeler, inhibisyonun orbitofrontal korteks, inferior frontal korteks, anterior singulat korteks ile parietal ve temporal korteksler gibi çeşitli beyin bölgeleriyle bağlantılı olduğunu göstermiştir (Collette ve ark., 2006, s.215-216). Evrimsel araştırmalarda ise katılımcıların yaşı, kortikal aktivasyonu tahmin etmede en belirleyici faktör olarak öne çıkmıştır (Tsujimoto, 2008).

Çalışma belleği, literatürde sıklıkla prefrontal korteks aktivasyonu ile ilişkilendirilmiş ve özellikle çocukluk döneminde yaşı bu işlevin performansını etkilediği belirtilmiştir (Tamnes ve ark., 2010, s.541-542; Collette ve ark., 2006, s.217-218). İşleyen bellek görevlerinde performans, sol orta frontal girus ve inferior frontal girus ile güçlü biçimde ilişkili bulunmuştur (Spielberg ve ark.,

2011, s.663-664; Pochon ve ark., 2002, s.5670-5671). Orta frontal girus, otomatik hareketlerin ve alakasız tepkilerin engellenmesinde, ayrıca işleyen belleğe bağlı duygusal verilerin kullanılmasında önemli rol üstlenmektedir (Spielberg ve ark., 2011, s.665-666). Sağ orta frontal girus ise zihin kuramı, güçlü tepkilerin bastırılması ve hedefe yönelik hareketlerin düzenlenmesi ile ilişkilendirilmiştir (Spielberg ve ark., 2011, s.667-668).

Bilişsel esneklik açısından, prefrontal korteks aktivasyonu yetişkinlerde daha belirgin olarak gözlemlenmektedir (Diamond, 2006). Ortamsal uyarılara dikkat etme, yoğunlaşma ve bağlama göre taktik değiştirme gibi süreçler, prefrontal korteksin çeşitli bölgelerinin koordineli çalışmasıyla mümkün olmaktadır (Diamond, 2006). Örneğin, Zakzanis ve ark. (2005), bilişsel esneklik görevlerinde prefrontal korteks ve anterior singulat korteksin artan aktivasyonunu rapor etmiş, katılımcıların esneklik gerektiren durumlarda bu bölgelerde belirgin bir aktivasyon artışı gösterdiğini bildirmiştir.

Prefrontal korteksin çoklu görevlerdeki rolü de çeşitli araştırmalarda ele alınmıştır. Bu görevler, prefrontal korteksin sürekli uyarılara maruz kaldığı ve değişen bağlamlarla başa çıkmak zorunda olduğu durumları incelemektedir. Blakemore ve ark. (2006), sürekli uyarı altında prefrontal kortekste gözlenen yüksek aktivasyonun, karmaşık ve değişken bağlamları yönetme açısından kritik olduğunu belirtmişlerdir. Nitekim, araştırma sonuçları, yetişkinlerin çoklu görevlerde çocukluk ve ergenlik çağındakilere göre daha başarılı olduğunu göstermiştir (Blakemore ve ark., 2006, s.306-307). Bu bulgular, prefrontal korteksin gelişimsel boyutuna ilişkin önemli bilgiler sunmaktadır.

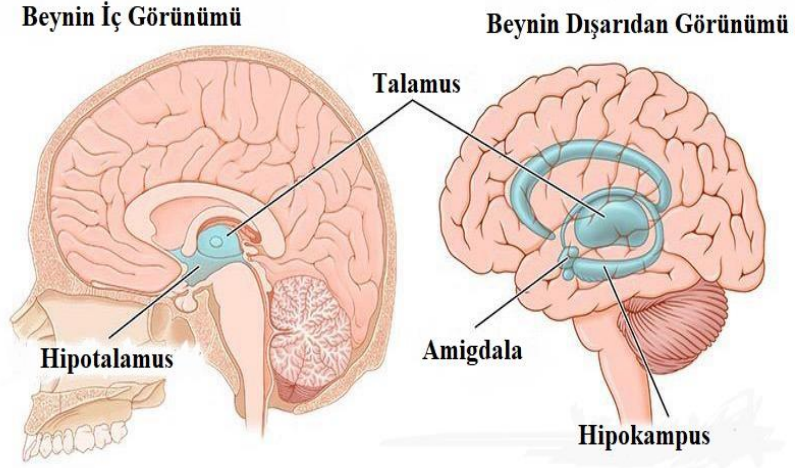


Şekil 2.2. Prefrontal Korteks ve Yürütücü İşlev Bileşenleri Görünümü
(Clevelandclinic, 2025)

2.9.6. Beyin ağları ve yürütücü işlevleri

Limbik sistem

Alanyazında, limbik sistemin ve özellikle anterior singulat korteksin, duygusal süreçlerin düzenlenmesi, inhibisyon ve hedefe yönelik dikkat gibi yürütücü işlevlerin birçok boyutunda kritik rol oynadığı vurgulanmaktadır (Rueda ve ark., 2016, s.581-582). Limbik sistem, prefrontal korteksle birlikte daha geniş kortikal ve subkortikal ağlarla etkileşim içindedir ve bu yapılar, yürütücü işlevlerin düzenlenmesine önemli katkılar sağlamaktadır. Örneğin, Stroop testi gibi uyaranlar arası çelişki içeren görevlerde hem anterior singulat korteks hem de lateral prefrontal korteksin aktivasyonunda belirgin artışlar gözlemlenmiştir (Rueda ve ark., 2016, s.584-585). Ayrıca, bilişsel yeniden değerlendirme gibi duygusal düzenleme stratejileri kullanıldığında anterior singulat korteks aktivasyonunun arttığı tespit edilmiş ve bu bulgu, söz konusu bölgenin dikkat ve duygu yönetimi süreçlerinde merkezi bir rol oynadığını desteklemiştir (Osaka ve ark., 2004, s.626-627; Ochsner ve ark., 2002, s.1222-1223).



Şekil 2.3. Limbik Sistem

Yürütücü ağ

Yürütücü işlevlerle ilişkili beyin bölgeleri ve bu bölgelerin oluşturduğu ağlar incelendiğinde, oldukça karmaşık ve yaygın bir aktivasyon deseni ortaya çıkmaktadır. Prefrontal korteksin beyin sapı, serebellum, pons ve limbik sistemle olan etkileşimi ile subkortikal yapılarla kurduğu bağlantılar, bu durumun temelini oluşturmaktadır (Anderson, 2002, s.74-75; Anderson ve ark., 2009, Diamond, 2002, s.469-470). Ayrıca, gelişimsel dönemlerde bu bölgelerin herhangi birinde meydana gelen hasarın, zihinsel, edimsel ve yürütücü işlevlerde çeşitli güçlükler doğurduğu gözlemlenmiştir; bu bulgular, yürütücü işlevlerin yalnızca prefrontal korteksle sınırlı olmadığını, daha geniş bir ağ üzerinden değerlendirilmesi gerektiğini göstermektedir (Anderson, 2002, s.76-77; Diamond, 2002, s.472-473).

Diğer araştırmalar, bu beyin bölgeleri arasında sağlanan uyumlu etkileşimin, yürütücü işlevlerin daha bütüncül ve etkili biçimde işlev görmesini sağladığını ortaya koymaktadır (Brocki ve ark., 2008, s.756; Welsh ve ark., 1988, s.223-224). Gelişimsel bulgular, yürütücü işlevlerin geniş bir yapıyı kapsadığını ve yaş ilerledikçe belirli beyin bölgeleriyle ilişkilerinin güçlendiğini, buna rağmen hâlâ daha geniş beyin ağlarıyla etkileşim içinde olduğunu göstermektedir (Diamond, 2006). Ayrıca, yetişkinlerde bazı yürütücü işlevlerle zihinsel aşamalar arasında yüksek korelasyonlar saptanmış, ancak bu işlevlerin yalnızca belirli beyin bölgeleriyle değil, beyin geniş ağlarıyla bağlantılı olduğu vurgulanmıştır (Anderson, 2002, s.76-77; Diamond, 2006).

2.9.7. Yürütücü işlevlerin bileşenleri

İnhibisyon

İnhibisyon, bireyin otomatik eğilimlerini kontrol altına alması ve hedefe yönelik eylemler sırasında gereksiz çevresel uyaranları göz ardı ederek odaklanabilmesi olarak tanımlanmaktadır (Barkley, 1997, Best ve Miller, 2010, s.1652-1653; Miyake ve ark., 2000, s.85-86). İnhibisyon üzerine yapılan araştırmalar, bu becerinin çeşitli türdeki inhibe edici süreçleri kapsadığını ve oldukça çok amaçlı bir işlev sergilediğini ortaya koymaktadır (Friedman ve Miyake, 2004). Örneğin, tepki engelleme, motor inhibisyon, bilişsel inhibisyon ve dikkat kontrolü gibi farklı süreçler, inhibisyon kavramının kapsamına dahildir (Nigg, 2000, s.231-232; 2001, s.589-590).

İnhibisyonun dikkat üzerindeki rolü, sınırlı dikkat kaynaklarının hedefe yönelik kullanılması ve alakasız uyaranların dikkate alınmamasını sağlamaktadır (Posner ve DiGirolamo, 1998, s.416-417; Theeuwes, 2010, s.88-89). Bu bağlamda, hedef odaklı dikkat dağıtıcı unsurları engelleyebilmek hem inhibisyonun hem de yürütücü işlevlerin temel özelliklerinden biridir. Aynı zamanda, içsel düşüncelerin ve mevcut zihinsel işaretlerin kontrol edilmesi, kişinin hedeflerine ters düşen düşünce veya anıların bastırılması da inhibisyonun kritik bir bileşenini oluşturmaktadır (Anderson ve Levy, 2009, s.190-199).

Özkontrol, inhibisyonun duygusal ve davranışsal yanıtları düzenleyen yönünü ifade etmektedir (Diamond, 2002, s.474-475). Bu işlev, bireyin amaçlarına odaklanarak alakasız uyaranları göz ardı etmesini ve dürtüsel davranışları engellemesini mümkün kılar. Ayrıca, uzun vadeli kazançlar için kısa vadeli tatminlerden vazgeçebilme (Mischel ve ark., 1989, s.934-935) ve anlık faydalar uğruna gelecekteki ödülleri erteleyebilme yetenekleri (Louie ve Glimcher, 2010, s.5500-5551) özdenetimin işlevselliğini ve bireyin hedefe yönelik tutarlı davranışlar sergilemedeki önemini göstermektedir.

İnhibisyon nörogörüntüleme bulguları

Nörogörüntüleme çalışmaları, tepki inhibisyonuna ilişkin beyin bölgelerinin aktivasyonu hakkında önemli veriler sunmaktadır. Bu araştırmalarda, tepki inhibisyonu ile ilişkili artmış beyin aktivasyonunun dorsomedialprefrontal korteks, lateral prefrontal korteks, parietal korteks, insular korteks, bilateral

prekuneus, sol angularirus ve sağ orta temporal girus gibi çeşitli kortikal alanlarda gözlemlendiği bildirilmiştir (Bunge ve ark., 2002, s.305-306; Mostofsky ve Simmonds, 2008, s.753-754).

Bunge ve ark. (2002), farklı inhibisyon türlerinin farklı beyin bölgelerinin aktivasyonu ile ilişkili olduğunu ortaya koymuşlardır. Araştırmada, hedefle ilgisi olmayan uyaranların bastırılmasında başarılı olma durumu, ventrolateral prefrontal korteks ve insular korteksin daha yoğun aktivasyonu ile ilişkilendirilmiştir. Bunun yanı sıra, yaşa bağlı olarak bu bölgelerde gözlenen aktivasyon desenlerinde belirgin farklılıklar saptanmıştır.

Tepki engellemeye dayalı görevlerde ise, bilateral prekuneus, sol angularirus, sağ orta temporal girus ve sağ orta frontal girus gibi bölgelerde aktivasyon artışı kaydedilmiştir. Bu bulgular, farklı inhibisyon aşamalarının beynin değişik alanlarıyla ilişkili olabileceğini ve bu ilişkilerin işlev türüne göre çeşitlilik gösterebileceğini göstermektedir.

İnhibisyon becerisinin değerlendirilmesi

Alanyazında, bireylerin inhibisyon yeteneklerini değerlendirmek amacıyla çeşitli testler kullanılmaktadır. Bu testler arasında Stroop Testi (Stroop, 1935), Simon Testi (Hommel, 2011, s.192-193), Flanker Testi (Eriksen ve Eriksen, 1974, s.145-146; Mullane ve ark., 2009, s.334-335), antisakkad testleri (Munoz ve Everling, 2004, s.222-223), hazzı erteleme testleri (Kochanska ve ark., 2001, s.1102-1103; Sethi ve ark., 2000), go/no-go testi (Cragg ve Nation, 2008, s.821-822) ve stop-signal görevleri (Verbruggen ve Logan, 2008, s.420-421) yer almaktadır.

Stroop Testi, katılımcıların otomatikleşmiş davranışlarını engellemesini gerektiren tepki engelleme ve seçici dikkat becerilerini ölçmek için kullanılan bir araçtır (Stroop, 1935). Stroop testi farklı uyaran türleri, sayıları ve sıralamaları ile uygulanabilir. Stroop etkisi olarak bilinen fenomen, tepki sürelerinde artışa yol açmakta ve bu süreç, katılımcının yaş ve eğitim düzeyinden etkilenmektedir (Van der Elst ve ark., 2006, s.69-70; Emek Savaş ve ark., 2020).

Simon Testi, tepki engelleme yeteneğini değerlendirmeye yönelik bir başka ölçektir (Hommel, 2011, s.194-195; Lu ve Proctor, 1995, s.187-188). Katılımcılardan belirli uyarıcılara belirli tuşlarla yanıt vermeleri istenir ve

uyaranın beklenmeyen bir konumda olması tepki sürelerini uzatır; bu durum "Simon etkisi" olarak adlandırılır (Hommel, 2011, s.196-197; Lu ve Proctor, 1995, s.190-191).

Uzamsal Stroop Görevi, Simon testi ile benzer yapıdadır ancak burada rastgele ezber gerektiren bir kural yoktur. Katılımcılar, ok şeklindeki uyaranların gösterdiği yöne tepki verirken konumu göz ardı etmelidir; bu durum tepki sürelerini uzatmaktadır (Sahakian ve ark., 1988, s.706-709).

Flanker Testi, birden çok uyaranın yer aldığı bir dikkat testidir (Eriksen ve Eriksen, 1974, s.144-147). Katılımcılar yalnızca ortadaki hedef uyaranla ilgilenirken, çevresel uyaranlar dikkate alınmaz. Yan uyaran hedefle uyumsuzsa tepki süresi uzar.

Antisakkad Görevi, bireylerin doğal görsel yanıtlarını engellemeye yöneliktir (Munoz ve Everling, 2004, s.223-224). Katılımcılar, hedef uyaranın ters yönüne bakarak tepki verir ve göz hareketleri ile tepki süreleri ölçülür. Performans, yaşa bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Luna ve ark., 2004, s.1362-1363).

Hazı Erteleme Görevi, özellikle çocuklar üzerinde uygulanan bir testtir. Katılımcılar, sunulan ödülü hemen almak yerine bekleyerek daha büyük bir ödüle ulaşmayı öğrenirler (Mischel, 1989, s.933-934). Erken dönemdeki performans, ilerleyen yaşlarda yürütücü işlevler ve akademik başarıyı öngörmeye etkili olmaktadır (Eigsti ve ark., 2006, s.479-480).

Go/No-Go Görevi, seçici dikkat ve tepki baskılama becerilerini değerlendiren bir deneysel ölçektir (Erdoğan ve ark., 2023). Katılımcılar, Go koşulunda belirli uyaranlara yanıt verirken, No-Go koşulunda hedef olmayan uyaranlara yanıt vermezler. Görev blokları ve dinlenme süreleri belirli zaman aralıklarıyla uygulanmaktadır.

Wisconsin Kart Eleme Testi (WKET), yürütücü işlevleri değerlendirmeye yönelik yaygın bir nöropsikolojik araçtır (Heaton ve ark., 1981; Karakaş ve ark., 1998). Test, katılımcıların bilişsel stratejilerini, karar verme süreçlerini ve bilişsel esnekliğini ölçer. Katılımcılar, referans kartlarla eşleştirme yaparken kurallardaki değişikliklere adaptasyon göstermelidir. Bu süreç, perseveratif tepki eğilimlerini ve bilişsel esnekliği değerlendirmede kullanılır.

Mangina Testi, algı, motor kontrol ve bilişsel süreçleri ölçen bir nöropsikolojik değerlendirme aracıdır. Test, dikkat, bilişsel esneklik ve motor kontrolü analiz eder. Katılımcıların çevresel uyaranlara verdikleri yanıtların doğruluğu ve hızları izlenir; zaman baskısı altında verilen tepkiler, karar verme süreçlerini ve yürütücü işlevlerin etkinliğini ortaya koyar. Özellikle dikkat eksikliği ve hiperaktivite bozukluğu (DEHB) gibi durumların değerlendirilmesinde faydalı bir araçtır.

İnhibisyonun gelişimsel süreci

Çocuk yaştakilerin inhibisyon yeteneklerini inceleyen araştırmalar, bu dönemdeki bireylerin uyumsuz uyaranları görmezden gelmede güçlük yaşadığını ve uyaran sayısının artmasıyla performanslarının olumsuz etkilendiğini göstermektedir (Davidson ve ark., 2006, s.2063-2064). Bu bulgular, yetişkinlerle karşılaştırıldığında belirgin farklılıklar ortaya koymaktadır; yetişkinler, belirli bir uyaran sayısına kadar performans düşüşü yaşasalar da, genel olarak uyumsuz uyaranları filtrelemede daha etkili sonuçlar elde etmektedir. Diğer çalışmalar, dikkat ve inhibisyon becerilerinin yaşla birlikte geliştiğini ve zaman içinde artış gösterdiğini ortaya koymuştur (Luna ve ark., 2004, s.1368-1369).

Çocukluk dönemindeki inhibisyon becerilerinin, bireylerin yaşamlarının ilerleyen aşamalarındaki işlevsel yeteneklerini nasıl etkilediğini araştıran çalışmalar da mevcuttur (Moffitt ve ark., 2011, s.2695-2696). Bu araştırmalar, erken yaşta kazanılan inhibisyon yeteneklerinin, ergenlik döneminde riskli davranışları tahmin etmede ve yetişkinlikte fiziksel ile psikolojik sağlık durumlarını anlamada önemli bir gösterge olduğunu göstermektedir.

Öte yandan, yaşlanma süreciyle birlikte inhibisyon yeteneklerinde bir azalma gözlemlenmektedir (Hasher ve Zacks, 1988, s.211-212; Hasher ve ark., 1991, s.165-166). Bu azalma, özellikle görsel ve işitsel dikkat dağılmalarını engellemede zorluk yaşanması şeklinde kendini göstermektedir (Gazzaley ve ark., 2005, s.1298-1299; Alain ve Woods, 1999, s.512-513). İlginç bir biçimde, yaşlı bireyler hedef odaklı uyaranlara dikkatlerini yönlendirme konusunda yetişkinlerle benzer başarı gösterirken, uyumsuz uyaranları filtreleme performansları daha düşüktür (Zanto ve ark., 2011, s.657-658). Bu farklılıklar, özellikle antisakkad

işlevinde belirgin şekilde gözlemlenmektedir (Peltsch ve ark., 2011, s.674-675; Sweeney ve ark., 2001, s.42-43).

Çalışma belleği

Yürütücü işlevlerden biri olan çalışma belleği, bireyin çevreden aldığı bilgileri kısa süreli olarak saklamasını ve bu bilgiler üzerinde zihinsel işlemler gerçekleştirmesini sağlayan bilişsel bir süreçtir. Çalışma belleği, görsel ve işitsel olmak üzere iki farklı alanda işlev gösterir (Diamond, 2013, s.157-158). Bu bellek türü, önceki deneyimlerin hatırlanması ve hatırlanan bilgilerin yeni bilgilerle ilişkilendirilmesi gibi temel bilişsel görevlerde kritik bir rol oynar. Aynı zamanda, zaman sırasıyla düzenleme yapma, plan oluşturma ve farklı bilgiler arasında bağlantı kurma gerektiren durumlarda da çalışma belleği önemli bir işlev üstlenir.

Çalışma belleği, geçmişte yaşanan olayların bellekte tutulması ve bu bilgilerin birbiriyle ilişkilendirilmesi gerekliliği nedeniyle, zaman sırasına dayalı bilgileri anlamada ve ilişkiler kurmada etkili bir rol oynar. Gündelik yaşantıda matematiksel işlemleri çözme, hedeflere ulaşmak için adımları sıralama, düşünceleri eyleme dönüştürme, yeni bilgiyle davranışları uyumlu hâle getirme ve çeşitli seçenekleri değerlendirme gibi temel işlevlerde de çalışma belleği önemli katkı sağlar (Baddeley ve Hitch, 1994, s.487-488; Smith ve Jonides, 1999, s.1658-1659). Ayrıca, mantıklı düşünme, yaratıcı süreçlerin işlenmesi ve bilgilerin çeşitli şekillerde yeniden değerlendirilmesi gibi daha karmaşık bilişsel işlevlerde de aktif rol oynar (Diamond, 2013, s.159-160).

Çalışma belleği, kısa süreli belleğin daha gelişmiş bir türü olarak kabul edilmektedir. Kısa süreli bellek, belirli bilgilerin geçici olarak depolanmasını sağlarken, çalışma belleği bu bilgilerin düzenlenmesi, analiz edilmesi ve manipüle edilmesini de içerir (Baddeley ve Hitch, 1994, s.489-490). Nörogörüntüleme araştırmaları, bu iki bellek türünün beyinde farklı alanlar ve ağlarla ilişkili olduğunu ortaya koymuştur (Alloway ve ark., 2004, s.95-96). Gelişimsel açıdan ise, kısa süreli bellek çocukluk döneminde daha hızlı bir şekilde gelişirken, çalışma belleği daha yavaş ve kademeli bir süreçle olgunlaşmaktadır (Davidson ve ark., 2006, s.2065-2066; Diamond ve ark., 2007, s.1387-1388).

Çalışma belleği nörogörüntüleme

Nörogörüntüleme araştırmaları, çalışma belleği ile ilişkili farklı süreçleri, örneğin bilgilerin güncellenmesi, önceki bilgilerin geri çağırılması ve dikkat dağıtıcı uyaranlarla başa çıkma gibi konuları ayrıntılı biçimde incelemiştir (Bledowski, Kaiser ve Rahm, 2010, s.174-175). Çalışma belleğinin nörofizyolojik temellerini ele alan bu araştırmalar, çeşitli görevler ve parametreler arasında hem ortak hem de özgül beyin bölgelerinin çalışma belleği performansı ile nasıl ilişkilendiğine dair önemli bulgular ortaya koymuştur (Lepsien ve ark., 2011, s.1570; Rowe ve ark., 2001, s.80-81). Bu çalışmalar, prefrontal kortekste gözlemlenen aktivasyon artışlarının, çalışma belleği gereksinimlerinin yükseldiği durumlarla yakından ilişkili olduğunu göstermektedir (Braver ve ark., 1997, s.55-56; Bunge ve ark., 2000, s.3574-3575).

Öte yandan, bilgilerin bellekte daha uzun süre tutulması gereken durumlarda, kısa süreli saklamaya kıyasla dorsolateral prefrontal korteks, sol inferior frontal korteks ve sol parietal bölgelerde belirgin aktivasyon artışları gözlenmiştir. Bu bulgular, söz konusu bölgelerin çalışma belleğinde bilgilerin saklanması ve işlenmesinde kritik bir rol üstlendiğini ortaya koymaktadır. Ayrıca, Bunge ve ark. (2000) tarafından yapılan bir başka araştırma, sözel olarak karmaşık görevlerde dorsolateral prefrontal korteksin aktivasyonunun belirgin şekilde arttığını saptamıştır.

Çalışma belleğinin değerlendirilmesi

Çalışma belleğini değerlendiren testler ve yöntemler literatürde geniş yer tutmaktadır. Bu yöntemlerden en yaygın kullanılanlardan biri, sayı dizisi görevleridir (Reynolds, 1997, s.34-35). Sayı dizisi testleri iki ana türde uygulanmaktadır: ileri ve geri sayı dizisi. İleri sayı dizisi görevinde katılımcılara bir sayı dizisi (ör. “1, 4, 8, 2”) sunulur ve diziyi olduğu gibi tekrar etmeleri istenir. Geri sayı dizisi görevinde ise katılımcılar, verilen diziyi tersten (ör. “2, 8, 4, 1”) tekrarlamak durumundadır. Araştırmalar, ileri sayı dizisinin daha çok basit dikkat ve kısa süreli bellekle ilişkili olduğunu, geri sayı dizisinin ise bölünmüş dikkat ve çalışma belleği ile bağlantılı olduğunu göstermektedir (Conway ve ark., 2005, s.776-777). Ayrıca, sayı dizisi performansının yaş ve eğitim düzeyine göre

değişkenlik gösterdiği de belirlenmiştir (Boydak, 2019, Hester ve ark., 2004, s.477-478).

Görsel-uzamsal çalışma belleğini değerlendiren bir başka yaygın test, Corsi Blok Testidir. Bu testte, uzman bir dizi nesneye sırasıyla dokunur ve katılımcıdan aynı nesnelere aynı sırayla dokunması beklenir. Test, farklı örneklemelerde uygulanmış ve birçok çalışmada standart hale getirilmiştir (Alloway, 2007, s.483-485; Alloway ve ark., 2009, s.613-614). Katılımcının performansı, doğru sırayla tekrar edilen nesneler üzerinden ölçülür ve testin görsel-uzamsal çalışma belleği ile güçlü bir bağlantısı olduğu vurgulanmıştır (Luciana ve Nelson, 2002, s.613-614).

Kendinden sıralı işaret etme (self-ordered pointing) testi, çalışma belleğinin hem bilgi saklama hem de güncelleme süreçlerini ölçen başka bir yöntemdir. Bu testte katılımcılara monitörde bir dizi obje gösterilir ve her objeyi doğru sırayla işaretlemeleri istenir; daha önce işaret ettikleri objeleri tekrar işaretlememeleri gerekir. Araştırmalar, bu testin performansının dorsolateral prefrontal korteks ile ilişkili olduğunu ve nesnelerin yeniden işaretlenmemesi kuralının diğer yürütücü işlevlerle bağlantılı olduğunu ortaya koymuştur (Petrides ve ark., 1993, s.879-880; Wiebe ve ark., 2011, s.442-443; Collins ve ark., 1998, s.344-345).

Bunun yanında, karmaşık menzil görevleri (complex span tasks) da çalışma belleğinin sınırını ve bilgi saklama/manipülasyon becerisini değerlendirmede yaygın olarak kullanılmaktadır (Barrouillet ve ark., 2009, s.483-484; Conway ve ark., 2005, s.775-776). Bu görevler yalnızca çalışma belleğiyle değil, diğer yürütücü işlevlerle de ilişkilidir. Örneğin, en bilinen karmaşık menzil görevlerinden biri olan n-geri testinde katılımcılardan, belirli sayıda önceki uyarıyı hatırlamaları istenir (örn. 2 önceki uyarı). Literatürde, n-geri testinin büyük ölçüde seçici ve sürekli dikkat ile çalışma belleği performansı ile ilişkili olduğu vurgulanmaktadır (Owen ve ark., 2005, s.52-53; Verhaeghen ve Basak, 2005, s.145-146).

Çalışma belleğinin gelişimi

Çalışma belleğinin gelişimi ve yaşa bağlı değişimler üzerine yapılan araştırmalar, bu sürecin bebeklik dönemine kadar uzandığını ortaya koymaktadır. Örneğin, 9-12 aylık bebeklerle yapılan çalışmalarda, bu yaş aralığındaki

çocukların 1 veya 2 nesneyi hafızada tutabildiği ve bu bilgileri yenileyebildiği gözlemlenmiştir (Bell ve Cuevas, 2012, s.286-287; Diamond, 1985, s.877-878). Bununla birlikte, birden fazla veriyi aynı anda saklama ve üzerinde işlem yapma becerisinin, gelişimsel olarak daha uzun bir süreç içinde ve kademeli olarak kazanıldığı bildirilmiştir (Cowan ve ark., 2011, s.1402-1403; Crone ve ark., 2006, s.11242-11243).

Yaş ilerledikçe çalışma belleği performansında azalma görüldüğü de literatürde belirtilmektedir. Bu düşüş, özellikle dikkat kontrolünün zorlaşması ve dikkat dağıtıcı uyaranlara karşı duyarlılığın artması ile ilişkilendirilmiştir (Fournet ve ark., 2012, s.925-926; Solesio-Jofre ve ark., 2012, s.567-568; Rutman ve ark., 2010, s.1228-1229).

Ayrıca, genç yetişkinlerde bile inhibisyon becerisinde bazı zorluklar görülebilmekte, yaş ilerledikçe inhibisyon performansındaki azalma zihinsel işlem hızındaki değişimlerle ilişkilendirilmektedir (Zimprich ve Kurtz, 2013). Araştırmalar, çocuklarda yaşla birlikte artan işlem hızıyla paralel olarak inhibisyon becerisinin geliştiğini, yaşlı yetişkinlerde ise azalan işlem hızıyla birlikte inhibisyon performansının düştüğünü göstermektedir.

Bilişsel esneklik

Zihinsel esneklik, yürütücü işlevlerin temel bileşenlerinden biri olarak, bireylerin değişen gereksinimlere ve uyaranlara hızlı bir şekilde uyum sağlama yeteneğini ifade eder (Ionescu, 2012, s. 194-195). Alanyazında bilişsel esneklik, görev değiştirme, zihinsel set değiştirme ve farklı gözlem mantıklarıyla bir durumu yeniden değerlendirme yetenekleriyle ilişkilendirilmiştir (Diamond, 2013, s. 157-158).

Görev değiştirme, bireylerin farklı zihinsel süreçler veya işlevler arasında geçiş yapabilme kapasitesini belirtir ve genellikle önceki göreve ilişkin bilgilerin baskılanması ile yeni göreve ilişkin bilgilerin aktive edilmesini içerir. Set değiştirme ise, bireylerin yeni kurallar veya çözümleme gereklilikleri karşısında dikkatlerini ve stratejilerini değiştirebilme yeteneğini kapsar. Bilişsel esneklik, alternatif düşünce biçimleri, çözüm yolları veya stratejiler üretmeyi ve bunları dikkate almayı içerir; böylece bireyler, karmaşık ve yeni durumlara uyum gösterebilir.

Bilişsel esnekliğin etkin bir biçimde işleyebilmesi, bireylerin mevcut strateji veya bakış açılarını geçici olarak engelleyip manipüle edebilmelerini gerektirir. Bu nedenle, bilişsel esneklik, inhibisyon ve çalışma belleği gibi temel yürütücü işlevlerle yakından ilişkilidir (Diamond, 2013, s. 160-161). Ayrıca, bilişsel esnekliğin inhibisyon ve çalışma belleği gibi temel yürütücü işlevlerin ardından gelişmesi, bu işlevler arasındaki etkileşimin önemini ortaya koymaktadır (Davidson ve ark., 2006, s. 2072-2073; Garon ve ark., 2008).

Bilişsel esnekliğin değerlendirilmesi

Zihinsel esnekliğin incelenmesine yönelik literatürde çeşitli görevler geliştirilmiştir (Diamond, 2013, s. 162-163). Bunlardan biri, Wisconsin Kart Sıralama Testi (WKET) olup, Berg (1948) tarafından geliştirilmiş ve günümüzde Heaton (1981) tarafından modern hâline getirilmiştir. Bu test, katılımcıların renk, şekil veya sayı gibi kurallara uyum sağlama ve nesneleri bu ölçütlere göre kategorize etme yetilerini değerlendirmektedir. WKET, yürütücü işlevlerin ölçülmesinde yaygın olarak kullanılmakta olup, klinik alanda özellikle frontal lob hasarına bağlı işlevsel problemleri belirlemeye yönelik güvenilir bir araç olarak kabul edilmektedir (Karakaş ve ark., 2000, s. 221-222; Monchi ve ark., 2001, s. 7736-7737). Testin özellikle zihinsel esneklik ve set değiştirme becerilerini ölçme açısından geçerli olduğu vurgulanmaktadır.

Buna ek olarak, zihinsel esnekliği değerlendiren bir diğer test, İz Sürme Testi'dir (TrailMaking Test, Reitan, 1955, s. 393-394). Bu test, iki bölümden oluşmakta olup bilişsel işlem hızı ve esneklik düzeyini ölçmektedir. A bölümünde katılımcılara rastgele sıralanmış sayılar sunulur ve bunları sırasıyla daireler arasında çizgilerle birleştirmeleri istenir; bu aşama görsel dikkat ve işlem hızını değerlendirmektedir (Reitan, 1958, s. 271-272; Crowe, 1998, s. 586-587). B bölümünde ise sayılar ve harfler karışık bir biçimde sunulur ve katılımcıların 1-A-2-B-3-C şeklinde sıralı bir şekilde ilerlemeleri beklenir. Bu bölüm, özellikle bilişsel esneklik ve set değiştirme yeteneğinin ölçülmesinde kritik bir görev olarak literatürde yer almaktadır (Reitan, 1958, s. 273-274; Crowe, 1998, s. 588-589).

Bilişsel esneklik nörogörüntüleme çalışmaları

Zihinsel esneklik, bireylerin farklı süreçler, kurallar veya görevler arasında geçiş yapabilme yeteneğini ifade eder ve nörogörüntüleme araştırmaları bu

becerinin ilişkili olduğu bir dizi beyin bölgesini ortaya koymuştur (Miyake ve ark., 2000, s. 81-82; Salmon ve Collette, 2005, s. 190-191). Örneğin, set değiştirme süreçlerini inceleyen çalışmalarda, bu becerinin bilateral inferiorparietal korteks, motor ve premotor korteks ile frontoparietal ağların aktivasyonu ile ilişkili olduğu belirlenmiştir. Başka bir çalışmada ise, İz Sürme Testi'nin B bölümü ile dorsolateral prefrontal korteks ve medialprefrontal korteks arasındaki bağlantı vurgulanmıştır (Zakzanis ve ark., 2005, s. 1880-1881). Moll ve ark. (2002), İz Sürme Testi'nin görsel-uzamsal bileşenlerini azaltarak görevi sözel bir formata dönüştürmüş ve bu versiyonla yapılan çalışmalarda, sözel set değiştirme sırasında sol dorsolateral prefrontal korteks ve sol premotor bölgelerde artmış aktivite gözlemlenmiştir. Görsel-uzamsal yeteneğin sınırlı tutulduğu bir çalışmada ise posterior parietal korteksin aktif olduğu rapor edilmiştir.

Zihinsel esnekliğin incelendiği bir meta-analizde, fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI) ve pozitron emisyon tomografisi (PET) teknikleri kullanılarak, bu görevin ilişkili olduğu beyin bölgeleri araştırılmıştır (Wager ve ark., 2004, s. 1683-1684). Bulgular, bilişsel esneklikle bağlantılı beyin bölgeleri arasında medialprefrontal korteks, sağ premotor korteks, bilateral posterior intraparietalsulkus, bilateral anterior intraparietalsulkus ve sol oksipital bölgeyi göstermektedir. Sonuç olarak, nörogörüntüleme verileri zihinsel esnekliğin birçok beyin bölgesinin aktivasyonu ile ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır.

Bilişsel esnekliğin gelişimi

Bilişsel esnekliği ölçmek amacıyla set veya kural değiştirme görevleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu görevlerde, uyarıcılar ve verilen tepkiler sabit tutulur; ancak uyarıcı-tepki eşleşmeleri gerektiğinde tersine çevrilebilir (Diamond ve ark., 2016, s. 702-703; Kloo ve Perner, 2005, s. 50-51). Örneğin, bir çalışmada katılımcılardan “daire” sembolü gördüklerinde sola, “üçgen” sembolü gördüklerinde ise sağa basmaları istenmiştir. Görevin ikinci aşamasında ise eşleşmeler değiştirilerek “daire” görüldüğünde sağa, “üçgen” görüldüğünde sola basmaları talep edilmiştir. Bu tür görevlerin uygulandığı araştırmalarda, 30 aylık çocukların bu süreçlerde başarılı oldukları gözlemlenmiştir (Diamond ve ark., 2016, s. 705-706; Perner ve Lang, 2002, s. 758-759). Söz konusu görevdeki performans, diğer zihinsel esneklik yetenekleri ile kıyaslandığında, daha karmaşık esneklik becerilerinin (ör. dikkat yönlendirme ve strateji değiştirme) daha ileri

yaşlarda geliştiği belirlenmiştir (Diamond ve ark., 2016, s. 708-709; Kloo ve Perner, 2005, s. 52-53).

Set değiştirme dışında, görev değiştirme becerilerinde de benzer bir gelişimsel süreç gözlemlenmektedir. Bu yetenekler zamanla artarken, yaşın ilerlemesiyle birlikte performansın gerilediği saptanmıştır (Cepeda ve ark., 2001, s. 720-721; Kray, 2006, s. 87-88). Bu tür görevlerle yapılan çalışmalarda, yaşlı bireylerin tepki sürelerinin önemli ölçüde uzadığı ve hata oranlarının arttığı gözlemlenmiştir (Kray ve Lindenberger, 2000, s. 135-136; Mayr ve Liebscher, 2001, s. 58-59; Meiran ve Gotler, 2001, s. 171-172). Çocuklar ve yetişkinler arasında reaksiyon süreleri ve hata payı karşılaştırıldığında, performansta belirgin farklılıklar olduğu tespit edilmiştir (Cepeda ve ark., 2001, s. 723-724). Ayrıca, yaşa bağlı strateji değişiklikleri incelendiğinde, çocuklar ve yaşlı bireylerin yürütücü işlevlerini çevresel gereksinimlere hızlı biçimde uyarladıkları; yetişkinlerin ise bu işlevleri daha planlı ve proaktif bir şekilde devreye soktukları gözlemlenmiştir (Czernochowski, 2015, s. 7; Karayanidis ve ark., 2011, s. 562; Munakata ve ark., 2012, s. 72-73).

2.10. İşleyen bellek

İşleyen bellek, bilinçli olarak fark ettiğimiz bilgileri kısa süreli depolayan ve bu bilgileri aktif bir biçimde işleyen bilişsel bir mekanizma olarak tanımlanabilir (Cowan, 2012). Bu kapasite, birkaç saniye boyunca farkında olduğumuz verileri tutmamıza olanak sağlar ve zihinsel görevlerin yürütülmesinde kritik bir rol oynar (Shah ve Miyake, 1999). Bilginin her defasında uzun süreli belleğe başvurarak işlenmesi zaman alıcı ve zahmetli bir süreç olabilir. Örneğin, bazı problemlerin çözümünde karmaşık zihinsel hesaplamalar veya dönüşümler yapılması gerekebilir. Ancak yeterli işleyen bellek kapasitesine sahip bireyler, bu adımları uzun süreli belleğe kaydetmeden çözüm sürecini tamamlayabilir ve böylece bilgi işleme süreci daha hızlı ve verimli hâle gelir (Schneider ve Newman, 2015). İşleyen belleğe ilişkin farklı tanımlar yapılmış ve bu tanımlar temel alınarak çeşitli teorik modeller geliştirilmiştir.

2.10.1. İşleyen bellek teori ve modelleri

Atkinson-Shiffrin modeli

Atkinson ve Shiffrin'in bellek modeli, duyuşal kayıt, kısa süreli depo ve uzun süreli depo olmak üzere üç temel bileşenden oluşmaktadır. Modele göre, çevreden gelen uyarılar ilk olarak duyuşal kayda iletilir. Duyuşal kayıtta bilgiler yalnızca çok kısa bir süre korunur ve ardından kaybolur. Kısa süreli depo, işleyen bellek olarak da adlandırılmakta olup, duyuşal kayıttan veya uzun süreli bellekten gelen verilerin tutulduğu bölümdür. Kısa süreli depoda bilgiler hızlı bir şekilde kaybolabilir, ancak bu süre duyuşal kayıttakine göre daha uzundur. Eğer bilgi üzerinde herhangi bir işlem yapılmazsa, yaklaşık otuz saniye boyunca tutulur. Bilginin tekrar edilmesiyle bu süre uzatılabilir ve yapılan tekrarlar, bilginin uzun süreli belleğe aktarılmasını mümkün kılar. Bu aktarım sürecinin, bilginin tamamen bir depodan diğerine taşınması anlamına gelmediği; yalnızca bilginin mevcut depolama alanından çıkmadan başka bir alana kopyalanması gerektiği belirtilmektedir (Atkinson ve Shiffrin, 1968).

Atkinson ve Shiffrin'in modelinin açıklamada yetersiz kaldığı bazı noktalar, daha sonraki araştırmalarla ortaya konmuştur (Peterson ve Peterson, 1959; Shallice ve Warrington, 1970; Warrington ve Shallice, 1969). Örneğin Peterson ve Peterson (1959) tarafından yapılan bir çalışmada, 24 psikoloji öğrencisine anlamlı olmayan üç harften oluşan diziler verilmiş ve hatırlama oranlarını engellemek amacıyla farklı sürelerde (3, 6, 9, 12, 15, 18 saniye) geriye sayma görevi verilmiştir. Sonuçlar, görev süresinin uzamasıyla birlikte katılımcıların hatırlama oranlarının azaldığını göstermiştir. Ancak Atkinson ve Shiffrin'in modelindeki, bilginin işlenmesinden ve kaydedilmesinden yalnızca kısa süreli belleğin sorumlu olduğu varsayımı, yinelemenin engellenmesine rağmen hatırlamanın hâlâ mümkün olması durumunu açıklamakta yetersiz kalmaktadır.

Baddeley ve Hitch (1994), kısa süreli belleğin tek bir sistemden değil, birden çok alt sistemden oluştuğunu gösteren kanıtlar sunmuşlardır. Bu teoriyi destekleyen bir diğer bulgu, Shallice ve Warrington'ın nöropsikolojik araştırmalarına dayanmaktadır. Warrington ve Shallice (1969), 17 yaşında bisiklet kazası sonucu sol parietal lobunda hasar meydana gelen bir katılımcıyı

incelemişlerdir. Katılımcının sözel bellek kapasitesi yalnızca tek bir kelimeyle sınırlı olmasına rağmen, sözel öğrenme ve uzun süreli bellek işlevlerinin etkilenmediği görülmüştür. Bu bulgu, Atkinson ve Shiffrin'in modelindeki sıralı işleme varsayımıyla çelişmektedir; çünkü model, bilginin uzun süreli belleğe geçmeden önce mutlaka kısa süreli belleğe uğraması gerektiğini savunmaktadır. Shallice ve Warrington (1970), sıralı bellek modellerinin her durumda geçerli olmayabileceğini vurgulamışlardır. Ayrıca Warrington, Logue ve Pratt (1971), kısa süreli belleğin işleyen bellek olarak işlev gördüğü varsayımına göre katılımcıların öğrenme ve bellek sorunları yaşamaları gerektiğini öngörmüş, ancak bu durum gözlemlenmemiştir (Meng ve ark., 2017).

Baddeley'in çok bileşenli işleyen bellek modeli

Baddeley ve Hitch (1994), literatürdeki sözel bilgilerle yapılan deneysel araştırmalar arasındaki çelişkileri ortaya koymuş ve işleyen belleği çok bileşenli bir yapı olarak yeniden tanımlamıştır. Çok bileşenli işleyen bellek modeli, bilgiyi yalnızca geçici olarak depolamakla kalmayıp, aynı zamanda bireylerin mantık yürütme, öğrenme ve anlama gibi karmaşık bilişsel süreçleri gerçekleştirmelerine olanak sağlayan manipülatif bir mekanizma olarak tanımlanmaktadır (Baddeley, 2020, s. 41). Bu tanımda da görüldüğü üzere, işleyen bellek, bilgileri eş zamanlı olarak hem depolayabilmeli hem de işleyebilmelidir (Baddeley, 1994).

Baddeley ve Hitch'in geliştirdiği modelin ilk sürümü üç temel bileşenden oluşmaktadır. Bunlar; akustik veya konuşma temelli dizileri hatırlamak için kullanılan fonolojik döngü (phonological loop), görsel ve uzamsal bilgilerin tutulmasında görev alan görsel-uzamsal eskiz defteri (visuo-spatial sketchpad) ve bu alt sistemleri yöneten merkezi yönetici (central executive) olarak sıralanabilir (Baddeley, 2020). Fonolojik döngü ve görsel-uzamsal eskiz defteri, geçici depolama işlevi üstlenen sistemler olarak "köle sistemler" adıyla anılmaktadır (Henry, 2011).

Fonolojik döngü

Baddeley (2020), fonolojik döngüyü temel anlamıyla sözel kısa süreli bellek (KSB) modeli olarak tanımlamaktadır. Fonolojik döngü, sınırlı miktarda sözel bilgiyi kısa süreli olarak tutabilen bir hafıza alt sistemi olarak işlev görür. Bu sistem iki ana bileşenden oluşmaktadır: fonolojik depolama ve sesli tekrar.

Baddeley (1986), bu süreci görselleştirerek daha anlaşılır hâle getirmiştir. Benzer şekilde, Gathercole (2008) ve Logie (2014) de modelin yapısını Şekil 2.10.1.2.1’de ayrıntılı olarak betimlemiştir:



Şekil 2.4'te gösterildiği üzere, dışarıdan gelen sözel uyaran öncelikle fonolojik kısa süreli depoya iletilir. Bu depoda saklanan bilgiler, zamanla hızla bozulma eğilimindedir. Sesli tekrar süreci, bu bilgilerin sürekli olarak fonolojik depoya geri aktarılmasını sağlayarak, bellekteki ömrünü uzatır. Böylece fonolojik döngü, bilgilerin daha uzun süre korunmasına imkân tanır. Ancak sesli tekrar gerçekleştirilmezse, bilgiler hızla kaybolur ve unutulur (Gathercole, 2008).

Görsel-uzamsal eskiz defteri, görsel ve mekânsal bilgilerin kısa süreli depolanması ve işlenmesinden sorumlu bir hafıza mekanizmasıdır. Baddeley (2002), bu yapıyı, bilgilerin mekân içinde düzenlenmesini ve görsel-uzamsal problemlerin çözülmesini destekleyen bir sistem olarak tanımlamıştır. Fonolojik

döngüde olduğu gibi, görsel-uzamsal eskiz defteri de belirli görevler için kısa süreli bellek modeli işlevi görür.

Bu sistemde saklanan bilgiler de hızlı bir şekilde bozulma eğilimindedir; dolayısıyla bilgilerin hatırlanabilmesi ve korunabilmesi için bir tür tekrar sürecine ihtiyaç vardır (Henry, 2011). Ancak, görsel-uzamsal eskiz defterindeki tekrar mekanizması üzerine açıklamalar büyük ölçüde Logie'nin (1989, 2014) araştırmalarında ele alınmıştır. Logie (1989), bu sistemin fonolojik döngüye benzer şekilde, pasif bir görsel depolama alanı ve aktif bir tekrar süreci içerdiğini belirtmiştir. 1995'teki çalışmalarında ise bu iki bileşeni sırasıyla görsel depo (visualcache) ve iç yazıcı (innerscribe) olarak adlandırmıştır (akt. Logie, 2014). Görsel depo, özellikle şekil ve renk gibi görsel bilgileri saklamakta ve görsel algı sistemine yakın bir işlevsellik göstermektedir. İç yazıcı ise, hareketle ilgili bilgilerin depolanmasından ve bu bilgilerin planlanması ile uygulanmasından sorumludur (Logie ve Pearson, 1997).

Merkezi yönetici

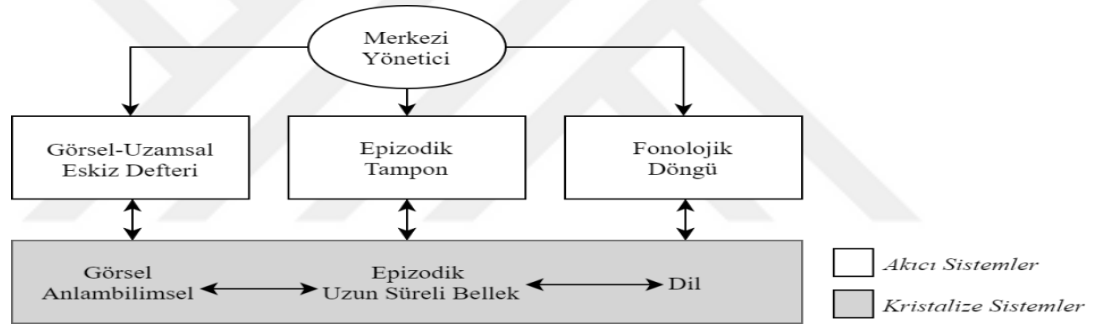
Baddeley'e göre (2000, 2002, 2006), merkezi yönetici, işleyen bellek sisteminin en kritik ancak doğrudan gözlemlenemeyen bileşenidir. Karmaşık yapısı nedeniyle incelenmesi güçtür (Baddeley, 2006, 2013). Merkezi yönetici, fonolojik döngü ve görsel-uzamsal eskiz defteri gibi köle sistemleri yöneten ve bu sistemlerle uzun süreli bellek arasındaki etkileşimi düzenleyen, sınırlı depolama kapasiteli bir dikkat bileşeni olarak tanımlanmaktadır (Baddeley, 2002, 2013; Henry, 2011).

Dikkatin sınırlı bir kaynak olduğu göz önünde bulundurulduğunda, ortamsal faktörler ve motivasyonel unsurlar da dikkate alındığında, hangi eylem ve uyaranlar üzerinde dikkatin nasıl yönlendirileceğini belirleyen bir mekanizmaya ihtiyaç vardır. Bu rol, merkezi yönetici tarafından yerine getirilir (Buchsbaum ve D'Esposito, 2013). Merkezi yönetici, dikkatini ilgili uyaranlara odaklarken, ilgisiz uyaranları bastırır ve uyaranlar ile dikkat arasındaki etkileşimi düzenler (Kanki, 2018). Ayrıca, ikili görevler ve çoklu görev durumlarında, kaynakların farklı görevler arasında etkin bir biçimde paylaşılmasını sağlar. Köle sistemlerin bağımsız olarak kullanıldığı durumlarda performansın düşmesi,

merkezi yöneticinin sınırlı kapasitesine bağlanabilir (Buchsbaum ve D'Esposito, 2013).

Epizodik tampon (Episodicbuffer)

Baddeley'in geliştirdiği işleyen bellek modelinin ilk sürümünde epizodik tampon yer almamaktadır. Başlangıçtaki modele göre merkezi yönetici, farklı zihinsel süreçleri yürütme ve planlama işlevlerini üstlenmektedir (Farmer ve Matlin, 2019). Ancak merkezi yöneticinin, farklı bilgi türlerini uyumlu bir biçimde işleyebilmesi için bu bilgileri ortak bir depoya alması ve işlemeye ihtiyaç duyması söz konusudur. İlk modelde ise merkezi yönetici herhangi bir bilgi depolama işlevine sahip değildir (Farmer ve Matlin, 2019). Bu eksikliği gidermek amacıyla, Baddeley 2000 yılında modele epizodik tampon bileşenini eklemiştir (bkz. Baddeley, 2000). Bu ekleme ile model, Şekil 2.5'te gösterildiği biçimde yeniden yapılandırılmıştır:



Şekil 2.5. Baddeley çok bileşenli işleyen bellek kuramı

(Baddeley, 2012, s. 11)

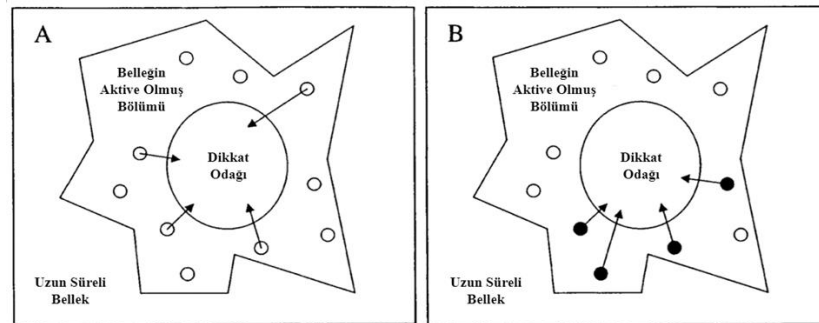
Epizodik Epizodik tampon, merkezi yönetici tarafından denetlenen ve farklı kaynaklardan aktarılan bilgilerin işlendiği, dönüştürüldüğü ve sınırlı kapasiteye sahip geçici bir depolama alanıdır (Baddeley, 2000, 2012; Farmer ve Matlin, 2019). Bu bileşen, fonolojik döngü, görsel-uzamsal eskiz defteri ve uzun süreli bellek arasındaki ilişkiyi sağladığı için “epizodik” olarak adlandırılmaktadır. Epizodik tampon, işleyen bellek ile uzun süreli bellek arasındaki etkileşimi mümkün kılarak, bu iki sistemin birlikte nasıl çalıştığını açıklığa kavuşturur. Ayrıca, köle sistemlerden ve uzun süreli bellekten aktarılan bilgilerin entegre edilerek işlenme süreçleri de epizodik tampon aracılığıyla açıklanabilmektedir.

Cowan'ın gömülü işleme modeli

Cowan'ın işleyen bellek modeli, dikkat odaklı bir yaklaşım sergilediği için literatürde geniş çapta tartışılmıştır. Modeli doğru biçimde kavrayabilmek için, öncelikle temelinde yer alan işleyen bellek tanımına odaklanmak gerekmektedir. Cowan'a (1999) göre işleyen bellek, “bilişsel açıdan önemli görevleri yerine getirebilmek amacıyla bilgiyi alışılmadık bir şekilde erişilebilir durumda tutan zihinsel süreçler”dir (s. 62). Burada geçen “alışılmadık şekilde erişilebilir tutan zihinsel süreçler” ifadesi, bellekteki aktif uyarılma durumunu ve dikkat odağını işaret etmektedir. Cowan'ın kuramında işleyen bellek, uzun süreli belleğin uyarılmasına dayanır ve bu süreç dikkatle yönetilir. Bununla birlikte, hafızadaki bu uyarılma durumu geçici olup, bilgi dikkatle işlenmediğinde veya tekrarlanmadığında hızla bozulmaktadır (Baddeley, 2020).

Cowan (1999), gömülü işleme modelinde işleme sürecini iki temel bileşene ayırmıştır. Birincisi, hafızada faal halde bulunan bilgilerin oluşturduğu alt kümedir. İkincisi ise, uzun süreli bellekten dikkat odağına çekilmiş, işlenmiş, birleştirilmiş ve daha anlamlı hâle getirilmiş daha küçük bir bilgi kümesidir. Bu iki alt küme, bellekteki bilgilerin erişimi ve işlenişi açısından farklı düzeylerde organize edilmiş öğeleri temsil eder. Bu yapı, dikkat süreçlerinin işleyişi ve bilgilerin işlenme biçimi hakkında önemli bilgiler sunmaktadır.

Cowan'ın modelinin temel yaklaşımı, işleyen belleğin sınırlı kapasiteye sahip bir sistem olarak dikkatle yönetildiği varsayımdır. Model, dikkatin bilgiyi işleme ve bellekten erişme süreçlerinde kritik bir rol oynadığını vurgular. Bu nedenle, işleyen belleğin etkin biçimde çalışabilmesi için dikkat süreçlerinin düzenlenmesi gerekmektedir.



Şekil 2.6. Gömülü İşleme Modeli
(Cowan, 2001, s. 95)

Şekil 2.6’da görüldüğü üzere, uzun süreli belleğin uyarılmış durumdaki bilgileri, kısıtlı kapasiteye sahip dikkat odağındaki alt kümeye aktarılmaktadır. Şekilde B’deki dolu daireler, bilinçli olarak dikkat odağına alınan nesneleri temsil etmektedir. Önemli bir nokta, aktif bellek sisteminin belirli bir kapasite sınırına sahip olmayabileceği ihtimalidir. Bu durumu göstermek için, ortamdan gelen ayrı uyarıcıların dikkat odağındaki nesnelere müdahale ederek bu öğelerde bozulmalara yol açabileceği ifade edilmektedir (Cowan, 2001).

Hafıza testlerinde, uyaran ile yanıt arasındaki sürenin uzamasıyla doğru yanıt oranının azalması, bu varsayımı desteklemektedir. Zaman ilerledikçe bellekteki içerikler, ortamsal uyaranlardan etkilenmeye başlar. Dikkat odağının sınırlı kapasitesi nedeniyle, yeni gelen bilgiler, önceden aktif hâle getirilmiş bilgilerin hatırlanmasını zorlaştırmakta ve bu durum bellekteki öğelerin bozulmasına yol açmaktadır. Başka bir deyişle, dikkat odağı sınırlı olduğundan çevreden gelen fazla bilgi, önceki hatıraların bozulmasına neden olarak belleğin etkinliğini azaltmaktadır.

2.10.2. Fiziksel aktivite ve bilişsel süreçlere etkisi

Biliş, insanın dünyayı ve kendi varlığını anlamaya yönelik yürüttüğü zihinsel süreçlerin tümünü ifade eder. Bu süreçler, bilgi edinme, tanıma, anlama, kavrayış, düşünme ve akıl yürütme gibi çeşitli bilişsel faaliyetleri kapsar. Bilgi edinme ve zihinsel yeteneklerdeki gelişmeler ise zihinsel gelişim olarak tanımlanmaktadır (Yöndem, 2007).

Biliş, bireylerin duyuşsal verileri nasıl işlediğiyle ilgilenirken, dikkat, hafıza ve akıl yürütme gibi günlük yaşamda kritik işlevleri de içerir. Bu beceriler doğumla birlikte gelişmeye başlar ve genellikle yaşlılık döneminde azalma gösterir. Zihinsel gelişim genel olarak yavaş ilerlese de, günlük yaşam aktiviteleri bireyin bilişsel performansını etkileyebilir (Fitzsimmons ve ark., 2014). Zihinsel beceriler, öğrenmenin temel unsuru olarak hayat boyu başarı için kritik öneme sahiptir (Diamond, 2013).

Egzersizlerin zihinsel süreçler üzerindeki etkileri farklı mekanizmalarla açıklanmaktadır. Bir görüşe göre, egzersiz bireyin uyarılma düzeyini artırarak dikkat kapasitesini iyileştirmektedir (Tomprowski, 2003). Başka bir yaklaşım, egzersizin dopamin, serotonin gibi nörotransmitterlerin salınımını tetikleyerek

zihinsel süreçlerin daha etkin çalışmasına katkıda bulunduğunu belirtmektedir (Dishman ve ark., 2006). Ayrıca planlı ve düzenli kardiyovasküler egzersizlerin aerobik kapasiteyi artırarak bellek ve öğrenme performansını iyileştirdiği, beyinde anjiyogenez ve nörojenesis gibi süreçleri desteklediği öne sürülmektedir (Etnier ve ark., 1997). Literatür, günlük egzersiz alışkanlıklarının zihinsel becerilerle olumlu ilişkili olduğunu göstermektedir (Fitzsimmons ve ark., 2014).

Egzersizlerin bilişsel işlevler üzerindeki etkileri yaş grubuna göre farklılık göstermektedir. Öncelikle yaşlı ve sağlıklı bireylerde, ardından hafif bilişsel gerileme yaşayan kişilerde ve en sonunda belirgin bilişsel kayıpları bulunan kişilerde yarar sağlandığı görülmektedir (Prohaska ve Peters, 2007). Ergenlik döneminde sağlıklı yaşam alışkanlıkları edinmek, bilişsel seviyelerin olumlu yönde gelişmesine katkı sağlamaktadır. Yüksek bilişsel kapasite, özsaygı ve benlik kavramı gibi psikososyal faktörlerle de ilişkilidir ve bireyin yaşam kalitesini etkiler (Ruiz ve ark., 2010).

Hareketsiz yaşam biçimleri, zihinsel süreçler ve beyin sağlığı üzerinde olumsuz etkilere sahiptir (Voss ve ark., 2014), buna ek olarak internet bağımlılığı ve düşük akademik başarı ile ilişkili bulunmuştur (Dang ve ark., 2018). Bu bağlamda, egzersiz ergenler arasında internet bağımlılığını azaltmaya ve bilişsel gelişimi desteklemeye katkı sağlayabilir.

Erken yaşta edinilen egzersiz alışkanlıkları, yaşam boyu sağlık ve bilişsel kapasite açısından önemli katkılar sunmaktadır. Araştırmalar, 8-11 yaş grubundaki normal kilolu çocukların, fazla kilolu veya obez çocuklara kıyasla matematik, okuma ve dikkat performanslarında daha yüksek düzeyde olduğunu göstermektedir (Hjorth ve ark., 2016). Ayrıca, 6-12 yaş arasındaki çocuklarda daha uzun süreli egzersiz programlarının bilişsel işlevler üzerinde daha belirgin etkiler yarattığı bildirilmektedir (Greeff ve ark., 2018). 3-6 yaş aralığındaki çocuklarda egzersizin okul başarısına olumlu etkileri de desteklenmiştir (Best ve Miller, 2010).

Shephard (1996), eğitim saatlerindeki artan egzersizlerin çocuklarda boş zamanı azalttığını, bunun da dikkat ve konsantrasyonu artırdığını ileri sürmüştür. Egzersiz, özgüveni ve sınıf içi performansı desteklemekte; dikkat gerektiren görevlerde çocukların başarısını artırmaktadır. Bu görevler, planlama,

organizasyon, sonuç odaklılık ve el-göz koordinasyonu gibi yüksek düzey bilişsel yetenekleri gerektiren aktiviteleri kapsamaktadır (Donnelly ve Lambourne, 2011).

Fiziksel aktivitenin bilişsel süreçler üzerindeki etkileri geniş yaş gruplarında da gözlemlenmektedir. Almanya’da 18-79 yaş arası bireylerle yapılan bir araştırma, egzersizin yaşa bakılmaksızın bilişsel performans ve bellek üzerinde olumlu etkiler yarattığını göstermiştir (Gaertner ve ark., 2018). Bununla birlikte, egzersizin süresi ve yoğunluğu da bilişsel etkiler açısından önemlidir. Örneğin, uzun süreli ve yoğun koşu aktiviteleri kısa süreli bellek ve psikomotor yeteneklerde düşüşe yol açabilir (Cian ve ark., 2001). Öte yandan, 7-10 yaş grubundaki çocuklarda yarım saatlik aerobik aktiviteler bilişsel testlerde olumlu sonuçlar vermiştir (Ellemborg ve ark., 2010).

Egzersizin bilişsel işlevler üzerindeki yararları özel gereksinimli bireylerde de gözlemlenmiştir. Down sendromlu çocuklar üzerinde yapılan bir çalışmada, egzersiz bellek gelişimini desteklemiştir (Ptomey ve ark., 2018). Benzer şekilde, zeka geriliği olan çocukların düzenli fiziksel aktivite ile motor ve sağlık düzeylerinde iyileşme sağladıkları belirtilmiştir (Collins ve Staples, 2017).

Mevcut literatür, fiziksel etkinliklerin bilişsel süreçler üzerindeki etkilerinin tek bir çerçevede değerlendirilemeyeceğini ve kişisel özelliklere göre farklılık gösterebileceğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle, çocukların erken yaşlardan itibaren ilgi alanlarına ve bireysel ihtiyaçlarına uygun fiziksel etkinliklerle tanıştırılması gereklidir. Bazı bireyler dayanıklılık ve bireysel katılım gerektiren etkinliklerden, bazıları ise sosyal etkileşimi yoğun ve temel motor becerileri geliştiren grup sporlarından daha yüksek düzeyde yarar sağlayabilir. Ayrıca, fiziksel ve bilişsel bileşenleri eşzamanlı içeren etkinlikler de bireysel farklılıklara göre daha etkili olabilir. Tüm bu durumlara rağmen, ortak payda, fiziksel etkinliğin yaşam boyu süreklilik göstermesi gerektiğidir. Düzenli fiziksel etkinlikler, bazı bireylerde sınırlı katkı sağlarken, bazı bireylerde bilişsel işlevler üzerinde daha güçlü ve belirgin etkiler yaratmaktadır. Günümüzde hangi tür fiziksel etkinliğin bilişsel gelişim açısından daha etkili olduğu hâlen araştırılmakta olup, bireylerin kendileri için en uygun etkinliği deneyimleyerek belirlemeleri önerilmektedir. Bu nedenle, erken yaşta fiziksel etkinliklerin yaşamın doğal bir parçası hâline getirilmesi ve eğitim ortamlarının buna göre düzenlenmesi büyük önem taşımaktadır.

3. YÖNTEM

3.1. Katılımcılar

Araştırmada kullanılacak örneklem büyüklüğünü belirlemek amacıyla G*Power 3.1 programında a priori güç analizi yapılmıştır. Analizde, orta etki büyüklüğü ($f^2 = 0.50$), 0.05 alfa düzeyi, 0.95 istatistiksel güç parametreleri kullanılarak çalışmanın istatistiksel olarak yeterli güce ulaşabilmesi için minimum her gruptan 88 olmak üzere toplamda 176 katılımcının yeterli olduğu belirlenmiştir. Ancak çalışmada örneklemin temsil gücünü artırmak, veri kaybı riskini azaltmak ve istatistiksel analizlerde daha güçlü sonuçlar elde etmek amacıyla alt sınır araştırmaya %40 daha fazla katılımcı eklenmesi planlanmış bu kapsamda 246 katılımcı dahil edilmiştir. Araştırmanın katılımcı grubunu, Erzurum Teknik Üniversitesi ve Atatürk Üniversitesi öğrencileri arasından seçilen 18 yaş ve üzeri yetişkin bireyler oluşturmaktadır. Katılımcılar kartopu örnekleme yöntemi (snowball sampling) ile belirlenmiş olup araştırmaya katılan bireylerin yönlendirmeleri aracılığıyla örneklem genişletilmiştir. Bu yöntem, gönüllü katılımı artırmanın yanı sıra heterojen bir örneklem yapısına ulaşmayı sağlamıştır.

Araştırma kapsamında toplam 246 katılımcıdan veri toplanmış yapılan istatistiki değerlendirme sonrası 31 veri seti çıkarılmış ve analizler 215 katılımcı üzerinden yürütülmüştür. Katılımcıların fiziksel aktivite düzeyi Uluslararası Fiziksel Aktivite Anketi (IPAQ) [spor yapan (≥ 600 MET-dk/hafta) ve spor yapmayan (< 600 MET-dk/hafta)]temel alınarak sınıflandırılmıştır. Buna göre:

- Spor yapan grup (aktif): 99 katılımcı
- Spor yapmayan grup (inaktif): 116 katılımcı

Toplamda 215 katılımcı araştırmanın analizlerine dahil edilmiştir. Çalışmaya katılmak için herhangi bir görme bozukluğu, nörolojik hastalık veya psikiyatrik tanı almamış olmak ve düzenli ilaç kullanmıyor olmak temel kriterler olarak belirlenmiştir.

3.2. Veri Toplama Araçları

Uluslararası Fiziksel Aktivite Anketi (IPAQ): Bu çalışmada bireylerin fiziksel aktivite düzeylerini belirlemek için Uluslararası Fiziksel Aktivite Anketi (International Physical Activity Questionnaire, IPAQ) kısa formu kullanılacaktır.

Uluslararası geçerlilik ve güvenilirlik çalışmaları Craig ve ark. (2003) tarafından yapılan bu anket için, Türkiye’deki geçerlilik ve güvenilirlik çalışmaları Öztürk (2005) tarafından üniversite öğrencilerine yapılmıştır. Bu anket, oturma, yürüme, orta düzeyde şiddetli aktiviteler ve şiddetli aktivitelerde harcanan zaman hakkında bilgi sağlamaktadır. Bütün aktivitelerin değerlendirilmesinde her bir aktivitenin tek seferde en az 10 dk yapılıyor olması ölçüt alınmaktadır. Dakika, gün ve MET değeri (istirahat oksijen tüketiminin katları) çarpılarak “MET-dakika/hafta” olarak bir skor elde edilmektedir. Fiziksel aktivite düzeyleri, fiziksel olarak inaktif (<600 MET- dk/hafta), fiziksel aktivite düzeyi minimum aktif olan (600 – 3000 MET-dk/hafta) ve fiziksel aktivite çok aktif olan (sağlık açısından yararlı olan) (>3000MET-dk/hafta) şeklinde sınıflandırıldı (Craig ve ark., 2003; Vural ve ark., 2010).

Pittsburgh Uyku Kalitesi Ölçeği (PSQI): Katılımcıların uyku düzeni ve kalitesini değerlendirmek için Buysse ve ark. (1989) tarafından geliştirilen, Agargun ve ark. (1996) tarafından Türkçeye uyarlanan Pittsburgh Uyku Kalitesi Ölçeği (PUKİ) kullanılacaktır. PUKİ, 1 aylık bir zaman aralığı boyunca uyku kalitesini ve bozukluklarını değerlendiren, kişinin kendi değerlendirmesini yaptığı 19 maddesi bireyin öz bildirimine dayanan 5 sorunun ise eş veya oda arkadaşı tarafından yanıtlandığı toplam 24 sorudan oluşan bir ankettir. On dokuz ayrı madde yedi “bileşen” puanı oluşturur. Bu bileşenler; a) öznel uyku kalitesi, b) uyku gecikmesi, c) uyku süresi, d) alışılmış uyku verimliliği, e) uyku bozuklukları, f) uyku ilacı kullanımı ve g) gündüz işlev bozukluğudur. Bu yedi bileşene ilişkin puanların toplamı indeks puanı verir. Her bileşen 0-3 puanla değerlendirilir ve toplam puan 0-21 arasında değişir. PUKİ toplam puanının beş ve üzerinde olması kötü uyku kalitesini göstermektedir (Buysse ve ark., 1989).

Stroop Renk-Sözcük Testi: Stroop testi, bireylerin seçici dikkat, bilişsel kontrol, tepki inhibisyonu ve bilişsel esneklik gibi yürütücü işlev bileşenlerini değerlendirmek amacıyla yaygın olarak kullanılan bir nöropsikolojik ölçüm aracıdır. Stroop testinde nötr (Şekil 3.1.a), uyumlu (congruent) (Şekil 3.1.b) veya uyumsuz (incongruent) (Şekil 3.1.c) olmak üzere üç farklı uyaran sunulabilir. Nötr uyaranda ekranın üst kısımda renkli bir “XXX” ifadesi sunulur, alt kısımda ise renk isimleri verilerek katılımcıdan renk ile kelimeyi eşleştirmesi istenir. Uyumlu durumda kelime anlamı ve renk örtüşürken, uyumsuz durumda kelime

anlamı ile renk çelişmektedir. Uyumsuz koşulda anlam–renk çatışması olduğundan, bireyin otomatik okuma eğilimini baskılayıp doğru renge odaklanması gerekmektedir. Bu durum, bilişsel kontrol sisteminin yükünü artırır ve yanıt süresinde gecikmeye neden olur. Bu gecikme Stroop etkisi olarak adlandırılır ve bireyin yürütücü işlev kapasitesi hakkında önemli bilgiler sağlar.



Şekil 3.1. Stroop Testi Uyarı Türleri

n-Back Testi: Çalışma belleği insan zihninin bilişsel işleyişi için temeldir ve genellikle n-Back testi ile ölçülür. n-Back görevi, bilişsel süreçleri araştırmak için yaygın olarak kullanılan bir paradigmadır. Her seferinde bir tane olmak üzere harf veya şekilden oluşan bir dizi öge gösterilir ve her sunumda katılımcılardan bir ögenin veya özelliklerinden birinin daha önce tekrarlanıp tekrarlanmadığını belirtmeleri istenir. Görevin farklı versiyonlarında farklı tekrar aralıkları vardır (Kirchner, 1958). Örneğin 1-back görev versiyonunda, katılımcıların mevcut her “hedef” nesneyi hemen önceki denemesiyle karşılaştırması istenir. Yanıtlar, önemli ölçüde aşinalık yargılarına dayanır ve görev genellikle dikkatli nesne takibi sağlamak için kullanılır (Oberauer, 2005). Katılımcıların her bir nesneyi daha önce gösterilen 2, 3, 4 vb. denemelerle karşılaştırdığı görevin 2-Back, 3-Back, 4-Back vb. versiyonları ile karmaşıklık artar. Böylece ögeler sürekli değişir (Watter ve ark., 2001). Bu nedenle, n-Back görevi işleyen belleği araştırmak için sıklıkla kullanılmaktadır (Courtney ve ark., 1998). n-Back görevinin isminin başında bulunan “n” kaç uyarı öncesinin hatırlanması gerektiğini belirtir (Miller ve ark., 2009). Yapılan araştırmada 2-back versiyonu kullanılmış olup sekiz farklı şekilden oluşan bir dizi uyarı seçkisiz (rastgele) sırada gösterilmiştir (Şekil 3.2). Uyarıların her biri ekranda 500 ms (0,5 sn) kadar gösterilip katılımcının cevap verebilmesi için 3000 ms (3 sn) zaman verilmiştir. 2 blok halinde 22 uyarı bulunan testin tamamında toplam 44 uyarı sunulmuştur. Katılımcının verdiği yanıtlar bilgisayar tarafından otomatik olarak oluşturulan excel dosyası vasıtasıyla

kayıt altına alınmıştır. Görev bilgisayar ortamında programlanmış olup her deneme için doğru yanıtlar, yanlış yanıtlar, kaçırmalar, yalancı alarmlar ve bu yanıtlara ait reaksiyon (tepki) süreleri otomatik olarak kayıt altına alınmaktadır. Kayıt edilen bu ham veriler daha sonra sinyal tespit kuramı (Signal Detection Theory) çerçevesinde işlenmiş; her katılımcı için d' (d-prime) değeri (duyarlılık göstergesi) ve ortalama tepki süresi (ms) hesaplanarak, çalışma belleği performansını temsil eden temel değişkenler olarak kullanılmıştır. d' hesaplamak için aşağıdaki formül kullanılmıştır:

$$d' = Z(H) - Z(FA)$$

H (Hit Rate / Doğru Alarm Oranı)

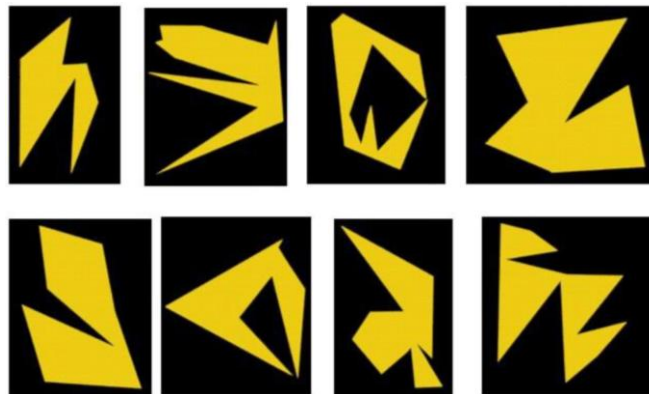
$$H = \frac{\text{Doğru Yanıt (Hit) Sayısı}}{\text{Toplam Hedef Uyarı Sayısı}}$$

FA (False Alarm Rate / Yanlış Alarm Oranı)

$$FA = \frac{\text{Yalancı Alarm Sayısı}}{\text{Toplam Hedef Olmayan Uyarı Sayısı}}$$

$Z()$ → Standart normal dağılımın z-dönüşümüdür (z-skoru).

n-Back görevinde sözel uyarılar (harf/rakam) yerine sekiz farklı soyut geometrik şekilden oluşan görsel uyarı seti kullanılmıştır (Şekil 3.2). Bu tercih, görevin fonolojik tekrar yerine görsel-uzamsal çalışma belleği süreçlerini ölçmesini sağlamak amacıyla yapılmıştır. Uyarılar anlamsal çağrışımı en aza indirecek şekilde tasarlanmış olup her denemede rastgele sırayla sunulmuştur.



Şekil 3.2. 2-back Görevi

3.3. Veri Toplama Süreci

Araştırma öncesinde katılımcılar araştırma hakkında bilgilendirilmiş ve yazılı onayları alınmıştır. İlk aşamada, demografik bilgiler, fiziksel aktivite düzeyi (IPAQ) ve uyku kalitesi (PSQI) ölçülmüştür. Daha sonra, katılımcılara 2-Back ve stroop testleri uygulanarak yürütücü işlevleri değerlendirilmiştir. Tüm testler, kontrollü bir laboratuvar ortamında veya sessiz bir sınıfta uygulanmıştır.

3.4. Veri Analizi

Verilerin analizi, araştırmada toplanan demografik bilgiler, fiziksel aktivite düzeyi (IPAQ), uyku kalitesi (PSQI) ve yürütücü işlev testlerinin (2-Back, Stroop) sonuçları arasındaki ilişkileri ortaya koymayı hedeflemektedir. İlk aşamada, tüm veriler tanımlayıcı istatistiklerle (ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerler) özetlenmiştir. Normallik varsayımının sağlanıp sağlanmadığı, Shapiro-Wilk testi, Basıklık-Çarpıklık değerleri, histogram ve Q-Q Plot verileri kontrol edilerek ve veriler normal dağılım gösterdiği için parametrik testlerin uygulanmasına karar verilmiştir.

Spor yapan ve yapmayan gruplar arasındaki çalışma belleği ve stroop performanslarının karşılaştırılmasında Bağımsız Örneklem T-Testi kullanılmıştır. Ayrıca uyku kalitesinin bilişsel performans değişkenleriyle ilişkisini ortaya koymak için Pearson korelasyon analizi yapılmıştır.

Verilerin analizinde anlamlılık düzeyi olarak $p < ,05$ belirlenmiş olup SPSS v27 ve Graphpad Prism yazılımları kullanılmıştır.

4. BULGULAR

Bu bölümde, spor yapanlar ve spor yapmayan bireyler arasındaki farklılıklar; uyku kalitesi, günlük kalori harcaması, Stroop görevi ve n-Back görevi kapsamında elde edilen ölçümler üzerinden incelenmiştir. Değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikler ile gruplar arasındaki karşılaştırmalar bağımsız örneklemeler için t testi kullanılarak analiz edilmiştir. Bulgular tablolar ve şekiller hâlinde sunulmuş; her bir ölçüm için ortalama, standart sapma, anlamlılık düzeyi ve etki büyüklüğü değerlerine yer verilmiştir.

Tablo 4.1. Spor Yapanlar ve Spor Yapmayanların PUKİ Puanlarının ve Günlük Kalori Harcama Düzeylerinin Bağımsız Örneklemeler T Testi Sonuçları

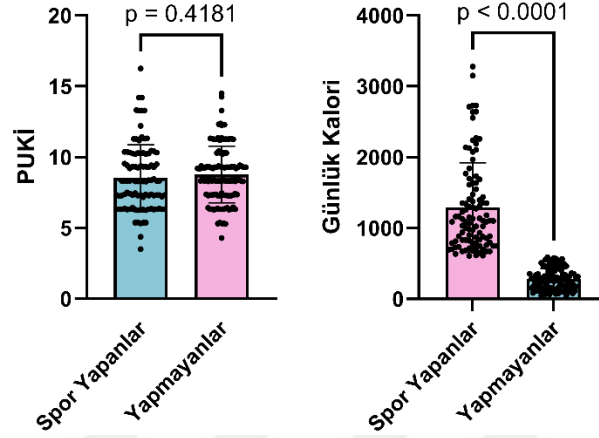
Grup	n	$\bar{x}$	ss	t	p	η^2
<i>PUKİ Puanı</i>						
Spor yapanlar	99	8,53	2,34	0,81	,418	,003
Spor yapmayanlar	116	8,77	2,00			
<i>Günlük Kalori Harcaması</i>						
Spor yapanlar	99	1291,28	630,70	16,73	< ,001**	,568
Spor yapmayanlar	116	281,44	146,41			

**p<,01

Spor yapanlar ($\bar{x}=8,53\pm2,34$) ile spor yapmayanların ($\bar{x}=8,77\pm2,00$) Pittsburgh Uyku Kalitesi İndeksi (PUKİ) toplam puanları karşılaştırıldığında, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür, $t(213)=,81$; $p=,418$. Elde edilen etki büyüklüğü değeri ($\eta^2=,003$), fiziksel aktiviteye katılım durumunun uyku kalitesi üzerindeki etkisinin çok küçük düzeyde olduğunu göstermektedir. Bu bulgu, istatistiksel anlamlılığın ötesinde, pratik ve klinik açıdan da gruplar arasındaki farkın sınırlı olduğunu ortaya koymaktadır. Başka bir ifadeyle, bu örnekte spor yapıyor olmanın tek başına uyku kalitesini belirgin biçimde iyileştiren ya da kötüleştiren bir faktör olmadığı söylenebilir.

Spor yapan bireylerin günlük toplam kalori harcamalarının ($\bar{x}=1291,28\pm630,70$) spor yapmayan bireylere kıyasla ($\bar{x}=281,44\pm146,41$) anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu belirlenmiştir, $t(213)=16,73$; $p<,0001$. Elde edilen etki büyüklüğü değeri ($\eta^2=,568$), spora katılım durumunun günlük kalori harcaması üzerinde çok büyük bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Bu

sonuç, günlük enerji harcamasındaki toplam varyansın yaklaşık %57'sinin bireylerin spor yapma durumuyla açıklanabildiğini ortaya koymaktadır. Dolayısıyla fiziksel aktivite, bu örneklemede enerji dengesinin belirlenmesinde temel ve güçlü bir belirleyici olarak öne çıkmaktadır.



Şekil 4.1. Spora Katılım Durumuna Göre Pittsburgh Uyku Kalitesi İndeksi (PUKİ) Puanları ve Günlük Kalori Harcaması Ortalamaları

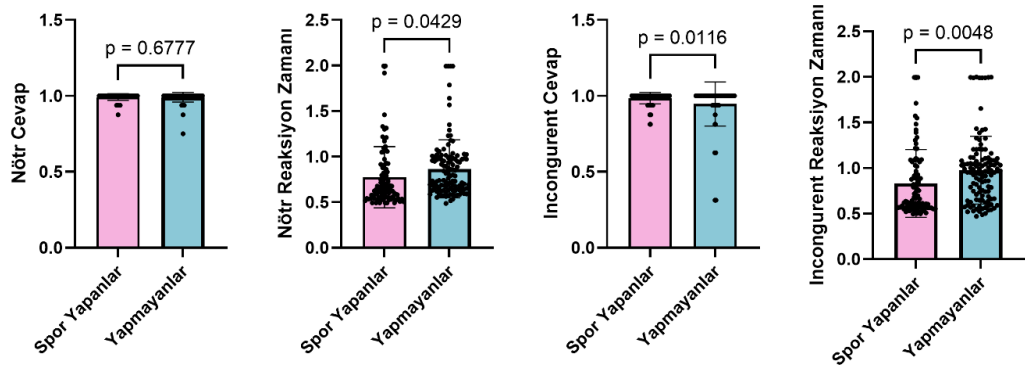
Şekilde spor yapanlar ve spor yapmayan grupların PUKİ puanları ile günlük kalori harcaması dağılımları görsel olarak sunulmaktadır. PUKİ puanları bakımından grupların ortalama değerleri birbirine yakın görünürken, günlük kalori harcaması açısından gruplar arasında belirgin bir fark olduğu izlenmektedir.

Tablo 4.2. Spor Yapanlar ve Spor Yapmayanların Stroop Görevi Performanslarının Bağımsız Örneklem T Testi Sonuçları

Grup	n	$\bar{x}$	ss	t	p	η^2
<i>Nötr Cevap</i>						
Spor yapanlar	99	0,992	0,022	0,42	,678	,001
Spor yapmayanlar	116	0,991	0,032			
<i>Nötr Reaksiyon Zamanı</i>						
Spor yapanlar	99	0,775	0,336	2,04	,043*	,019
Spor yapmayanlar	116	0,866	0,318			
<i>Incongruent Cevap</i>						
Spor yapanlar	99	0,985	0,038	2,55	,012*	,030
Spor yapmayanlar	116	0,947	0,145			
<i>Incongruent Zamanı</i>						
Spor yapanlar	99	0,832	0,372	2,85	,005**	,037
Spor yapmayanlar	116	0,977	0,372			

*p<,05; **p<,01

Tablo 4.2’de spor yapanlar ve spor yapmayan bireylerin Stroop görevi kapsamında ölçülen nötr ve incongruent koşullardaki cevap doğruluğu ve reaksiyon zamanı değerleri karşılaştırılmıştır. Nötr cevap doğruluğu açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p=,678$). Her iki grubun ortalama doğruluk değerleri birbirine yakındır ve etki büyüklüğü çok küçüktür ($\eta^2=,001$). Nötr reaksiyon zamanı değişkeninde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmıştır ($p=,043$). Spor yapanların ortalama reaksiyon süresi spor yapmayanlara kıyasla daha düşüktür. Bu farkın etki büyüklüğü küçük düzeydedir ($\eta^2=,019$). Incongruent cevap doğruluğu açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark belirlenmiştir ($p=,012$). Spor yapan grubun ortalama doğruluk değeri spor yapmayan gruba göre daha yüksektir. Etki büyüklüğü küçük düzeydedir ($\eta^2=,030$). Incongruent reaksiyon zamanı değişkeninde de gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p=,005$). Spor yapanların ortalama reaksiyon süreleri spor yapmayanlara göre daha düşüktür. Bu değişken için etki büyüklüğü küçük düzeydedir ($\eta^2=,037$).



Şekil 4.2. Spora Katılım Durumuna Göre Stroop Görevi Nötr ve Incongruent Koşullarda Cevap Doğruluğu ve Reaksiyon Zamanı Ortalamaları

Şekilde spor yapanlar ve spor yapmayan grupların nötr ve incongruent koşullardaki cevap doğruluğu ve reaksiyon zamanı dağılımları sunulmaktadır. Nötr cevap doğruluğunda gruplar arasında belirgin bir ayrışma görülmezken, reaksiyon zamanı ölçümlerinde ve incongruent cevap doğruluğunda gruplar arasında görsel olarak farklılıklar dikkati çekmektedir.

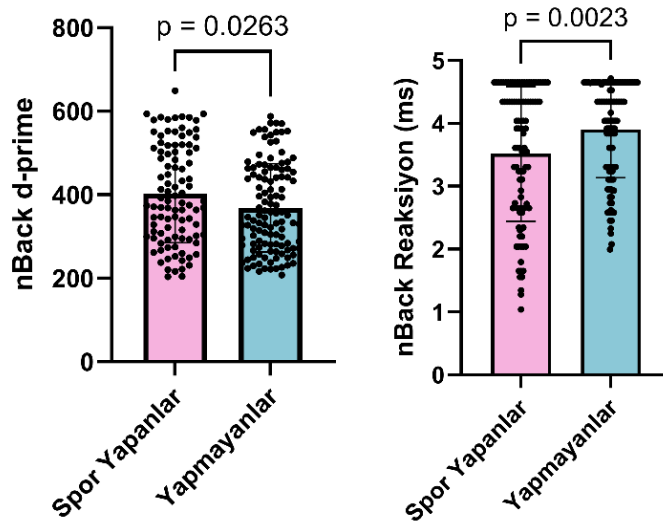
Tablo 4.3. Spor Yapanlar ve Spor Yapmayanların n-Back Görevi Performanslarının Bağımsız Örneklem T Testi Sonuçları

Grup	n	$\bar{x}$	ss	t	p	η^2
<i>n-Back d'</i>						
Spor yapanlar	99	402,77	117,80	2,24	,026*	,023
Spor yapmayanlar	116	368,63	105,84			
<i>n-Back Reaksiyon Zamanı (ms)</i>						
Spor yapanlar	99	3,52	1,07	3,09	,002**	,043
Spor yapmayanlar	116	3,90	0,77			

*p<,05; **p<,01

Tablo 4.3'te spor yapanlar ve spor yapmayan bireylerin n-Back görevi kapsamında ölçülen d' (duyarlılık) ve reaksiyon zamanı değerleri karşılaştırılmıştır. n-Back d' değişkeni açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($p = ,026$). Spor yapan grubun ortalama d' değeri spor yapmayan gruba göre daha yüksektir. Bu farkın etki büyüklüğü küçük düzeydedir ($\eta^2 = ,023$).

n-Back reaksiyon zamanı değişkeni açısından da gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmıştır ($p = ,002$). Spor yapan grubun ortalama reaksiyon zamanı spor yapmayan gruba kıyasla daha düşüktür. Bu fark için hesaplanan etki büyüklüğü küçük düzeydedir ($\eta^2 = ,043$).



Şekil 4.3. n-Back Görevinde Spora Katılım Durumuna Göre d' (Duyarlılık) ve Reaksiyon Zamanı Ortalamaları

Şekilde spor yapanlar ve spor yapmayan grupların n-Back görevine ait d' (duyarlılık) ve reaksiyon zamanı değerlerinin dağılımları sunulmaktadır. d'

değerleri açısından spor yapan grubun ortalama düzeyinin daha yüksek olduğu, reaksiyon zamanı açısından ise spor yapmayan grubun ortalama değerlerinin daha yüksek olduğu görsel olarak izlenmektedir.

Tablo 4.4. PUKİ ile Bilişsel ve Davranışsal Değişkenler Arasındaki Pearson Korelasyonları

Karşılaştırma	<i>r</i>	95% GA	<i>R</i> ²	<i>p</i>
Toplam Günlük Kalori	-,04	[-,18 ~ ,09]	,002	,524
Nötr Cevap	,02	[-,11 ~ ,15]	<,001	,756
Nötr Reaksiyon Zamanı	,03	[-,10 ~ ,16]	,001	,656
Incongruent Cevap	-,21	[-,34 ~ -,08]	,044	,002**
Incongruent Reaksiyon Zamanı	-,00	[-,14 ~ ,13]	<,001	,961
n-back <i>d'</i>	,07	[-,07 ~ ,20]	,005	,318
n-back Reaksiyon Zamanı (ms)	,03	[-,10 ~ ,17]	,001	,633

**p*<,05; n = 215

Bu çalışmada PUKİ puanları ile beslenme ve bilişsel performans ölçümleri arasındaki ilişkiler Pearson korelasyon analizi ile incelenmiştir. Analiz sonuçları, PUKİ puanları ile incongruent cevap performansı arasında istatistiksel olarak anlamlı ve negatif yönlü bir ilişki olduğunu göstermektedir ($r = -,21$, $p = ,002$). Bu bulgu, uyku kalitesi bozuldukça incongruent koşullardaki performansın azaldığını ve yürütücü işlevler ile inhibisyon süreçlerinin uyku kalitesinden olumsuz etkilenebileceğini düşündürmektedir. Bununla birlikte, bu ilişkinin etki büyüklüğü küçük düzeydedir ($R^2 = ,044$). PUKİ puanları ile toplam günlük kalori alımı, nötr cevap sayısı, nötr reaksiyon zamanı, incongruent reaksiyon zamanı, n-back *d'* değeri ve n-back reaksiyon zamanı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmamıştır ($p > ,05$).

5. TARTIŞMA

5.1. Uyku Kalitesi: Aktif ve İnaktif Öğrenciler

Araştırmadan elde edilen bulgular, fiziksel olarak aktif öğrenciler ile fiziksel olarak inaktif öğrenciler arasında uyku kalitesi puanları bakımından anlamlı bir fark olmadığını göstermiştir. Bu bulgu, daha aktif üniversite öğrencilerinin daha iyi öznel uyku kalitesine sahip olduğunu bildiren bazı önceki çalışmalarla çelişmektedir. Örneğin Arbinaga ve ark. (2019), fiziksel olarak yetersiz düzeyde aktif olan öğrencilerin, yeterince aktif akranlarına kıyasla kötü uyku kalitesi ($PUKİ > 5$) gösterme olasılığının iki katından fazla olduğunu raporlamıştır. Benzer biçimde, diğer bazı kesitsel araştırmalar da düşük fiziksel aktivite düzeyine sahip öğrenci gruplarında daha yüksek PUKİ toplam puanları (daha kötü uyku kalitesi) saptandığını bildirmiştir (Arbinaga ve ark., 2019). Düzenli egzersiz, uyku verimliliğini artırma ve uykuya dalma süresini azaltma gibi mekanizmalar yoluyla daha iyi uyku ile ilişkilendirilmektedir. Ayrıca meta-analitik kanıtlar egzersiz müdahalelerinin PUKİ puanlarında mütevazı fakat anlamlı iyileşmeler üretebildiğini doğrulamaktadır (Kredlow ve ark., 2015). Genel popülasyonda yürütülen 65 çalışmayı içeren bir meta-analizde, egzersiz eğitiminin PUKİ puanlarını ortalama yaklaşık 1,8 puan düşürdüğü ve objektif uyku verimliliğini yaklaşık %5 artırdığı bildirilmiştir. Özellikle aerobik ya da orta şiddette egzersizin yetişkinlerde uyku kalitesi açısından daha belirgin biçimde yararlı olduğu belirtilmektedir (Kredlow ve ark., 2015).

Bu kanıtlara rağmen, araştırma örnekleminde uyku kalitesi açısından beklenen grup farkı ortaya çıkmamıştır. Bunun olası açıklamalarından biri, alışılmış fiziksel aktivite ile öznel uyku arasındaki ilişkinin karmaşık olması ve üniversite öğrencilerinde yaygın olan yaşam tarzı etmenleri tarafından düzenlenmesidir. Yüksek akademik stres, düzensiz günlük programlar ve psikososyal davranışlar (örn., gece geç saatlere kadar ders çalışma ya da ekran maruziyeti) uyku kalitesini azaltabilir ve bu durum egzersizin potansiyel yararlarını görünmez kılabilir. Nitekim COVID-19 pandemisi sırasında öğrencilerle yapılan bir çalışmada da IPAQ'ya dayalı fiziksel aktivite düzeyleri arasında PUKİ puanları bakımından anlamlı bir farklılık bulunmadığı ve haftalık MET düzeyi ile uyku kalitesi arasında anlamlı bir ilişki olmadığı rapor edilmiştir (Koca Kosova ve Kosova, 2022). Araştırmacılar, öğrenci popülasyonunda uyku

hijyeniyle ilişkili farklı sorunların (örn., kötü rutinler, kaygı) fiziksel aktivitenin PUKİ toplam puanı üzerindeki doğrudan etkilerini maskeleyebileceğini öne sürmüştür. Araştırmadan elde edilen bulgular bu bakış açısıyla uyumludur. Fiziksel olarak aktif öğrenciler, inaktif öğrencilere kıyasla daha iyi uyku bildirmemiştir. Bunun, her iki grupta da yaygın uyku sorunlarının bulunmasıyla ilişkili olması mümkündür. Nitekim Koca Kosova ve Kosova (2022) da öğrencilerin %66,5'inin kötü uyku bildirdiğini ve fiziksel aktivite düzeyinin PUKİ ya da bileşen puanlarında anlamlı bir ayırt edici olmadığını raporlamıştır.

Bir diğer değerlendirme, fiziksel aktivitenin zamanlaması ve şiddetidir. Orta şiddette egzersiz genel olarak uykuyu destekleyici görülse de, çok yüksek şiddette egzersiz veya geç saatlerde yapılan antrenmanların akut fizyolojik uyarılmayı artırabildiği, buna bağlı olarak sempatik sinir sistemi aktivasyonu ve kortizol salınımında artışa yol açarak uykuya dalmayı zorlaştırabildiği bildirilmektedir (Driver ve Taylor, 2000; Kredlow ve ark., 2015; Stutz ve ark., 2019). Bu bağlamda, aktif gruptaki katılımcıların önemli bir bölümünün yüksek şiddette egzersiz yaptığı veya yatma zamanına yakın saatlerde antrenman gerçekleştirdiği varsayılırsa, fiziksel uygunluğun uyku üzerindeki uzun dönemli olumlu etkilerinin, kısa süreli nörofizyolojik uyarılma ile dengelenmiş olması mümkündür (Youngstedt ve ark., 2019). Nitekim bazı çalışmalar, aşırı ya da çok yüksek şiddette fiziksel aktivitenin uyku verimliliğini ve uyku başlangıcını olumsuz etkileyebileceğini, buna karşılık düzenli ve orta şiddette egzersiz rutinlerinin uyku kalitesi üzerinde daha tutarlı iyileştirici etkiler sunduğunu vurgulamaktadır (Driver ve Taylor, 2000; Kredlow ve ark., 2015; Stutz ve ark., 2019). Araştırma katılımcılarında egzersizin zamanlaması ve şiddetine ilişkin doğrudan veri bulunmadığından, bu açıklamalar varsayımsal düzeyde kalmaktadır. Bununla birlikte, bu durum fiziksel aktivitenin uyku üzerindeki etkilerinin tek yönlü ve doğrusal olmadığını, aksine bireysel özellikler, egzersiz örüntüleri ve bağlamsal faktörlerle şekillenen karmaşık bir ilişkiyi yansıttığını göstermesi bakımından önemlidir (Youngstedt ve ark., 2019).

Genel olarak, uyku kalitesinde grup farkının olmaması, öğrencilerin öznel uykusunu iyileştirmek için yalnızca fiziksel aktiviteyi artırmaya odaklanmanın yeterli olmayabileceğini düşündürmektedir. Stres yönetimi ve uyku hijyeni eğitimi gibi çok bileşenli müdahalelerin, bu popülasyonda görülen yüksek kötü

uyku prevalansını azaltmada gerekli olabileceği söylenebilir. Araştırma sonuçları, fiziksel aktivitenin sağlık açısından yararları bulunmakla birlikte, genç yetişkinlerde uykunun fiziksel aktiviteden görece sınırlı etkilenebileceğini veya diğer yaşam tarzı etmenleri tarafından gölgelenebileceğini gösteren bazı öğrenci temelli çalışmalarla tutarlıdır (Arbinaga ve ark., 2019; Koca Kosova ve Kosova, 2022). Bu durum, alışılmış egzersiz, stres ve davranış örüntülerinin zaman içinde uykuyu nasıl etkilediğini anlamak için daha fazla araştırmaya ve mümkünse boylamsal tasarımlara ihtiyaç olduğunu göstermektedir.

5.2. Günlük Kalori Harcaması ve Fiziksel Aktivite Düzeyleri

Beklendiği üzere, günlük kalori harcaması açısından aktif ve inaktif gruplar arasında büyük ve anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Fiziksel olarak aktif öğrenciler, daha yüksek Uluslararası Fiziksel Aktivite Anketi (IPAQ) puanları ve daha fazla egzersiz katılımıyla uyumlu biçimde, günde anlamlı derecede daha fazla kalori harcamıştır. Bu sonuç, grup sınıflandırmamızın işlevselliğini de doğrulamaktadır. Aktif öğrenciler enerji harcaması açısından gerçekten inaktif öğrencilerden belirgin biçimde daha fazladır. Sağlık ve davranış açısından bu ayrışma önemlidir. Daha yüksek toplam günlük enerji harcaması, daha fazla orta-yüksek şiddette fiziksel aktiviteye ayrılan zaman ve daha az sedanter zaman anlamına gelebilir. Bu örüntünün kardiyovasküler ve metabolik sağlık üzerinde iyi belgelenmiş yararları bulunmaktadır (World Health Organization, 2020). Daha aktif genç yetişkinlerde daha iyi kilo yönetimi, aerobik uygunluk ve kas-iskelet sağlığı gibi göstergeler daha sık görülmektedir. Bu da haftada en az 150 dakika orta şiddette aktiviteyi öneren halk sağlığı kılavuzlarıyla uyumludur (World Health Organization, 2020).

Araştırma sonuçları, alışılmış olarak aktif bireylerin daha yüksek toplam günlük enerji harcamasına sahip olduğunu ve diğer günlük etkinliklerde enerji kullanımını azaltarak bu farkı tamamen telafi etmediğini gösteren önceki araştırmalarla uyumludur (Westertep, 2013; Pontzer ve ark., 2016). Başka bir ifadeyle, egzersiz yoluyla harcanan ek enerjinin büyük ölçüde toplam günlük enerji harcamasına eklendiği, tam bir davranışsal ya da metabolik telafiyile dengelenmediği bildirilmektedir (Westertep, 2013). Nitekim yakın dönem bir çalışma, fiziksel olarak aktif yetişkinlerin gün boyunca daha fazla kalori harcadığını ve sedanter bireylere kıyasla daha yüksek toplam enerji harcamasını

sürdürdüğünü ortaya koymuştur (Pontzer ve ark., 2016). Her ne kadar egzersiz antrenmanını takiben kısmi metabolik telafi mekanizmalarının (örneğin egzersiz dışı fiziksel aktivitenin azalması veya enerji alımının artması) devreye girebildiği bildirilse de, bu telafinin çoğu çalışmada tam olmadığı ve fiziksel olarak aktif bireylerin yine de sedanter bireylerden daha yüksek toplam enerji harcaması sergilediği belirtilmektedir (Melanson ve ark., 2013; Pontzer ve ark., 2016). Bu bağlamda, mevcut çalışmada gözlenen büyük etki büyüklüğü, gruplar arasında fiziksel aktivite düzeyinde davranışsal olarak anlamlı ve sürdürülebilir bir ayrışma bulunduğunu göstermekte; enerji metabolizması ve fiziksel aktivite literatürüyle tutarlı bir örüntü sunmaktadır (Westerterp, 2013).

Bu kadar belirgin bir enerji harcaması farkının, daha sonra tartışılan bilişsel farklılıklar üzerinde dolaylı etkiler yaratabileceği de dikkate değerdir. Düzenli egzersizin, kardiyovasküler işlevlerde iyileşme, serebral kan akışı ve perfüzyonda artış gibi beyin sağlığını destekleyen fizyolojik uyumlanmaları tetikleyebildiği bildirilmektedir (Hillman ve ark., 2008; Erickson ve ark., 2011). Ayrıca genç yetişkinlik döneminde aktif bir yaşam tarzının sürdürülmesi, zaman içinde kilo artışı riskinin azalması ve kardiyometabolik hastalıkların daha düşük görülme sıklığı ile ilişkilendirilmektedir; bu durumun, dolaylı olarak bilişsel işlevlerin korunmasına katkı sağlayabileceği öne sürülmektedir (Warburton ve ark., 2006; Bull ve ark., 2020). Bu çalışmanın bağlamında, günlük kalori harcamasına ilişkin gözlenen büyük etki büyüklüğü, aktif grubun yalnızca öz-bildirim düzeyinde daha aktif olduğunu değil, aynı zamanda davranışsal ve metabolik düzeyde anlamlı biçimde farklılaştığını göstermektedir (Westerterp, 2013). Bu durum, bilişsel çıktılarda saptanan grup farklarının fiziksel aktiviteyle ilişkilendirilmesini yorum düzeyinde daha anlamlı ve tutarlı kılmaktadır. Özetle, günlük kalori harcamasına ilişkin bulgular, IPAQ'nun aktif ve inaktif öğrencileri ayırt etmedeki geçerliliğini desteklemekte; düzenli egzersizin toplam enerji harcamasını belirgin biçimde artırdığını ve bu örüntünün enerji metabolizması ile fiziksel aktivite literatürüyle uyumlu olduğunu ortaya koymaktadır (Westerterp, 2013; Pontzer ve ark., 2016).

5.3. Yürütücü İşlevler: Stroop Görevi Performansı

Stroop Renk-Sözcük görevi ile ölçülen yürütücü işlevlerde gruplar arasında anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Fiziksel olarak aktif öğrenciler görevde

daha kısa reaksiyon süreleri göstermiş ve özellikle incongruent koşulda (çatışmalı koşul) inaktif öğrencilere kıyasla belirgin biçimde daha yüksek doğruluk sergilemiştir. Buna karşılık, nötr (çatışmasız) koşuldaki doğruluk performansı gruplar arasında farklılaşmamıştır. Bu örüntü, fiziksel aktivitenin bilişsel yararlarının özellikle daha yüksek yürütücü kontrol gerektiren koşullarda daha görünür olduğunu, daha kolay koşullarda ise temel görev performansının benzer kaldığını göstermektedir. Bu sonuçlar, düzenli fiziksel aktivitenin inhibisyon kontrolü, dikkat ve bilişsel esneklik gibi yürütücü işlev bileşenlerini seçici biçimde destekleyebileceğini belirten literatürle uyumludur (Colcombe ve Kramer, 2003). Colcombe ve Kramer'ın (2003) meta-analizinde aerobik uygunluk antrenmanının yürütücü kontrol süreçleri içeren görevlerde daha güçlü yararlar sağladığı, daha basit bilişsel görevlerde ise daha küçük veya önemsiz etkiler görülebildiği gösterilmiştir. Bizim sonuçlarımız da bu seçiciliği yansıtmaktadır: bilişsel kontrol talebi yükseldiğinde (Stroop girişimi), aktif grup daha iyi performans göstermektedir; nötr koşulda ise doğruluk tavana yaklaştığı için gruplar arası ayrımı sınırlı düzeyde yansıtmaktadır.

Stroop farklılıklarının büyüklüğü, fiziksel aktivite veya fiziksel uygunluğun daha iyi yürütücü işlev performansı ile ilişkili olduğunu bildiren genç yetişkin ve ergen literatürüyle de uyumludur. Kesitsel çalışmalar, daha yüksek uygunluk düzeyine sahip bireylerin Stroop, Flanker ya da Simon gibi girişim/çatışma kontrolü görevlerinde daha iyi performans gösterebildiğini raporlamaktadır. Örneğin Esmailzadeh ve ark. (2018), 19–24 yaş erkek örnekleminde aerobik uygunluğun inhibisyon kontrolü ile pozitif ilişkili olduğunu bildirmiştir. Klinik bir örnekleimde yürütülen bir çalışmada da fiziksel aktivite önerilerini karşılayan bireylerin Stroop incongruent denemelerde daha az hata yaptığı raporlanmıştır (Santos Villafaina ve ark., 2022). Örneklem farklılıkları bulunsa da, bu çalışmaların ortak yönü fiziksel olarak daha aktif olmanın yürütücü kontrolü daha etkin bir biçimde destekleyebileceği yönündeki örüntüyü göstermeleridir. Bu çalışmanın bulguları da sağlıklı öğrenci örnekleminde benzer bir tablo sunmaktadır.

Aktif grupta reaksiyon zamanının daha kısa olması, işleme hızında ve bilişsel çeviklikte daha genel bir kazanımı düşündürmektedir. Düzenli egzersizin işleme hızı ve psikomotor tepkileri iyileştirebileceği bunun hem periferik hem

de merkezi uyumlanmalarla ilişkili olabileceği belirtilmektedir. Kardiyovasküler uygunluğun artması, bilişsel etkinlik sırasında beyne giden kan akışını ve oksijenlenmeyi artırarak nöral işleme hızlandırabilir. Ayrıca fiziksel aktivitenin BDNF gibi nörotrofik faktörleri ve katekolaminleri düzenleyerek sinaptik plastisiteyi ve nöral sinyal iletimini desteklediği ifade edilmektedir. Bu süreçlerin zaman içinde daha kısa reaksiyon süreleri ve zorlayıcı görevlerde daha iyi odaklanma ile sonuçlanması mümkündür. Örneğin Stroth ve ark. (2009), 6 haftalık aerobik dayanıklılık programı sonrasında genç yetişkinlerde bazı bilişsel performans göstergelerinde iyileşme bildirmiştir. Bizim kesitsel verilerimiz, düzenli biçimde egzersiz yapan bireylerin akut bir egzersiz etkisi olmadan da yürütücü işlev performansında avantaj gösterebildiğine işaret etmektedir.

Aktif grubun incongruent koşuldaki doğruluk üstünlüğü ayrıca bir hız-doğruluk değiş tokuşu olmadığını düşündürmektedir. İnaktif öğrenciler yalnızca daha yavaş değil, aynı zamanda sözcük–renk çatışması olduğunda daha fazla hata yapmıştır; bu da bilişsel girişimi yönetmede daha fazla güçlük yaşandığına işaret eder. Bu durum, yürütücü kontrolün nöral altyapısı bağlamında prefrontal korteks işlevleriyle ilişkilendirilebilir. Fiziksel olarak daha aktif bireylerin yürütücü görev performansında frontal aktivasyon örüntülerinde ve hatta yapısal göstergelerde farklılıklar gösterebildiği raporlanmıştır. Santos Villafaina ve ark. (2022) fiziksel olarak aktif bireylerde Stroop performansının daha iyi olduğuna eşlik eden frontal ölçümlere ilişkin bulgular bildirmiştir. Bu tür çalışmalar, bizim örneklemimizde doğrudan beyin ölçümü yapılmamış olsa da fiziksel aktivitenin yürütücü kontrolün nöral alt yapısını destekleyebileceğine ilişkin biyolojik bir bağlam sunmaktadır.

Bununla birlikte, kesitsel tasarım nedeniyle nedensellik iddiası kurulamaz. Daha güçlü yürütücü işlevlere sahip bireylerin spora daha yatkın olması veya üçüncü değişkenlerin (örn., genel sağlık düzeyi, sosyoekonomik etmenler) hem aktiviteyi hem bilişi etkilemesi mümkündür. Ancak randomize egzersiz müdahalelerinin yürütücü işlev üzerinde olumlu etkiler gösterdiğine ilişkin deneysel literatür, en azından ilişkinin olası yönü hakkında destekleyici bir zemin sunmaktadır (Colcombe ve Kramer, 2003). Bu bağlamda, mevcut bulgular fiziksel aktivite alışkanlığının Stroop ile ölçülen yüksek düzey bilişsel kontrol süreçleriyle ilişkili olabileceğini göstermektedir; inhibisyon ve bilişsel esneklik gibi beceriler

üniversite öğrencilerinde akademik ve günlük işlevsellik için kritik önem taşımaktadır.

5.4. Çalışma Belleği: n-Back Görevi Performansı

Yürütücü kontrolün yanı sıra, n-Back göreviyle ölçülen çalışma belleği performansı da fiziksel olarak aktif öğrencilerde anlamlı düzeyde daha iyi bulunmuştur. Aktif grup, n-Back'te daha yüksek d' (duyarlılık; hedef uyarımı doğru saptama ve yanlış alarmı azaltma) ve doğru yanıtlar için daha kısa reaksiyon süreleri göstermiştir. Bu sonuçlar, fiziksel aktivitenin bilişsel yararlarının çalışma belleği alanına da uzanabileceğini göstermektedir. Çalışma belleği, kısa süreli olarak bilgi tutma ve bilgiyi güncelleme/manipüle etme süreçlerini içerdiğinden, genç yetişkinlerin akademik performansı ve problem çözme davranışlarıyla yakından ilişkilidir.

Kesitsel bulgular, Lambourne (2006)'un çalışmasıyla yakından paraleldir. Lambourne (2006), CDC fiziksel aktivite önerilerini karşılayan üniversite öğrencilerinin, daha az aktif olan öğrencilere kıyasla çalışma belleği kapasitesinde anlamlı biçimde daha yüksek performans sergilediğini (okuma aralığı görevi) ve bu farkın büyük bir etki büyüklüğüne karşılık geldiğini bildirmiştir. Bizim çalışmamızda da n-Back performansı aktif grupta daha yüksektir; bu durum, düzenli egzersizin çalışma belleği kaynaklarını artırabileceği veya zihinsel güncelleme süreçlerini daha verimli hâle getirebileceği olasılığıyla uyumludur. n-Back görevi sürekli izleme ve güncelleme gerektirdiği için dorsolateral prefrontal korteks ile parietal korteksin etkin katılımına dayanır; aktif grupta daha iyi doğruluk/duyarlılık ve daha hızlı tepki, bu fronto-parietal ağların işlevsel etkinliğiyle ilişkilendirilebilir.

Egzersizin çalışma belleğini iyileştirebileceğine dair müdahale çalışmaları, bu ilişkinin nedensel bir bileşeni olabileceğine işaret etmektedir. Hem akut egzersizin hem de uzun dönem antrenman programlarının n-back gibi görevlerde performansı artırabildiği raporlanmıştır. Ayrıca daha kapsamlı derlemeler, egzersiz müdahalelerinin bellek sonuçları üzerinde (çalışma belleği dahil) anlamlı etkilere sahip olabileceğini belirtmektedir (Singh ve ark., 2025). Bu literatür, bizim çalışmamızda gözlenen aktif grubun çalışma belleği avantajıyla tutarlı bir çerçeve sunmaktadır.

Mekanizma düzeyinde, çalışma belleği iyileşmelerinin yürütücü işlev bağlamında tartışılan süreçlerle benzerlik gösterdiği öne sürülmektedir: egzersizle artan BDNF ve IGF-1 düzeyleri prefrontal korteks ve hipokampus gibi bölgelerde sinaptik plastisiteyi destekleyebilir; serebrovasküler sağlık iyileşmeleri bilişsel görevler sırasında oksijen ve glikoz taşınmasını artırabilir; uzun vadede hipokampal nörojeniz ve fronto-parietal bağlantısal güçlenebilir. Hayvan modelleri, egzersizin bellekle ilişkili bölgelerde nörojeniz ve anjiyogenezini artırabildiğini göstermiştir; insan çalışmalarında da aerobik antrenman sonrasında BDNF düzeylerinde artış ve bilişsel kazanımlar birlikte raporlanabilmektedir. Dolayısıyla, aktif öğrencilerin daha iyi n-Back performansı, düzenli fiziksel aktivitenin zaman içinde birikimli nörobiyolojik uyumlanmalar üretmesiyle açıklanabilen bir olasılık taşır.

Bununla birlikte, fiziksel aktivite ile çalışma belleği arasındaki ilişkiyi etkileyebilecek karıştırıcı değişkenler (başlangıç bilişsel kapasite, genel yaşam tarzı, beslenme, stres düzeyi, uyku düzeni) göz önüne alınmalıdır. Çalışma belleği kapasitesi daha yüksek öğrencilerin spora daha yatkın olabileceği olasılığı tümüyle dışlanamaz. Yine de, kontrollü deneysel çalışmaların egzersizin bilişsel işlev üzerinde olumlu etkiler yaratabildiğini göstermesi, aktif grubun avantajının en azından kısmen yaşam tarzı ile ilişkili olabileceği görüşünü desteklemektedir. Pratik açıdan bu, fiziksel olarak inaktif öğrencilerin aktivite düzeyini artırmasının bilişsel performansa potansiyel katkıları olabileceğini düşündürmektedir; bu görüş, müdahale çalışmaları ve meta-analizlerle de desteklenmektedir (Singh ve ark., 2025).

Bulgular birlikte değerlendirildiğinde, net bir örüntü ortaya çıkmaktadır: fiziksel olarak aktif ve inaktif öğrenciler öznel uyku kalitesi açısından farklılaşmazken, günlük enerji harcaması ve bilişsel performans (yürütücü işlev ve çalışma belleği) açısından belirgin biçimde ayrılmaktadır. Uyku kalitesinde fark olmaması, üniversite öğrencilerinde yaşam tarzı etmenlerinin (stres, düzensiz program, ekran kullanımı) uykuyu güçlü biçimde belirlemesi ve egzersizin olası etkilerini gölgeleyebilmesiyle açıklanabilir (Arbinaga ve ark., 2019; Koca Kosova ve Kosova, 2022). Buna karşılık bilişsel testler, aktif yaşam tarzının nöral ve bilişsel verimlilikle ilişkili olabilecek kazanımlarını daha net biçimde yakalamış olabilir.

Bu çalışma, genç yetişkinlerde fiziksel aktivitenin bilişsel performansla ilişkili olabileceğini gösteren literatüre katkı sunmaktadır. Stroop ve n-Back sonuçlarında görülen farklar, gerçek yaşam açısından da anlamlı olabilecek bir bilişsel avantajı işaret edebilir: ders sırasında dikkati sürdürme, öğrenme hızını koruma, sınav dönemlerinde bilişsel dayanıklılık gibi çıktılar bu tür yürütücü işlev ve çalışma belleği süreçleriyle yakından ilişkilidir. Kampüs düzeyinde fiziksel aktiviteyi destekleyen programların yalnızca fiziksel sağlık değil, bilişsel işlevsellik açısından da yarar sağlayabileceği görüşü bu bulgularla uyumludur.

Bununla birlikte, uyku kalitesinde fark olmaması, “aktif olmanın” öğrenciler için otomatik olarak “iyi uyku” anlamına gelmediğini göstermektedir. Üniversite popülasyonunda uyku sorunları çok boyutlu olduğundan, fiziksel aktiviteyi artırmanın yanında uyku hijyeni, stres azaltma stratejileri ve düzenli rutin oluşturma gibi hedefli müdahalelere ihtiyaç olabilir. Eğer uyku sorunları daha iyi yönetilebilirse, yeterli uyku ile yüksek fiziksel aktivitenin birlikte bilişsel çıktıları daha da güçlendirmesi olasıdır.

Son olarak, sonuçların yorumunda bazı sınırlılıklar dikkate alınmalıdır. Kesitsel tasarım nedensellik kurmaya izin vermez; boylamsal ya da deneysel araştırmalar fiziksel aktivitenin uyku ve biliş üzerindeki etkilerine ilişkin daha güçlü çıkarımlar sağlayacaktır. Örnekleme, gönüllü üniversite öğrencilerinden oluştuğu için genellenebilirlik sınırlı olabilir. Ayrıca PUKİ ve IPAQ gibi öz-bildirim temelli ölçümler hatırlama yanlılığına açıktır. Gelecek çalışmalarda aktifiteyle objektif uyku ölçümü ve kardiyorespiratuvar uygunluk testleri gibi objektif fiziksel uygunluk değerlendirmeleri kullanılması, bulguların sağlamlığını artıracaktır. Buna karşın, mevcut veriler aktif ve inaktif öğrenciler arasında belirgin davranışsal farklar bulunduğunu göstermekte ve literatürdeki ilişkilerle tutarlı bir çerçeve sunmaktadır.

Sonuç olarak, fiziksel olarak aktif öğrenciler günlük olarak çok daha fazla kalori harcamış ve yürütücü işlev ile çalışma belleği testlerinde inaktif akranlarına göre daha iyi performans sergilemiştir; ancak öznel uyku kalitesi açısından gruplar benzer bulunmuştur. Bu bulgular, düzenli fiziksel aktivitenin genç yetişkinlerde bilişsel avantajlarla ilişkili olabileceğini; buna karşın egzersiz-uyku ilişkisinin üniversite bağlamında daha karmaşık ve çok etmenli bir görünüm sergilediğini ortaya koymaktadır. Üniversite öğrencilerinde iyi oluşu artırmaya

yönelik girişimler, bilişsel yararları desteklemek için fiziksel aktiviteyi güçlendirirken, uyku kalitesini geliştirmek için de eş zamanlı uyku hijyeni stratejilerini içeren bütüncül yaklaşımlar benimseyebilir.

5.5. Uyku Kalitesi ile Diğer Değişkenlerin İlişkisi

Çalışmada PUKİ puanları ile bilişsel performans göstergeleri arasındaki ilişkiler incelenmiş ve uyku kalitesi ile incongruent cevap performansı arasında anlamlı ve negatif yönlü bir ilişki bulunmuştur. Bu bulgu, uyku kalitesindeki bozulmanın özellikle yüksek bilişsel kontrol, inhibisyon ve çatışma çözümü gerektiren görevlerde performans düşüşüyle ilişkili olduğunu göstermektedir. Buna karşın, daha düşük bilişsel yük içeren görevler (nötr koşullar, reaksiyon zamanları ve n-back görev performansı) ile uyku kalitesi arasında anlamlı bir ilişki saptanmamıştır.

Elde edilen sonuçlar, yürütücü işlevlerin uyku kalitesine duyarlılığına işaret eden önceki çalışmalarla büyük ölçüde tutarlıdır. Özellikle inhibisyon ve bilişsel esneklik gerektiren görevlerin, prefrontal korteks işlevlerine dayandığı bilinmektedir (Miller ve Cohen, 2001). Uyku yoksunluğu ve düşük uyku kalitesi durumlarında prefrontal korteks aktivitesinde azalma olduğu, bunun da bilişsel kontrol süreçlerini olumsuz etkilediği nörogörüntüleme çalışmalarıyla gösterilmiştir (Lim ve Dinges, 2010).

Incongruent koşullar, bireyin baskın tepkiyi inhibe etmesini ve alternatif bir yanıt üretmesini gerektirdiğinden, yürütücü kontrol sistemleri üzerinde yüksek bir yük oluşturmaktadır. Literatürde, uyku kalitesinin bozulmasının Stroop ve benzeri çatışma görevlerinde hata oranlarını artırdığı ve performansı düşürdüğü rapor edilmiştir (Kahn ve ark., 2013; Killgore, 2010). Bu bağlamda, mevcut çalışmada yalnızca incongruent cevap performansı ile anlamlı bir ilişki bulunması, uyku kalitesinin bilişsel süreçleri genel bir yavaşlama yerine seçici bir biçimde etkilediğini düşündürmektedir.

Öte yandan, PUKİ puanları ile n-back görevine ait d' değeri ve reaksiyon zamanı arasında anlamlı bir ilişki bulunmaması dikkat çekicidir. Bu durum, çalışma belleği performansının kısa süreli ve tek oturumluk görevlerde uyku kalitesinden daha sınırlı etkilenebileceği yönündeki bulgularla örtüşmektedir (Lo ve ark., 2016). Bazı araştırmalar, uyku kalitesinin çalışma belleği performansı

üzerindeki etkilerinin ancak daha zor (örneğin 3-back veya dual n-back) görevlerde ortaya çıktığını ileri sürmektedir (Owen ve ark., 2005). Dolayısıyla, kullanılan görevin bilişsel yük düzeyinin bu ilişkide belirleyici bir rol oynamış olması mümkündür.

Son olarak, bu çalışmada uyku kalitesi ile toplam günlük kalori alımı arasında anlamlı bir ilişki saptanmamıştır. Her ne kadar önceki çalışmalar uyku süresi ve metabolik düzenleme arasında ilişkiler olduğunu göstermiş olsa da (St-Onge ve ark., 2016), öz-bildirim temelli uyku kalitesi ölçümlerinin beslenme davranışlarıyla olan ilişkileri her zaman tutarlı sonuçlar vermemektedir. Bu durum, uyku kalitesi ile beslenme arasındaki ilişkinin çok faktörlü bir yapıya sahip olduğunu ve bireysel farklılıklar, hormonal düzenleme ve yaşam tarzı değişkenleri tarafından şekillendirildiğini düşündürmektedir.

Genel olarak, bu çalışmanın bulguları uyku kalitesinin bilişsel performans üzerindeki etkilerinin özellikle yürütücü işlevler ve bilişsel çatışma gerektiren durumlarda belirginleştiğini, daha otomatik ya da düşük bilişsel yük içeren süreçlerde ise bu etkinin sınırlı kaldığını ortaya koymaktadır. Bu sonuçlar, uyku kalitesinin bilişsel işlevler üzerindeki seçici rolünü vurgulamakta ve gelecekte yapılacak çalışmalarda görev zorluğu ve bilişsel yük düzeyinin dikkate alınmasının önemine işaret etmektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmanın sonuçları, düzenli fiziksel aktivitenin genç yetişkinlerde yürütücü işlevler ve çalışma belleği performansı üzerinde anlamlı ve olumlu etkiler sağladığını ortaya koymaktadır. Fiziksel olarak aktif bireylerin, bilişsel çatışma içeren görevlerde daha doğru ve daha hızlı yanıtlar üretmesi, fiziksel aktivitenin özellikle bilişsel kontrol, inhibisyon ve bilgi işleme hızı gibi yürütücü işlev bileşenlerini desteklediğini göstermektedir.

Uyku kalitesinin bilişsel performans üzerindeki etkileri ise daha sınırlı ve seçici bulunmuştur. Özellikle bilişsel çatışma ve inhibisyon gerektiren görevlerde uyku kalitesindeki bozulmalar performans düşüşüyle ilişkiliyken, çalışma belleği doğruluk ve hız ölçütleri üzerinde anlamlı bir etki saptanmamıştır. Bu durum, uyku kalitesinin yürütücü işlevlerin tüm alt bileşenlerini eşit düzeyde etkilemediğini, bazı bilişsel süreçlerin uykuya karşı daha duyarlı olduğunu düşündürmektedir.

Genel olarak elde edilen bulgular, bilişsel işlevlerin desteklenmesinde fiziksel aktivitenin temel bir rol oynadığını; uyku kalitesinin ise özellikle üst düzey bilişsel kontrol süreçleri açısından tamamlayıcı bir faktör olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, genç yetişkinlerde düzenli fiziksel aktivitenin teşvik edilmesi ve sağlıklı uyku alışkanlıklarının desteklenmesi, bilişsel sağlığın korunması ve geliştirilmesi açısından önemli görülmektedir.

Sınırlılıklar ve Öneriler

Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu çalışmanın bulguları değerlendirilirken bazı sınırlılıkların göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Öncelikle, araştırmanın kesitsel bir tasarıma sahip olması, elde edilen bulgular üzerinden nedensel çıkarımlar yapılmasını sınırlandırmaktadır. Fiziksel aktivite ve uyku kalitesi ile bilişsel performans arasındaki ilişkiler ortaya konulmuş olmakla birlikte, bu değişkenler arasındaki yönlü etkilerin belirlenmesi için boylamsal veya deneysel çalışmalara ihtiyaç vardır.

İkinci olarak, katılımcıların fiziksel aktivite düzeyleri ve uyku kalitesi öz-bildirim yöntemlerine dayalı ölçüm araçları (IPAQ ve PUKİ) ile değerlendirilmiştir. Öz-bildirim temelli ölçümler, hatırlama yanlılığı ve sosyal

beğenirlik etkisi gibi faktörlerden etkilenebilmektedir. Bu durum, fiziksel aktivite ve uyku değişkenlerinin gerçek düzeylerinin tam olarak yansıtılamamasına yol açmış olabilir.

Bir diğer sınırlılık, örneklemin yalnızca iki üniversiteden seçilen genç yetişkin bireylerden oluşmasıdır. Bu durum, elde edilen bulguların farklı yaş gruplarına, farklı sosyoekonomik düzeylere veya klinik örneklemelere genellenebilirliğini sınırlamaktadır.

Buna ek olarak, çalışma belleği performansının değerlendirilmesinde yalnızca 2-back görevinin kullanılması, bilişsel yük düzeyinin sınırlı kalmasına neden olmuştur. Literatürde uyku kalitesi ve yürütücü işlevler arasındaki ilişkilerin özellikle daha yüksek bilişsel talep gerektiren görevlerde daha belirgin olduğu bildirilmektedir. Bu nedenle, kullanılan görevin duyarlılığı bazı bilişsel etkilerin ortaya çıkmasını sınırlamış olabilir.

Son olarak, araştırmada fiziksel aktivitenin türü, süresi ve şiddeti ayrıntılı biçimde ayrıştırılmamış; fiziksel aktivite düzeyi genel bir sınıflandırma üzerinden değerlendirilmiştir. Farklı egzersiz türlerinin (aerobik, direnç, koordinatif egzersizler) bilişsel performans üzerindeki etkilerinin farklılaşabileceği göz önünde bulundurulduğunda, bu durum bir başka sınırlılık olarak değerlendirilebilir.

Öneriler

Gelecek çalışmalarda, fiziksel aktivite ve uyku kalitesinin bilişsel işlevler üzerindeki etkilerinin daha net biçimde ortaya konulabilmesi için boylamsal ve deneysel araştırma tasarımlarının kullanılması önerilmektedir. Özellikle egzersiz müdahale programlarının ön-test ve son-test ölçümleriyle değerlendirilmesi, nedensel ilişkilerin belirlenmesine katkı sağlayacaktır.

Fiziksel aktivite ve uyku kalitesinin ölçümünde, öz-bildirim araçlarına ek olarak nesnel ölçüm yöntemlerinin (ivmeölçer, aktigrafi, uyku takip cihazları) kullanılması, elde edilen verilerin doğruluğunu ve güvenilirliğini artırabilir.

Çalışma belleği ve yürütücü işlevlerin değerlendirilmesinde, farklı bilişsel yük düzeylerine sahip görevlerin (örneğin 3-back ve 4-back) kullanılması, özellikle uyku kalitesine bağlı bilişsel farklılıkların daha duyarlı biçimde saptanmasına olanak sağlayabilir.

KAYNAKLAR

- Abdelmalek, S., Souissi, N., Chtourou, H., Denguezli, M., Aouichaoui, C., Ajina, M., ... & Tabka, Z. (2013). Effects of partial sleep deprivation on proinflammatory cytokines, growth hormone, and steroid hormone concentrations during repeated brief sprint interval exercise. *Chronobiology International*, 30(4), 502-509. <https://doi.org/10.3109/07420528.2012.742102>
- Achten, J., & Jeukendrup, A. E. (2003). Heart rate monitoring: Applications and limitations. *Sports Medicine*, 33(7), 517-538. <https://doi.org/10.2165/00007256-200333070-00004>
- Aeschbach, D., Sher, L., Postolache, T. T., Matthews, J. R., Jackson, M. A., & Wehr, T. A. (2003). A longer biological night in long sleepers than in short sleepers. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 88(1), 26-30. <https://doi.org/10.1210/jc.2002-020827>
- Afaghi, A., O'Connor, H., & Chow, C. M. (2007). High-glycemic-index carbohydrate meals shorten sleep onset². *The American Journal of Clinical Nutrition*, 85(2), 426-430. <https://doi.org/10.1093/ajcn/85.2.426>
- Agargun, M. Y., Kara, H., & Anlar, O. (1996). The validity and reliability of the Pittsburgh Sleep Quality Index. *Turk Psikiyatri Dergisi*, 7(2), 107-115. [https://doi.org/10.1016/S0022-3999\(02\)00330-6](https://doi.org/10.1016/S0022-3999(02)00330-6)
- Akyol, A. G. A., Bilgiç, A. G. P., & Ersoy, G. (2008). *Fiziksel aktivite, beslenme ve sağlıklı yaşam*. Klasmat Matbaacılık.
- Alaçam, H. (2002). *Niğde ilinde özel ve devlet okullarında okuyan 12-15 yaş grubu öğrencilerin beslenme ve fiziksel aktivite alışkanlıklarının incelenmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Niğde Üniversitesi.
- Alain, C., & Woods, D. L. (1999). Age-related changes in processing auditory stimuli during visual attention: evidence for deficits in inhibitory control and sensory memory. *Psychology and Aging*, 14(3), 507. <https://doi.org/10.1037/0882-7974.14.3.507>
- AlDabal, L., & BaHammam, A. S. (2011). Metabolic, endocrine, and immune consequences of sleep deprivation. *The Open Respiratory Medicine Journal*, 5, 31. <https://doi.org/10.2174/1874306401105010031>

- Alley, S., Schoeppe, S., Guertler, D., Jennings, C., Duncan, M. J., & Vandelanotte, C. (2016). Interest and preferences for using advanced physical activity tracking devices: results of a national cross-sectional survey. *BMJ Open*, 6(7), e011243. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2016-011243>
- Alloway, T. P., Gathercole, S. E., Willis, C., & Adams, A. M. (2004). A structural analysis of working memory and related cognitive skills in young children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 87(2), 85-106. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2003.10.002>
- Alloway, T. P., & Temple, K. J. (2007). A comparison of working memory skills and learning in children with developmental coordination disorder and moderate learning difficulties. *Applied Cognitive Psychology*, 21(4), 473-487. <https://doi.org/10.1002/acp.1284>
- Alloway, T. P., Gathercole, S. E., Kirkwood, H., & Elliott, J. (2009). The cognitive and behavioral characteristics of children with low working memory. *Child Development*, 80(2), 606-621. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2009.01282.x>
- Altun Emirza, M. A., Bican, A., & Bora, İ. (2012). Uyku laboratuvarı'nda kimler uyuyor? bir retrospektif çalışma. *Turkish Journal of Neurology/Turk Noroloji Dergisi*, 18(1). <https://doi.org/10.4274/Tnd.88609>
- American Association for Research into Nervous and Mental Diseases, Courtney, S. M., Petit, L., Haxby, J. V., & Ungerleider, L. G. (1998). The role of prefrontal cortex in working memory: Examining the contents of consciousness. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 353(1377), 1819-1828. <https://doi.org/10.1098/rstb.1998.0334>
- Anderson, P. (2002). Assessment and development of executive function (EF) during childhood. *Child Neuropsychology*, 8(2), 71-82. <https://doi.org/10.1076/chin.8.2.71.8724>
- Anderson, V., Jacobs, R., & Anderson, P. J. (Eds.). (2010). *Executive functions and the frontal lobes: A lifespan perspective*. Psychology Press. <https://doi.org/10.4324/9780203837863>

- Anderson, M. C., & Levy, B. J. (2009). Suppressing unwanted memories. *Current Directions in Psychological Science*, 18(4), 189-194. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8721.2009.01634.x>
- Arbinaga, F., Fernández-Cuenca, S., Fernández-Ozcorta, E. J., Toscano-Hermoso, M. D., & Joaquin-Mingorance, M. (2019). Level of physical activity and sleep characteristics in university students. *Sleep Science*, 12(4), 265. <https://doi.org/10.5935/1984-0063.20190092>
- Arnal, P. J., Lapole, T., Erblang, M., Guillard, M., Bourrilhon, C., Leger, D., ... & Millet, G. Y. (2016). Sleep extension before sleep loss: effects on performance and neuromuscular function. *Med Sci Sports Exerc*, 48(8), 1595-1603. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000938>
- Arora, T., Broglia, E., Thomas, G. N., & Taheri, S. (2014). Associations between specific technologies and adolescent sleep quantity, sleep quality, and parasomnias. *Sleep Medicine*, 15(2), 240-247. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2013.08.799>
- Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. In K. W. Spence & J. T. Spence (Eds.), *Psychology of learning and motivation* (Vol. 2, pp. 89–195). Academic Press. [https://doi.org/10.1016/S0079-7421\(08\)60422-3](https://doi.org/10.1016/S0079-7421(08)60422-3)
- Atkinson, G., Drust, B., Reilly, T., & Waterhouse, J. (2003). The relevance of melatonin to sports medicine and science. *Sports Medicine*, 33(11), 809-831. <https://doi.org/10.2165/00007256-200333110-00003>
- Australian Government Department of Health (2022). Levels of physical activity intensity. <https://www.aihw.gov.au/reports/physical-activity/physical-activity>
- Ayhan, Y. F. (2014). *Çocukluk ve ergenlik dönemindeki fiziksel aktivite deneyimleri ile yetişkinlikteki fiziksel aktivite düzeyleri ve beden kompozisyonlarının incelenmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. *Muğla Sıtkı Koçan Üniversitesi*.
- Azboy, O., & Kaygisiz, Z. (2009). Effects of sleep deprivation on cardiorespiratory functions of the runners and volleyball players during rest and exercise. *Acta Physiologica Hungarica*, 96(1), 29-36. <https://doi.org/10.1556/aphysiol.96.2009.1.3>

- Axelsson, J., Kecklund, G., Åkerstedt, T., Donofrio, P., Lekander, M., & Ingre, M. (2008). Sleepiness and performance in response to repeated sleep restriction and subsequent recovery during semi-laboratory conditions. *Chronobiology International*, 25(2-3), 297-308. <https://doi.org/10.1080/07420520802107031>
- Baddeley, A., Logie, R., Bressi, S., Sala, S. D., & Spinnler, H. (1986). Dementia and working memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 38(4), 603-618. <https://doi.org/10.1080/14640748608401616>
- Baddeley, A. (2020). Working memory. *Memory*, 71-111. <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9780429449642-4/working-memory-alan-baddeley>
- Baddeley, A. D. & Hitch, G. J. (1994). Developments in the concept of working memory. *Neuropsychology*, 8(4), 485-493. <https://doi.org/10.1037/0894-4105.8.4.485>
- Baddeley, A. D. (2017). Exploring the central executive. In *Exploring Working Memory* (pp. 253-279). Routledge. <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9781315111261-21/exploring-central-executive-baddeley>
- Baddeley, A. D., Gathercole, S. E., & Papagno, C. (2017). The phonological loop as a language learning device. *Exploring Working Memory*, 164-198. https://www.krigolsonteaching.com/uploads/4/3/8/4/43848243/baddeley_1996.pdf
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory?. *Trends In Cognitive Sciences*, 4(11), 417-423. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01538-2](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01538-2)
- Baddeley, A. D. (2002). Is working memory still working?. *European Psychologist*, 7(2), 85. <https://doi.org/10.1027/1016-9040.7.2.85>
- Baddeley, A. (2006). Çalışma belleği: Genel bir bakış. *Çalışma Belleği ve Eğitim*, 1-31. <https://doi.org/10.1016/B978-012554465-8/50003-X>
- Baddeley, A. (2012). Çalışma belleği: Teoriler, modeller ve tartışmalar. *Yıllık Psikoloji İncelemesi*, 63(1), 1-29. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-120710-100422>

- Baddeley, A. (2013). *Essentials of human memory (classic edition)*. Psychology Press. <https://doi.org/10.4324/9780203587027>
- Baddeley, A. (2020). Short-term memory. *Memory* (pp. 41-69). Routledge. <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9780429449642-3/short-term-memory-alan-baddeley>
- Baddeley, A., Hitch, G., & Allen, R. (2021). A multicomponent model of working memory. In R. H. Logie, V. Camos, & N. Cowan (Eds.), *Working memory: State of the science* (pp. 10–43). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780198842286.003.0002>
- Badre, D., & Wagner, A. D. (2007). Left ventrolateral prefrontal cortex and the cognitive control of memory. *Neuropsychologia*, 45(13), 2883-2901. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2007.06.015>
- Balkin, T. J., Bliese, P. D., Belenky, G., Sing, H., Thorne, D. R., Thomas, M., ... & Wesensten, N. J. (2004). Comparative utility of instruments for monitoring sleepiness-related performance decrements in the operational environment. *Journal of Sleep Research*, 13(3), 219-227. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2869.2004.00407.x>
- Baltacı, G., & Düzgün, İ. (2008). *Adolesan ve egzersiz*. Klasmat Matbaacılık ve Yayınevi.
- Bangsbo, J., Iaia, F. M., & Krstrup, P. (2007). Metabolic response and fatigue in soccer. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2(2), 111-127. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2.2.111>
- Barkley, R. A. (1997). Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: constructing a unifying theory of ADHD. *Psychological Bulletin*, 121(1), 65. <https://psycnet.apa.org/buy/1997-02112-004>
- Barkley, R. A., & Murphy, K. R. (2011). The nature of executive function (EF) deficits in daily life activities in adults with ADHD and their relationship to performance on EF tests. *Journal of Psychopathology and Behavioral Assessment*, 33(2), 137-158. <https://doi.org/10.1007/s10862-011-9217-x>
- Barrouillet, P., Gavens, N., Vergauwe, E., Gaillard, V., & Camos, V. (2009). Working memory span development: a time-based resource-sharing model account. *Developmental Psychology*, 45(2), 477. <https://doi.org/10.1037/a0014615>

- Baykuş, Z. (2021). Taekwondo sporcularında covid-19 korku durumunun fiziksel aktivite ve yaşam kalitesine etkisi [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Selçuk Üniversitesi.
- Bean, A. (2014). *Food for fitness: How to eat for maximum performance*. A&C Black.
- Bechara, A., Damasio, A. R., Damasio, H., & Anderson, S. W. (2013). Insensitivity to future consequences following damage to human prefrontal cortex. In S. Hyman (Ed.), *Personality and personality disorders*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203822845>
- Bechara, A., Damasio, H., Tranel, D., & Anderson, S. W. (1998). Dissociation of working memory from decision making within the human prefrontal cortex. *Journal of Neuroscience*, 18(1), 428-437. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.18-01-00428.1998>
- Bechara, A., Damasio, H., Damasio, A. R., & Lee, G. P. (1999). Different contributions of the human amygdala and ventromedial prefrontal cortex to decision-making. *Journal of Neuroscience*, 19(13), 5473-5481. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.19-13-05473.1999>
- Belenky, G., Wiesensten, N. J., Thorne, D. R., Thomas, M. L., Sing, H. C., Redmond, D. P., ... & Balkin, T. J. (2003). Patterns of performance degradation and restoration during sleep restriction and subsequent recovery: A sleep dose-response study. *Journal of Sleep Research*, 12(1), 1-12. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2869.2003.00337.x>
- Bell, M. A., & Cuevas, K. (2012). Using EEG to study cognitive development: Issues and practices. *Journal of Cognition and Development*, 13(3), 281-294. <https://doi.org/10.1080/15248372.2012.691143>
- Berg, E. A. (1948). A simple objective technique for measuring flexibility in thinking. *The Journal of General Psychology*, 39(1), 15-22. <https://doi.org/10.1080/00221309.1948.9918159>
- Best, J. R., Miller, P. H., & Jones, L. L. (2009). Executive functions after age 5: Changes and correlates. *Developmental Review*, 29(3), 180-200. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2009.05.002>
- Best, J. R., & Miller, P. H. (2010). A developmental perspective on executive function. *Child Development*, 81(6), 1641-1660. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2010.01499.x>

- Biçer, E., & Sarı, O. T. (2017). Normal gelişim gösteren ve hafif düzeyde zihinsel engelli öğrencilerin zihin kurami ve yürütücü işlev becerileri arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 13(2), 261-276. <https://doi.org/10.17244/eku.310222>
- Blakemore, S. J., & Choudhury, S. (2006). Development of the adolescent brain: implications for executive function and social cognition. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 47(3-4), 296-312. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2006.01611.x>
- Bledowski, C., Kaiser, J., & Rahm, B. (2010). Basic operations in working memory: contributions from functional imaging studies. *Behavioural Brain Research*, 214(2), 172-179. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2010.05.041>
- Blumert, P. A., Crum, A. J., Ernsting, M., Volek, J. S., Hollander, D. B., Haff, E. E., & Haff, G. G. (2007). The acute effects of twenty-four hours of sleep loss on the performance of national caliber male collegiate weightlifters. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(4), 1146-1154. <https://doi.org/10.1519/R-21606.1>
- Bonnet, M. H. (1985). Effect of sleep disruption on sleep, performance, and mood. *Sleep*, 8(1), 11-19. <https://doi.org/10.1093/sleep/8.1.11>
- Boonstra, T. W., Stins, J. F., Daffertshofer, A., & Beek, P. J. (2007). Effects of sleep deprivation on neural functioning: an integrative review. *Cellular and Molecular Life Sciences*, 64(7), 934. <https://doi.org/10.1007/s00018-007-6457-8>
- Borodulin, K., Evenson, K. R., Monda, K., Wen, F., Herring, A. H., & Dole, N. (2010). Physical activity and sleep among pregnant women. *Paediatric and Perinatal Epidemiology*, 24(1), 45-52. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3016.2009.01081.x>
- Boydak, M. M. (2019). *Sayı Menzili Testi: 50 yaş ve üzeri Türkiye örneklemi için norm belirleme çalışması* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Braam, W., Van Geijlswijk, I., Keijzer, H., Smits, M. G., Didden, R., & Curfs, L. M. (2010). Loss of response to melatonin treatment is associated with slow melatonin metabolism. *Journal of Intellectual Disability Research*, 54(6), 547-555. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2788.2010.01283.x>

- Brady, F. (1998). The role of physical activities throughout the lifespan: Implications for counselors and teachers. *The Journal of Humanistic Education and Development*, 36(4), 234-247. <https://doi.org/10.1002/j.2164-4683.1998.tb00395.x>
- Braunstein, L. M., Gross, J. J., & Ochsner, K. N. (2017). Explicit and implicit emotion regulation: a multi-level framework. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 12(10), 1545-1557. <https://share.google/AEV076bl8DrkMoT2s>
- Braver, T. S., Cohen, J. D., Nystrom, L. E., Jonides, J., Smith, E. E., & Noll, D. C. (1997). A parametric study of prefrontal cortex involvement in human working memory. *Neuroimage*, 5(1), 49-62. <https://doi.org/10.1006/nimg.1996.0247>
- Broadbent, D. E. (1953). Noise, paced performance and vigilance tasks. *British Journal of Psychology*, 44(4), 295. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8295.1953.tb01210.x>
- Broadbent, D. E. (2013). *Perception and communication*. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/C2013-0-08164-9>
- Brocki, K. C., Randall, K. D., Bohlin, G., & Kerns, K. A. (2008). Working memory in school-aged children with attention-deficit/hyperactivity disorder combined type: Are deficits modality specific and are they independent of impaired inhibitory control?. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 30(7), 749-759. <https://doi.org/10.1080/13803390701754720>
- Brown, F. C., Buboltz Jr, W. C., & Soper, B. (2002). Relationship of sleep hygiene awareness, sleep hygiene practices, and sleep quality in university students. *Behavioral Medicine*, 28(1), 33-38. <https://doi.org/10.1080/08964280209596396>
- Buchsbaum, B. R., & D'Esposito, M. (2013). Working memory. In K. Ochsner and S. M. Kosslyn (Eds.), *The Oxford handbook of cognitive neuroscience*, Volume 1: Core topics. <https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199988693.013.0019>
- Bull, F. C., Al-Ansari, S. S., Biddle, S., Borodulin, K., Buman, M. P., Cardon, G., Carty, C., Chaput, J.-P., Chastin, S., Chou, R., Dempsey, P. C., DiPietro, L., Ekelund, U., Firth, J., Friedenreich, C. M., Garcia, L., Gichu, M., Jago,

- R., Katzmarzyk, P. T., ... Willumsen, J. F. (2020). World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *British Journal of Sports Medicine*, 54(24), 1451–1462. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102955>
- Bulut, S. (2013). Sağlıkta sosyal bir belirleyici; fiziksel aktivite. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 70(4), 205-214. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/thdbd/article/968280>
- Bunge, S. A., Klingberg, T., Jacobsen, R. B., & Gabrieli, J. D. (2000). A resource model of the neural basis of executive working memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 97(7), 3573-3578. <https://doi.org/10.1073/pnas.97.7.3573>
- Bunge, S. A., Dudukovic, N. M., Thomason, M. E., Vaidya, C. J., & Gabrieli, J. D. (2002). Immature frontal lobe contributions to cognitive control in children: evidence from fMRI. *Neuron*, 33(2), 301-311. [https://doi.org/10.1016/S0896-6273\(01\)00583-9](https://doi.org/10.1016/S0896-6273(01)00583-9)
- Burzynska, A. Z., Nagel, I. E., Preuschhof, C., Gluth, S., Bäckman, L., Li, S. C., ... & Heekeren, H. R. (2012). Cortical thickness is linked to executive functioning in adulthood and aging. *Human Brain Mapping*, 33(7), 1607-1620. <https://doi.org/10.1002/hbm.21311>
- Buyse, D. J., Reynolds III, C. F., Monk, T. H., Berman, S. R., & Kupfer, D. J. (1989). The Pittsburgh Sleep Quality Index: a new instrument for psychiatric practice and research. *Psychiatry Research*, 28(2), 193-213. [https://doi.org/10.1016/0165-1781\(89\)90047-4](https://doi.org/10.1016/0165-1781(89)90047-4)
- Cajochen, C. (2007). Alerting effects of light. *Sleep Medicine Reviews*, 11(6), 453-464. <https://doi.org/10.1016/j.smrv.2007.07.009>
- Cambaz, H. Z., & Ünal, G. (2021). Does student's cognitive flexibility decrease during pandemic? A new approach to measure cognitive flexibility. *International Journal of Cognitive Research in Science, Engineering and Education (IJCRSEE)*, 9(1), 13–22. <https://doi.org/10.23947/2334-8496-2021-9-1-13-22>
- Carlson, S. M. (2005). Developmentally Sensitive Measures of Executive Function in Preschool Children. *Developmental Neuropsychology*, 28(2), 595–616. https://doi.org/10.1207/s15326942dn2802_3

- Carskadon, M. A., & Dement, W. C. (2011). Monitoring and staging human sleep. *Principles and Practice of Sleep Medicine*, 5, 16-26. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4160-6645-3.00002-5>
- Cecchini, M., Sassi, F., Lauer, J. A., Lee, Y. Y., Guajardo-Barron, V., & Chisholm, D. (2010). Tackling of unhealthy diets, physical inactivity, and obesity: health effects and cost-effectiveness. *The Lancet*, 376(9754), 1775-1784. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(10\)61514-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(10)61514-0)
- Cepeda, N. J., Kramer, A. F., & Gonzalez de Sather, J. (2001). Changes in executive control across the life span: examination of task-switching performance. *Developmental Psychology*, 37(5), 715. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.37.5.715>
- Chan, R. C., Shum, D., Touloupoulou, T., & Chen, E. Y. (2008). Assessment of executive functions: Review of instruments and identification of critical issues. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 23(2), 201-216. <https://doi.org/10.1016/j.acn.2007.08.010>
- Chang, Y. K., Labban, J. D., Gapin, J. I., & Etnier, J. L. (2012). The effects of acute exercise on cognitive performance: A meta-analysis. *Brain Research*, 1453, 87-101. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2012.02.068>
- Checa, P., Rodríguez-Bailón, R., & Rueda, M. R. (2008). Neurocognitive and temperamental systems of self-regulation and early adolescents' social and academic outcomes. *Mind, Brain, and Education*, 2(4), 177-187. <https://doi.org/10.1111/j.1751-228X.2008.00052.x>
- Chee, M. W., & Chuah, L. Y. (2008). Functional neuroimaging insights into how sleep and sleep deprivation affect memory and cognition. *Current Opinion in Neurology*, 21(4), 417-423. <https://doi.org/10.1097/WCO.0b013e3283052cf7>
- Chelune, G. J., & Duff, K. (2019). The assessment of change: serial assessments in dementia evaluations. In *Handbook on the Neuropsychology of Aging and Dementia* (pp. 61-76). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-93497-6_5
- Chung, Q. E., Abdulrahman, S. A., Khan, M. K. J., Sathik, H. B. J., & Rashid, A. (2018). The relationship between levels of physical activity and academic achievement among medical and health sciences students at Cyberjaya

- University College of Medical Sciences. *The Malaysian journal of medical sciences: MJMS*, 25(5), 88. <https://doi.org/10.21315/mjms2018.25.5.9>
- Cıncık, M. (2020). *Üniversite Öğrencilerinde Fiziksel Aktivite ve İnternet Bağımlılığı İlişkisinin İncelenmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Hitit Üniversitesi.
- Cian, C., Barraud, P. A., Melin, B., & Raphel, C. (2001). Effects of fluid ingestion on cognitive function after heat stress or exercise-induced dehydration. *International Journal of Psychophysiology*, 42(3), 243-251. [https://doi.org/10.1016/S0167-8760\(01\)00142-8](https://doi.org/10.1016/S0167-8760(01)00142-8)
- Clark, S. V., Semmel, E. S., Aleksonis, H. A., Steinberg, S. N., & King, T. Z. (2021). Cerebellar-subcortical-cortical systems as modulators of cognitive functions. *Neuropsychology Review*, 31(3), 422-446. <https://doi.org/10.1007/s11065-020-09465-1>
- Clevelandclinic. (2025, Eylül). Prefrontal Cortex. <https://my.clevelandclinic.org/health/body/prefrontal-cortex>
- Colcombe, S., & Kramer, A. F. (2003). Fitness effects on the cognitive function of older adults: A meta-analytic study. *Psychological Science*, 14(2), 125-130. <https://doi.org/10.1111/1467-9280.t01-1-01430>
- Collette, F., Hogge, M., Salmon, E., & Van der Linden, M. (2006). Exploration of the neural substrates of executive functioning by functional neuroimaging. *Neuroscience*, 139(1), 209-221. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2005.05.035>
- Collins, P., Roberts, A. C., Dias, R., Everitt, B. J., & Robbins, T. W. (1998). Perseveration and strategy in a novel spatial self-ordered sequencing task for nonhuman primates: effects of excitotoxic lesions and dopamine depletions of the prefrontal cortex. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 10(3), 332-354. <https://doi.org/10.1162/089892998562771>
- Collins, K., & Staples, K. (2017). The role of physical activity in improving physical fitness in children with intellectual and developmental disabilities. *Research in Developmental Disabilities*, 69, 49-60. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2017.07.020>
- Colten, H. R., & Altevogt, B. M. (2006). Committee on sleep medicine and research. *Sleep Disorders and Sleep Deprivation: An Unmet Public Health Problem*. <https://doi.org/10.17226/11617>

- Conway, A. R., Kane, M. J., Bunting, M. F., Hambrick, D. Z., Wilhelm, O., & Engle, R. W. (2005). Working memory span tasks: A methodological review and user's guide. *Psychonomic Bulletin & Review*, 12(5), 769-786. <https://doi.org/10.3758/BF03196772>
- Copenhaver, E. A., & Diamond, A. B. (2017). The value of sleep on athletic performance, injury, and recovery in the young athlete. *Pediatric Annals*, 46(3), e106-e111. <https://doi.org/10.3928/19382359-20170221-01>
- Corcoran, R. P., & O'Flaherty, J. (2017). Executive function during teacher preparation. *Teaching and Teacher Education*, 63, 168-175. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2016.12.023>
- Cowan, N. (1999). An embedded-processes model of working memory. *Models of Working Memory: Mechanisms of Active Maintenance and Executive Control*, 20(506), 1013-1019. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139174909.006>
- Cowan, N. (2001). The magical number 4 in short-term memory: A reconsideration of mental storage capacity. *Behavioral and Brain Sciences*, 24(1), 87-114. [doi:10.1017/S0140525X01003922](https://doi.org/10.1017/S0140525X01003922)
- Cowan, N. (2012). *Working memory capacity*. Psychology Press. <https://doi.org/10.4324/9780203342398>
- Cowan, N. (2011). The focus of attention as observed in visual working memory tasks: Making sense of competing claims. *Neuropsychologia*, 49(6), 1401-1406. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2011.01.035>
- Cragg, L., & Nation, K. (2008). Go or no-go? Developmental improvements in the efficiency of response inhibition in mid-childhood. *Developmental Science*, 11(6), 819-827. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2008.00730.x>
- Craig, C. L., Marshall, A. L., Sjöström, M., Bauman, A. E., Booth, M. L., Ainsworth, B. E., ... & Oja, P. (2003). International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(8), 1381-1395. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000078924.61453.fb>
- Crone, E. A., Donohue, S. E., Honomichl, R., Wendelken, C., & Bunge, S. A. (2006). Brain regions mediating flexible rule use during development. *Journal of Neuroscience*, 26(43), 11239-11247. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2165-06.2006>

- Crowe, S. F. (1998). The differential contribution of mental tracking, cognitive flexibility, visual search, and motor speed to performance on parts A and B of the Trail Making Test. *Journal of Clinical Psychology*, 54(5), 585-591. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-4679\(199808\)54:5<585::AID-JCLP4>3.0.CO;2-K](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-4679(199808)54:5<585::AID-JCLP4>3.0.CO;2-K)
- Czeisler C.A., & Scammell T.E., & Saper C.B. (2017). Sleep disorders. Hauser S.L., & Josephson S(Eds.), *Harrison's Neurology in Clinical Medicine*, 4e. McGraw-Hill Education. <https://neurology.mhmedical.com/content.aspx?bookid=2207§ionid=169308912>
- Czernochowski, D. (2015). ERPs dissociate proactive and reactive control: Evidence from a task-switching paradigm with informative and uninformative cues. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 15(1), 117-131. <https://doi.org/10.3758/s13415-014-0302-y>
- Çiftçi, H.A. (2020). *Çocukluk dönemi yürütücü işlevler envanteri'nin 48-72 aylık çocuklar için geçerlik ve güvenirlik çalışması ve okul öncesi yürütücü işlevler eğitim programı'nın etkililiğinin incelenmesi* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Marmara Üniversitesi.
- Damasio, A. R. (1996). The somatic marker hypothesis and the possible functions of the prefrontal cortex. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 351(1346), 1413-1420. <https://doi.org/10.1098/rstb.1996.0125>
- Dang, A. K., Nathan, N., Le, Q. N. H., Nguyen, L. H., Nguyen, H. L. T., Nguyen, C. T., ... & Ho, R. C. (2018). Associations between internet addiction and physical activity among Vietnamese youths and adolescents. *Children and Youth Services Review*, 93, 36-40. <https://doi.org/10.1016/j.childyouth.2018.06.030>
- Das, P., & Horton, R. (2012). Rethinking our approach to physical activity. *The Lancet*, 380(9838), 189-190. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)61024-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)61024-1)
- Daşkapan, A., & Tüzün, E. H. (2003). Fizik tedavi ve rehabilitasyon öğrencilerinde Paffenbarger fiziksel aktivite indeksi sonuçlarının değerlendirilmesi. *Fizyoterapi Rehabilitasyon Dergisi*, 14(3), 110-114. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/tsed/article/678448>

- Dattilo, M., Antunes, H. K., Medeiros, A., Neto, M. M., Souza, H. D., Tufik, S., & de Mello, M. T. (2011). Sleep and muscle recovery: endocrinological and molecular basis for a new and promising hypothesis. *Medical Hypotheses*, 77(2), 220-222. <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2011.04.017>
- Davidson, M. C., Amso, D., Anderson, L. C., & Diamond, A. (2006). Development of cognitive control and executive functions from 4 to 13 years: Evidence from manipulations of memory, inhibition, and task switching. *Neuropsychologia*, 44(11), 2037-2078. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2006.02.006>
- De Frias, C. M., Dixon, R. A., & Strauss, E. (2006). Structure of four executive functioning tests in healthy older adults. *Neuropsychology*, 20(2), 206. <https://psycnet.apa.org/buy/2006-03817-008>
- Diamond, A. (1985). Development of the ability to use recall to guide action, as indicated by infants' performance on AB. *Child Development*, 868-883. <https://doi.org/10.2307/1130099>
- Diamond, A., & Doar, B. (1989). The performance of human infants on a measure of frontal cortex function, the delayed response task. *Developmental Psychobiology: The Journal of the International Society for Developmental Psychobiology*, 22(3), 271-294. <https://doi.org/10.1002/dev.420220307>
- Diamond, A. (2002). Normal development of prefrontal cortex from birth to young adulthood: Cognitive functions, anatomy, and biochemistry. *Principles of Frontal Lobe Function*, 466(503), 201-25. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195134971.003.0029>
- Diamond, A., Carlson, S. M., & Beck, D. M. (2016). Preschool children's performance in task switching on the dimensional change card sort task: Separating the dimensions aids the ability to switch. In *Measurement of Executive Function in Early Childhood* (pp. 689-729). Psychology Press. https://doi.org/10.1207/s15326942dn2802_7
- Diamond, A. (2006). The early development. *Lifespan Cognition: Mechanisms of Change*, 70. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195169539.003.0006>
- Diamond, A., Barnett, W. S., Thomas, J. & Munro, S. (2007). Preschool program improves cognitive control. *Science*, 318(5855), 1387-1388. <https://doi.org/10.1126/science.1151148>

- Diamond, A. (2012). Activities and programs that improve children's executive functions. *Current Directions in Psychological Science*, 21(5), 335-341. <https://doi.org/10.1177/09637214124537>
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64(1), 135-168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
- Diamond, A., & Ling, D. S. (2020). Review of the evidence on, and fundamental questions about, efforts to improve executive functions, including working memory. *Cognitive and working memory training: Perspectives from psychology, neuroscience, and human development*, 143-431. <https://doi.org/10.1093/oso/9780199974467.003.0008>
- Dishman, R. K., Berthoud, H. R., Booth, F. W., Cotman, C. W., Edgerton, V. R., Fleshner, M. R., ... & Zigmond, M. J. (2006). Neurobiology of exercise. *Obesity*, 14(3), 345-356. <https://doi.org/10.1038/oby.2006.46>
- Doherty, R., Madigan, S., Warrington, G., & Ellis, J. (2019). Sleep and nutrition interactions: implications for athletes. *Nutrients*, 11(4), 822. <https://doi.org/10.3390/nu11040822>
- Donnelly, J. E., & Lambourne, K. (2011). Classroom-based physical activity, cognition, and academic achievement. *Preventive Medicine*, 52, S36-S42. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2011.01.021>
- Doran, S. M., Van Dongen, H. P., & Dinges, D. F. (2001). Sustained attention performance during sleep deprivation: evidence of state instability. *Archives Italiennes de Biologie*, 139(3), 253-267. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11330205/>
- Doré, I., O'loughlin, J. L., Schnitzer, M. E., Datta, G. D., & Fournier, L. (2018). The longitudinal association between the context of physical activity and mental health in early adulthood. *Mental Health and Physical Activity*, 14, 121-130. <https://doi.org/10.1016/j.mhpa.2018.04.001>
- Driver, H. S., & Taylor, S. R. (2000). Exercise and sleep. *Sleep Medicine Reviews*, 4(4), 387-402. <https://doi.org/10.1053/smr.2000.0110>
- Drummond, S. P., & Brown, G. G. (2001). The effects of total sleep deprivation on cerebral responses to cognitive performance. *Neuropsychopharmacology*, 25(5), S68-S73. [https://doi.org/10.1016/S0893-133X\(01\)00325-6](https://doi.org/10.1016/S0893-133X(01)00325-6)

- Durmer, J. S., & Dinges, D. F. (2005, March). Neurocognitive consequences of sleep deprivation. In *Seminars in neurology* (Vol. 25, No. 01, pp. 117-129). Thieme Medical Publishers. <https://doi.org/10.1055/s-2005-867080>
- Eagle, D. M., Bari, A., & Robbins, T. W. (2008). The neuropsychopharmacology of action inhibition: cross-species translation of the stop-signal and go/no-go tasks. *Psychopharmacology*, 199(3), 439-456. <https://doi.org/10.1007/s00213-008-1127-6>
- Edwards, B. J., & Waterhouse, J. (2009). Effects of one night of partial sleep deprivation upon diurnal rhythms of accuracy and consistency in throwing darts. *Chronobiology International*, 26(4), 756-768. <https://doi.org/10.1080/07420520902929037>
- Eigsti, I. M., Zayas, V., Mischel, W., Shoda, Y., Ayduk, O., Dadlani, M. B., ... & Casey, B. J. (2006). Predicting cognitive control from preschool to late adolescence and young adulthood. *Psychological Science*, 17(6), 478-484. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2006.01732.x>
- Ellemborg, D., & St-Louis-Desch enes, M. (2010). The effect of acute physical exercise on cognitive function during development. *Psychology of Sport and exercise*, 11(2), 122-126. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2009.09.006>
- Emek Savaş, D. D., Yerlikaya, D., YENER, G. G., &  ktem Tan r,  . (2020). Validity, reliability and normative data of the stroop test çapa version. *Türk Psikiyatri Dergisi*, 31(1). <https://doi.org/10.5080/u23549>
- Erdoğan, M. (2022). *Fiziksel aktivite ve zihinsel dayanıklılık düzeylerinin uyku kalitesine etkisi*. Özgür Yayınları <https://doi.org/10.58830/ozgur.pub107>
- Erdoğdu, M., Aytaç, G., & Aydın,  . (2023). Web tabanlı oyun aracılığıyla sporda dürtüsel davranış  l  mleri. *Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 21(2), 162-177. <https://doi.org/10.33689/spormetre.1173219>
- Eriksen, B. A., & Eriksen, C. W. (1974). Effects of noise letters upon the identification of a target letter in a nonsearch task. *Perception & Psychophysics*, 16(1), 143-149. <https://doi.org/10.3758/BF03203267>
- Erickson, K. I., Hillman, C., Stillman, C. M., Ballard, R. M., Bloodgood, B., Conroy, D. E., ... & Powell, K. E. (2019). Physical activity, cognition, and brain outcomes: A review of the 2018 physical activity

guidelines. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 51(6), 1242.
<https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001936>

Erickson, K. I., Voss, M. W., Prakash, R. S., Basak, C., Szabo, A., Chaddock, L., Kim, J. S., Heo, S., Alves, H., White, S. M., Wojcicki, T. R., Mailey, E., Vieira, V. J., Martin, S. A., Pence, B. D., Woods, J. A., McAuley, E., & Kramer, A. F. (2011). Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(7), 3017–3022. <https://doi.org/10.1073/pnas.1015950108>

Erlacher, D., Ehrlenspiel, F., Adegbesan, O. A., & Galal El-Din, H. (2011). Sleep habits in German athletes before important competitions or games. *Journal of Sports Sciences*, 29(8), 859-866.
<https://doi.org/10.1080/02640414.2011.565782>

Ertuğrul, A., & Rezaki, M. (2004). Uykunun nörobiyolojisi ve bellek üzerine etkileri. *Türk Psikiyatri Dergisi*, 15(4), 300-308.
<https://turkmedline.net/detay/uykunun-norobiyolojisi-ve-bellek-uzerine-etkileri/a79583672953a39/tr/29%2B2004%2B15%2B4>

Eslinger, P. J., & Damasio, A. R. (1985). Severe disturbance of higher cognition after bilateral frontal lobe ablation: Patient EVR. *Neurology*, 35(12), 1731-1731. <https://doi.org/10.1212/WNL.35.12.1731>

Esmailzadeh, S., Hartman, E., Farzizadeh, R., Azevedo, L. B., Kalantari, H. A., Dziembowska, I., Kostencka, A., Narimani, M., & Abravesh, A. (2018). Association between physical fitness and cognitive performance in young adults. *Biology of Sport*, 35(4), 355–362.
<https://doi.org/10.5114/biol sport.2018.78055>

Espy, K. A. (2004). Using developmental, cognitive, and neuroscience approaches to understand executive control in young children. *Developmental Neuropsychology*, 26(1), 379-384.
https://doi.org/10.1207/s15326942dn2601_1

Esteban-Cornejo, I., Tejero-Gonzalez, C. M., Sallis, J. F., & Veiga, O. L. (2015). Physical activity and cognition in adolescents: A systematic review. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 18(5), 534-539.
<https://doi.org/10.1016/j.jsams.2014.07.007>

Esteban-Cornejo, I., Tejero-Gonzalez, C. M., Sallis, J. F., & Veiga, O. L. (2015). Physical activity and cognition in adolescents: A systematic

- review. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 18(5), 534-539.
<https://doi.org/10.1016/j.jsams.2014.07.007>
- Etnier, J. L., Salazar, W., Landers, D. M., Petruzzello, S. J., Han, M., & Nowell, P. (1997). The influence of physical fitness and exercise upon cognitive functioning: A meta-analysis. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 19(3), 249-277. <https://doi.org/10.1123/jsep.19.3.249>
- Ezati, M., Keshavarz, M., Barandouzi, Z. A., & Montazeri, A. (2020). The effect of regular aerobic exercise on sleep quality and fatigue among female student dormitory residents. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 12(1), 44. <https://doi.org/10.1186/s13102-020-00190-z>
- Farmer, T. A. & Matlin, M. W. (2019). *Cognition*. John Wiley & Sons.
- Feng, X., Wang, M., Zhao, Y., Han, P., & Dai, Y. (2014). Melatonin from different fruit sources, functional roles, and analytical methods. *Trends in Food Science & Technology*, 37(1), 21-31.
<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2014.02.001>
- Fernández-San-Martín, M. I., Masa-Font, R., Palacios-Soler, L., Sancho-Gómez, P., Calbó-Caldentey, C., & Flores-Mateo, G. (2010). Effectiveness of Valerian on insomnia: a meta-analysis of randomized placebo-controlled trials. *Sleep Medicine*, 11(6), 505-511.
<https://doi.org/10.1016/j.sleep.2009.12.009>
- Ferrara M. (2001). How much sleep do we need? *Sleep Med Rev.* 5(2), 155-179.
<https://doi.org/10.1053/smrv.2000.0138>
- Fietze, I., Strauch, J., Holzhausen, M., Glos, M., Theobald, C., Lehnkering, H., & Penzel, T. (2009). Sleep quality in professional ballet dancers. *Chronobiology International*, 26(6), 1249-1262.
<https://doi.org/10.3109/07420520903221319>
- Fitzsimmons, P. T., Maher, J. P., Doerksen, S. E., Elavsky, S., Rebar, A. L., & Conroy, D. E. (2014). A daily process analysis of physical activity, sedentary behavior, and perceived cognitive abilities. *Psychology of Sport and Exercise*, 15(5), 498-504.
<https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2014.04.008>
- Forndran, A., Lastella, M., Roach, G. D., Halson, S., & Sargent, C. (2012). Training schedules in elite swimmers: No time to rest. *Sleep of Different Populations*, 6-10.

- Fournet, N., Roulin, J. L., Vallet, F., Beaudoin, M., Agrigoroaei, S., Paignon, A., ... & Desrichard, O. (2012). Evaluating short-term and working memory in older adults: French normative data. *Aging & Mental Health*, 16(7), 922-930. <https://doi.org/10.1080/13607863.2012.674487>
- Frank, M. G. (2006). The mystery of sleep function: current perspectives and future directions. *Reviews in the Neurosciences*, 17(4), 375-392. <https://doi.org/10.1515/revneuro.2006.17.4.375>
- Frank, M. G., & Benington, J. H. (2006). The role of sleep in memory consolidation and brain plasticity: dream or reality?. *The Neuroscientist*, 12(6), 477-488. <https://doi.org/10.1177/1073858406293552>
- Friedman, N. P., & Miyake, A. (2004). The relations among inhibition and interference control functions: a latent-variable analysis. *Journal of Experimental Psychology: General*, 133(1), 101. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.133.1.101>
- Friedman, N. P., & Miyake, A. (2017). Unity and diversity of executive functions: Individual differences as a window on cognitive structure. *Cortex*, 86, 186-204. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2016.04.023>
- Friedman, N. P., & Robbins, T. W. (2022). The role of prefrontal cortex in cognitive control and executive function. *Neuropsychopharmacology*, 47(1), 72-89. <https://doi.org/10.1038/s41386-021-01132-0>
- Frith, C. D., Friston, K. J., Liddle, P. F., & Frackowiak, R. S. (1991). Willed action and the prefrontal cortex in man: a study with PET. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 244(1311), 241-246. <https://doi.org/10.1098/rspb.1991.0077>
- Fullagar, H. H., Skorski, S., Duffield, R., Hammes, D., Coutts, A. J., & Meyer, T. (2015). Sleep and athletic performance: the effects of sleep loss on exercise performance, and physiological and cognitive responses to exercise. *Sports Medicine*, 45(2), 161-186 <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0260-0>.
- Fuller, P. M., Gooley, J. J., & Saper, C. B. (2006). Neurobiology of the sleep-wake cycle: sleep architecture, circadian regulation, and regulatory

- feedback. *Journal of Biological Rhythms*, 21(6), 482-493.
<https://doi.org/10.1177/0748730406294627>
- Gaertner, B., Buttery, A. K., Finger, J. D., Wolfsgrubner, S., Wagner, M., & Busch, M. A. (2018). Physical exercise and cognitive function across the life span: Results of a nationwide population-based study. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21(5), 489-494.
<https://doi.org/10.1016/j.jsams.2017.08.022>
- Garon, N., Bryson, S. E., & Smith, I. M. (2008). Executive function in preschoolers: a review using an integrative framework. *Psychological Bulletin*, 134(1), 31. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.134.1.31>
- Gathercole, S. E., Willis, C. S., Baddeley, A. D., & Emslie, H. (1994). The children's test of nonword repetition: A test of phonological working memory. *Memory*, 2(2), 103-127.
<https://doi.org/10.1080/09658219408258940>
- Gathercole, S., & Packiam Alloway, T. (2008). *Working memory and learning: A practical guide for teachers*. Sage Publications.
- Gazzaley, A., Cooney, J. W., Rissman, J., & D'esposito, M. (2005). Top-down suppression deficit underlies working memory impairment in normal aging. *Nature Neuroscience*, 8(10), 1298-1300.
<https://doi.org/10.1038/nn1543>
- Genç, A., Şener, Ü., Karabacak, H., & Üçok, K. (2011). Kadın ve erkek genç erişkinler arasında fiziksel aktivite ve yaşam kalitesi farklılıklarının araştırılması. *Kocatepe Tıp Dergisi*, 12(3), 145-150.
<https://doi.org/10.18229/ktd.34902>
- Gerton, B. K., Brown, T. T., Meyer-Lindenberg, A., Kohn, P., Holt, J. L., Olsen, R. K., & Berman, K. F. (2004). Shared and distinct neurophysiological components of the digits forward and backward tasks as revealed by functional neuroimaging. *Neuropsychologia*, 42(13), 1781-1787.
<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2004.04.023>
- Gilbert, S. J., Bird, G., Brindley, R., Frith, C. D., & Burgess, P. W. (2008). Atypical recruitment of medial prefrontal cortex in autism spectrum disorders: An fMRI study of two executive function tasks. *Neuropsychologia*, 46(9), 2281-2291.
<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2008.03.025>

- Godefroy, O., Cabaret, M., Petit-Chenal, V., Pruvo, J. P., & Rousseaux, M. (1999). Control functions of the frontal lobes. Modularity of the central-supervisory system?. *Cortex*, 35(1), 1-20. [https://doi.org/10.1016/S0010-9452\(08\)70782-2](https://doi.org/10.1016/S0010-9452(08)70782-2)
- Goel, N., Rao, H., Durmer, J. S., & Dinges, D. F. (2009). Neurocognitive consequences of sleep deprivation. *Seminars in Neurology*, 29(04), 320-339. <https://doi.org/10.1055/s-0029-1237117>
- Goldstein, S., & Naglieri, J. A. (2014). *Handbook of Executive Functioning*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-8106-5>
- Gorman, A. D., Abernethy, B., & Farrow, D. (2015). Evidence of different underlying processes in pattern recall and decision-making. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 68(9), 1813-1831. <https://doi.org/10.1080/17470218.2014.992797>
- Göksu, Ö. C. (2003). Sedanter kişilere uygulanan 10 haftalık egzersiz programının fiziksel uygunluk ve kan parametrelerine etkisi. *İstanbul Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi*, 3. <https://doi.org/10.17644/iuspor.119389>
- Greeff, J. W., Bosker, R. J., Oosterlaan, J., Visscher, C., & Hartman, E. (2018). Effects of physical activity on executive functions, attention and academic performance in preadolescent children: a meta-analysis. *Journal Of Science And Medicine In Sport*, 21(5), 501-507. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2017.09.595>
- Greene, J. D., Morelli, S. A., Lowenberg, K., Nystrom, L. E., & Cohen, J. D. (2008). Cognitive load selectively interferes with utilitarian moral judgment. *Cognition*, 107(3), 1144-1154. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2007.11.004>
- Grundgeiger, T., Bayen, U. J., & Horn, S. S. (2014). Effects of sleep deprivation on prospective memory. *Memory*, 22(6), 679-686. <https://doi.org/10.1080/09658211.2013.812220>
- Gunning-Dixon, F. M., & Raz, N. (2003). Neuroanatomical correlates of selected executive functions in middle-aged and older adults: a prospective MRI study. *Neuropsychologia*, 41(14), 1929-1941. [https://doi.org/10.1016/S0028-3932\(03\)00129-5](https://doi.org/10.1016/S0028-3932(03)00129-5)
- Gunzenhauser, C., & Nückles, M. (2021). Training executive functions to improve academic achievement: Tackling avenues to far

transfer. *Frontiers in Psychology*, 12, 624008. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.624008>

Gümüş, H. (2009). *Yetiştirme yurtlarında kalan adolesanların beslenme ve fiziksel aktivite durumlarının sağlık ve vücut kompozisyonları ile ilişkisinin saptanması* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Gazi Üniversitesi.

Haack, M., & Mullington, J. M. (2005). Sustained sleep restriction reduces emotional and physical well-being. *Pain*, 119(1-3), 56-64. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2005.09.011>

Hapala, E. (2012). Physical activity, academic performance and cognition in children and adolescents. A systematic review. *Baltic Journal of Health and Physical Activity*, 4(1), 7. <https://doi.org/10.2478/v10131-012-0007-y>

Hall, P. A., Fong, G. T., Epp, L. J., & Elias, L. J. (2008). Executive function moderates the intention-behavior link for physical activity and dietary behavior. *Psychology & Health*, 23(3), 309-326. <https://doi.org/10.1080/14768320701212099>

Hallal, P. C., Andersen, L. B., Bull, F. C., Guthold, R., Haskell, W., & Ekelund, U. (2012). Global physical activity levels: surveillance progress, pitfalls, and prospects. *The Lancet*, 380(9838), 247-257. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)60646-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)60646-1)

Halsen, S. L. (2008). Nutrition, sleep and recovery. *European Journal of Sport Science*, 8(2), 119-126. <https://doi.org/10.1080/17461390801954794>

Halsen, S. L. (2014). Sleep in elite athletes and nutritional interventions to enhance sleep. *Sports Medicine*, 44(Suppl 1), 13-23. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0147-0>

Halsen, S. L., & Juliff, L. E. (2017). Sleep, sport, and the brain. *Progress in Brain Research*, 234, 13-31. <https://doi.org/10.1016/bs.pbr.2017.06.006>

Harrison, Y., & Horne, J. A. (2000). The impact of sleep deprivation on decision making: A review. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 6(3), 236. <https://doi.org/10.1037/1076-898X.6.3.236>

Hasher, L., & Zacks, R. T. (1988). Working memory, comprehension, and aging: A review and a new view. *Psychology of Learning and Motivation*, 22, 193-225. [https://doi.org/10.1016/S0079-7421\(08\)60041-9](https://doi.org/10.1016/S0079-7421(08)60041-9)

- Hasher, L., Stoltzfus, E. R., Zacks, R. T., & Rypma, B. (1991). Age and inhibition. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 17(1), 163. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.17.1.163>
- Hausswirth, C., Louis, J., Aubry, A., Bonnet, G., Duffield, R. O. B., & Le Meur, Y. (2014). Evidence of disturbed sleep and increased illness in overreached endurance athletes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. <https://opus.lib.uts.edu.au/handle/10453/34282>
- Hayashino, Y., Yamazaki, S., Takegami, M., Nakayama, T., Sokejima, S., & Fukuhara, S. (2010). Association between number of comorbid conditions, depression, and sleep quality using the Pittsburgh Sleep Quality Index: results from a population-based survey. *Sleep Medicine*, 11(4), 366-371. <https://doi.org/10.1016/j.sleep.2009.05.021>
- Heaton, R. K. (1981). A manual for the wisconsin card sorting test. *Psychological Assessment Resources*, 5(7). <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=1178753>
- Heaton, R. K. (1981). Wisconsin card sorting test. *Psychological Assessment Resources*, 4(3). <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=1128879>
- Henry, L. (2011). *The development of working memory in children*. Sage Publication. <https://doi.org/10.4135/9781446251348>
- Herxheimer, A., & Petrie, K. J. (2002). Cochrane Common Mental Disorders Group. *Melatonin For the Prevention and Treatment of Jet Lag*. *Cochrane Database Syst Rev*, 30. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD001520>
- Hester, R. L., Kinsella, G. J., & Ong, B. E. N. (2004). Effect of age on forward and backward span tasks. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 10(4), 475-481. <https://doi.org/10.1017/S13555617704104037>
- Heyder, K., Suchan, B., & Daum, I. (2004). Cortico-subcortical contributions to executive control. *Acta Psychologica*, 115(2-3), 271-289. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2003.12.010>
- Hillman, C. H., Erickson, K. I., & Kramer, A. F. (2008). Be smart, exercise your heart: Exercise effects on brain and cognition. *Nature Reviews Neuroscience*, 9(1), 58-65. <https://doi.org/10.1038/nrn2298>
- Hindmarch, I., Rigney, U., Stanley, N., Quinlan, P., Rycroft, J., & Lane, J. (2000). A naturalistic investigation of the effects of day-long consumption of tea,

- coffee and water on alertness, sleep onset and sleep quality. *Psychopharmacology*, 149(3), 203-216.
<https://doi.org/10.1007/s002130000383>
- Hirshkowitz, M., Whiton, K., Albert, S. M., Alessi, C., Bruni, O., DonCarlos, L., ... & Ware, J. C. (2015). National Sleep Foundation's updated sleep duration recommendations. *Sleep Health*, 1(4), 233-243.
<https://doi.org/10.1016/j.sleh.2015.10.004>
- Hiscock, N., Petersen, E. W., Krzywkowski, K., Boza, J., Halkjaer-Kristensen, J., & Pedersen, B. K. (2003). Glutamine supplementation further enhances exercise-induced plasma IL-6. *Journal of Applied Physiology*, 95(1), 145-148. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00471.2002>
- Hjorth, M. F., Sørensen, L. B., Andersen, R., Dyssegaard, C. B., Ritz, C., Tetens, I., ... & Sjödin, A. (2016). Normal weight children have higher cognitive performance—Independent of physical activity, sleep, and diet. *Physiology & Behavior*, 165, 398-404. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2016.08.021>
- Hofmann, W., Schmeichel, B. J., & Baddeley, A. D. (2012). Executive functions and self-regulation. *Trends in cognitive sciences*, 16(3), 174-180.
<https://doi.org/10.1016/j.tics.2012.01.006>
- Hommel, B. (2011). The Simon effect as tool and heuristic. *Acta Psychologica*, 136(2), 189-202.
<https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2010.04.011>
- Hunter, S. J., & Sparrow, E. P. (2012). *Executive function and dysfunction: identification, assessment and treatment*. Cambridge University Press.
<https://www.torrossa.com/gs/resourceProxy?an=4913581&publisher=FZ7200>
- Hynynen, E. S. A., Uusitalo, A., Konttinen, N., & Rusko, H. (2006). Heart rate variability during night sleep and after awakening in overtrained athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 38(2), 313-317.
<https://doi.org/10.1249/01.mss.0000184631.27641.b5>
- Inzlicht, M., Bartholow, B. D., & Hirsh, J. B. (2015). Emotional foundations of cognitive control. *Trends in Cognitive Sciences*, 19(3), 126-132.
<https://doi.org/10.1016/j.tics.2015.01.004>

- Ionescu, T. (2012). Exploring the nature of cognitive flexibility. *New Ideas in Psychology*, 30(2), 190-200.
<https://doi.org/10.1016/j.newideapsych.2011.11.001>
- Jacelon, C. S. (1997). The trait and process of resilience. *Journal of Advanced Nursing*, 25(1), 123-129. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2648.1997.1997025123.x>
- Jahanshahi, M., Dirnberger, G., Fuller, R., & Frith, C. D. (2000). The role of the dorsolateral prefrontal cortex in random number generation: a study with positron emission tomography. *Neuroimage*, 12(6), 713-725.
<https://doi.org/10.1006/nimg.2000.0647>
- Jarraya, S., Jarraya, M., Chtourou, H., & Souissi, N. (2014). Effect of time of day and partial sleep deprivation on the reaction time and the attentional capacities of the handball goalkeeper. *Biological Rhythm Research*, 45(2), 183-191. <https://doi.org/10.1080/09291016.2013.787685>
- Jetté, M., Sidney, K., & Blümchen, G. (1990). Metabolic equivalents (METs) in exercise testing, exercise prescription, and evaluation of functional capacity. *Clinical Cardiology*, 13(8), 555-565.
<https://doi.org/10.1002/clc.4960130809>
- Juliff, L. E., Halson, S. L., & Peiffer, J. J. (2015). Understanding sleep disturbance in athletes prior to important competitions. *Journal of Science and Medicine In Sport*, 18(1), 13-18.
<https://doi.org/10.1016/j.jsams.2014.02.007>
- Jurado, M. B., & Rosselli, M. (2007). The elusive nature of executive functions: A review of our current understanding. *Neuropsychology Review*, 17(3), 213-233. <https://doi.org/10.1007/s11065-007-9040-z>
- Kahn, M., Sheppes, G., & Sadeh, A. (2013). Sleep and emotions: Bidirectional links and underlying mechanisms. *International Journal of Psychophysiology*, 89(2), 218-228.
<https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2013.05.010>
- Kanki, B. G. (2018). Cognitive functions and human error. In *Space Safety and Human Performance* (pp. 17-52). Butterworth-Heinemann.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-08-101869-9.00002-9>

- Karakaş, S., Irak, M., & Ersezgin, Ö. U. (1998). *Wisconsin Kart Eşleme Testi (WCST) ve Stroop Testi TBAG formu puanlarının test içi ve testler-arası ilişkileri*. X. Ulusal Psikoloji Kongresi.
- Karakaş, S., & Karakaş, M. (2000). Multidisciplinary approach in the analysis of executive functions: from cognitive psychology to neuroradiology. *Turkish Journal Clinical Psychiatry*, 3(4), 215-227. <https://dx.doi.org/10.5505/kpd.2020.78790>
- Karayanidis, F., Provost, A., Brown, S., Paton, B., & Heathcote, A. (2011). Switch-specific and general preparation map onto different ERP components in a task-switching paradigm. *Psychophysiology*, 48(4), 559-568. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2010.01115.x>
- Kartal, M., & Balcı, E. (2018). Harran Üniversitesi öğrencilerinin fiziksel aktivite düzeyleri ve ilişkin faktörler. *Sağlık Akademisyenleri Dergisi*, 5(4), 301-310. <https://doi.org/10.5455/sad.13-1536565480>
- Katz, P., Andonian, B. J., & Huffman, K. M. (2020). Benefits and promotion of physical activity in rheumatoid arthritis. *Current Opinion in Rheumatology*, 32(3), 307-314. <https://doi.org/10.1097/BOR.0000000000000696>
- Kellmann, M. (2010). Preventing overtraining in athletes in high-intensity sports and stress/recovery monitoring. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20, 95-102. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01192.x>
- Kennedy, D. O., Wake, G., Savelev, S., Tildesley, N. T. J., Perry, E. K., Wesnes, K. A., & Scholey, A. B. (2003). Modulation of mood and cognitive performance following acute administration of single doses of Melissa officinalis (Lemon balm) with human CNS nicotinic and muscarinic receptor-binding properties. *Neuropsychopharmacology*, 28(10), 1871-1881. <https://doi.org/10.1038/sj.npp.1300230>
- Killgore, W. D. S. (2010). Effects of sleep deprivation on cognition. *Progress in Brain Research*, 185, 105-129. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53702-7.00007-5>
- Kirchner, W. K. (1958). Age differences in short-term retention of rapidly changing information. *Journal of Experimental Psychology*, 55(4), 352. <https://doi.org/10.1037/h0043688>

- Kloo, D., & Perner, J. (2005). Disentangling dimensions in the dimensional change card-sorting task. *Developmental Science*, 8(1), 44-56. <https://doi.org/10.1111/j.1467-7687.2005.00392.x>
- Knufinke, M., Nieuwenhuys, A., Maase, K., Moen, M. H., Geurts, S. A., Coenen, A. M., & Kompier, M. A. (2018). Effects of natural between-days variation in sleep on elite athletes' psychomotor vigilance and sport-specific measures of performance. *Journal of Sports Science & Medicine*, 17(4), 515. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6243629/>
- Koca Kosova, M., & Kosova, S. (2022). The evaluation of physical activity levels and sleep quality of high school and university students during the COVID-19 pandemic. *Journal of Turkish Sleep Medicine*, 9(2), 115–119. <https://doi.org/10.4274/jtsm.galenos.2021.30092>
- Kochanska, G., Coy, K. C., & Murray, K. T. (2001). The development of self-regulation in the first four years of life. *Child Development*, 72(4), 1091-1111. <https://doi.org/10.1111/1467-8624.00336>
- Kohlhuber, M., & Bolte, G. (2011). Influence of environmental noise on sleep quality and sleeping disorders-implications for health. *Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung, Gesundheitsschutz*, 54(12), 1319-1324. <https://doi.org/10.1007/s00103-011-1370-6>
- Koruç, Z., & Bayar, P. (2004). Egzersizin depresyon tedavisindeki yeri ve etkileri. *Spor Bilimleri Dergisi*, 15(1), 49-64. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/sbd/article/171487>
- Kovac, K., Ferguson, S. A., Paterson, J. L., Aisbett, B., Hilditch, C. J., Reynolds, A. C., & Vincent, G. E. (2020). Exercising caution upon waking—can exercise reduce sleep inertia?. *Frontiers in Physiology*, 11, 254. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00254>
- Kölling, S., Hitzschke, B., Holst, T., Ferrauti, A., Meyer, T., Pfeiffer, M., & Kellmann, M. (2015). Validity of the acute recovery and stress scale: Training monitoring of the German junior national field hockey team. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 10(2-3), 529-542. <https://doi.org/10.1260/1747-9541.10.2-3.529>
- Kölling, S., Ferrauti, A., Pfeifer, M., Meyer, T., & Kellmann, M. (2016). Sleep in Sports: A Short Summary of Alterations in Sleep/Wake Patterns and the

Effects of Sleep Loss and Jet-Lag. *German Journal of Sports Medicine/Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 67(2).
<https://doi.org/10.5960/dzsm.2016.215>

Krause, A. J., Simon, E. B., Mander, B. A., Greer, S. M., Saletin, J. M., Goldstein-Piekarski, A. N., & Walker, M. P. (2017). The sleep-deprived human brain. *Nature Reviews Neuroscience*, 18(7), 404-418.
<https://doi.org/10.1038/nrn.2017.55>

Kray, J., & Lindenberger, U. (2000). Adult age differences in task switching. *Psychology and Aging*, 15(1), 126.
<https://doi.org/10.1037/0882-7974.15.1.126>

Kray, J. (2006). Task-set switching under cue-based versus memory-based switching conditions in younger and older adults. *Brain Research*, 1105(1), 83-92. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2005.11.016>

Kredlow, M. A., Capozzoli, M. C., Hearon, B. A., Calkins, A. W., & Otto, M. W. (2015). The effects of physical activity on sleep: A meta-analytic review. *Journal of Behavioral Medicine*, 38(3), 427-449.
<https://doi.org/10.1007/s10865-015-9617-6>

Kurt, S., & Enç, N. (2013). Sleep problems in critical care patients and nursing care. *Turkish Journal of Cardiovascular Nursing*, 4(5), 1-8.
<https://doi.org/10.5543/khd.2013.001>

Lambourne, K. (2006). The relationship between working memory capacity and physical activity rates in young adults. *Journal of Sports Science & Medicine*, 5(1), 149-153.
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3818667/>

Lazeron, R. H., Rombouts, S. A., Machielsen, W. C., Scheltens, P., Witter, M. P., Uylings, H. B., & Barkhof, F. (2000). Visualizing brain activation during planning: the tower of London test adapted for functional MR imaging. *American Journal of Neuroradiology*, 21(8), 1407-1414.
<https://www.ajnr.org/content/21/8/1407>

Leatherwood, W. E., & Dragoo, J. L. (2013). Effect of airline travel on performance: a review of the literature. *British Journal of Sports Medicine*, 47(9), 561-567. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-091449>

- Le Meur, Y., Duffield, R., & Skein, M. (2012). Sleep: In recovery for performance in sport. *IL: Human Kinetics*. <https://doi.org/10.1007/S40279-014-0260-0>
- Leeder, J., Glaister, M., Pizzoferro, K., Dawson, J., & Pedlar, C. (2012). Sleep duration and quality in elite athletes measured using wristwatch actigraphy. *Journal of Sports Sciences*, 30(6), 541-545. <https://doi.org/10.1080/02640414.2012.660188>
- Lehto, J. (1996). Working memory capacity and summarizing skills in ninth-graders. *Scandinavian Journal of Psychology*, 37(1), 84-92. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9450.1996.tb00641.x>
- Lepsien, J., Thornton, I., & Nobre, A. C. (2011). Modulation of working-memory maintenance by directed attention. *Neuropsychologia*, 49(6), 1569-1577. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2011.03.011>
- Lezak, M. D. (2004). *Neuropsychological assessment*. Oxford University Press.
- Lie, C. H., Specht, K., Marshall, J. C., & Fink, G. R. (2006). Using fMRI to decompose the neural processes underlying the Wisconsin Card Sorting Test. *Neuroimage*, 30(3), 1038-1049. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2005.10.031>
- Lim, J., & Dinges, D. F. (2010). A meta-analysis of the impact of short-term sleep deprivation on cognitive variables. *Psychological Bulletin*, 136(3), 375–389. <https://doi.org/10.1037/a0018883>
- Lo, J. C., Groeger, J. A., Santhi, N., Arbon, E. L., Lazar, A. S., Hasan, S., ... Dijk, D. J. (2016). Effects of partial and acute total sleep deprivation on performance across cognitive domains. *Sleep*, 39(10), 1847–1857. <https://doi.org/10.5665/sleep.6230>
- Lo, H. M., Leung, J. H. Y., Chau, G. K. Y., Lam, M. H., Lee, K. Y., & Ho, A. (2017). Factors affecting sleep quality among adolescent athletes. *Sports Nutr Ther*, 2(123), 1-6. <https://doi.org/10.4172/2473-6449.1000123>
- Logan, G. D. (1994). On the ability to inhibit thought and action: A users' guide to the stop signal paradigm. In D. Dagenbach & T. H. Carr (Eds.), *Inhibitory processes in attention, memory, and language* (pp. 189–239). Academic Press. <https://psycnet.apa.org/record/1994-97487-005>

- Logie, R. H. (1989). Characteristics of visual short-term memory. *European Journal of Cognitive Psychology*, 1(4), 275-284.
<https://doi.org/10.1080/09541448908403088>
- Logie, R., & Pearson, D. G. (1997). The inner eye and the inner scribe of visuo-spatial working memory: Evidence from developmental fractionation. *European Journal of Cognitive Psychology*, 9(3), 241-257.
<https://doi.org/10.1080/713752559>
- Logie, R. H. (2014). *Visuo-spatial Working Memory*. Psychology Press.
<https://doi.org/10.4324/9781315804743>
- Louie, K., & Glimcher, P. W. (2010). Separating value from choice: delay discounting activity in the lateral intraparietal area. *Journal of Neuroscience*, 30(16), 5498-5507.
<https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.5742-09.2010>
- Lu, C. H., & Proctor, R. W. (1995). The influence of irrelevant location information on performance: A review of the Simon and spatial Stroop effects. *Psychonomic Bulletin & Review*, 2(2), 174-207.
<https://doi.org/10.3758/BF03210959>
- Luciana, M., & Nelson, C. A. (2002). Assessment of neuropsychological function through use of the Cambridge Neuropsychological Testing Automated Battery: performance in 4-to 12-year-old children. *Developmental Neuropsychology*, 22(3), 595-624.
https://doi.org/10.1207/S15326942DN2203_3
- Luke, A., Lazaro, R. M., Bergeron, M. F., Keyser, L., Benjamin, H., Brenner, J., ... & Smith, A. (2011). Sports-related injuries in youth athletes: is overscheduling a risk factor?. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 21(4), 307-314. <https://doi.org/10.1097/JSM.0b013e3182218f71>
- Luna, B., Garver, K. E., Urban, T. A., Lazar, N. A., & Sweeney, J. A. (2004). Maturation of cognitive processes from late childhood to adulthood. *Child Development*, 75(5), 1357-1372. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2004.00745.x>
- Luria, A. R. (1972). Aphasia reconsidered. *Cortex: A Journal Devoted to the Study of the Nervous System and Behavior*, 8(1), 34-40.
[https://doi.org/10.1016/S0010-9452\(72\)80025-X](https://doi.org/10.1016/S0010-9452(72)80025-X)

- Luthans, F. (2002). Positive organizational behavior: Developing and managing psychological strengths. *Academy of Management Perspectives*, 16(1), 57-72. <https://doi.org/10.5465/ame.2002.6640181>
- Luyster, F. S., Strollo Jr, P. J., Zee, P. C., & Walsh, J. K. (2012). Sleep: a health imperative. *Sleep*, 35(6), 727-734. <https://doi.org/10.5665/sleep.1846>
- MacLeod, C. M. (2005). The Stroop Task in Cognitive Research. In A. Wenzel & D. C. Rubin (Eds.), *Cognitive methods and their application to clinical research* (pp. 17–40). American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/10870-002>
- Malenka, R. C., Nestler, E. J., Hyman, S. E., Sydor, A., & Brown, R. Y. (2009). *Molecular neuropharmacology: A foundation for clinical neuroscience*. McGraw-Hill Medical.
- Manaf, H. (2013). Barriers to participation in physical activity and exercise among middle-aged and elderly individuals. *Singapore Med J*, 54(10), 581-586. <https://doi.org/10.11622/smedj.2013203>
- Mander, B. A., Winer, J. R., & Walker, M. P. (2017). Sleep and human aging. *Neuron*, 94(1), 19-36. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2017.02.004>
- Markus, C. R., Jonkman, L. M., Lammers, J. H., Deutz, N. E., Messer, M. H., & Rigtering, N. (2005). Evening intake of α -lactalbumin increases plasma tryptophan availability and improves morning alertness and brain measures of attention. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 81(5), 1026-1033. <https://doi.org/10.1093/ajcn/81.5.1026>
- Marshall, G. J., & Turner, A. N. (2016). The importance of sleep for athletic performance. *Strength & Conditioning Journal*, 38(1), 61-67. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000189>
- Maski, K. P., & Kothare, S. V. (2013). Sleep deprivation and neurobehavioral functioning in children. *International Journal of Psychophysiology*, 89(2), 259-264. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2013.06.019>
- Matricciani, L., Paquet, C., Galland, B., Short, M., & Olds, T. (2019). Children's sleep and health: a meta-review. *Sleep Medicine Reviews*, 46, 136-150. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.smr.2019.04.011>
- Mayr, U., & Liebscher, T. (2001). Is there an age deficit in the selection of mental sets?. *European Journal of Cognitive Psychology*, 13(1-2), 47-69. <https://doi.org/10.1080/09541440042000214>

- McCabe, D. P., Roediger III, H. L., McDaniel, M. A., Balota, D. A., & Hambrick, D. Z. (2010). The relationship between working memory capacity and executive functioning: evidence for a common executive attention construct. *Neuropsychology*, 24(2), 222. <https://doi.org/10.1037/a0017619>
- McCloskey, G., Perkins, L. A., & Van Diviner, B. (2008). *Assessment and Intervention For Executive Function Difficulties*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203893753>
- Melanson, E. L., Keadle, S. K., Donnelly, J. E., Braun, B., & King, N. A. (2013). Resistance to exercise-induced weight loss: Compensatory adaptations. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 41(1), 45–51. <https://doi.org/10.1097/JES.0b013e31825fdb44>
- Meiran, N., & Gotler, A. (2001). Modelling cognitive control in task switching and ageing. *European Journal of Cognitive Psychology*, 13(1-2), 165-186. <https://doi.org/10.1080/09541440042000269>
- Mejri, M. A., Hammouda, O., Zouaoui, K., Chaouachi, A., Chamari, K., Rayana, M. C. B., & Souissi, N. (2014). Effect of two types of partial sleep deprivation on Taekwondo players' performance during intermittent exercise. *Biological Rhythm Research*, 45(1), 17-26. <https://doi.org/10.1080/09291016.2013.787686>
- Miles, K. H., Clark, B., Fowler, P. M., Miller, J., & Pumpa, K. L. (2019). Sleep practices implemented by team sport coaches and sports science support staff: A potential avenue to improve athlete sleep?. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 22(7), 748-752. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2019.01.008>
- Milewski, M. D., Skaggs, D. L., Bishop, G. A., Pace, J. L., Ibrahim, D. A., Wren, T. A., & Barzdukas, A. (2014). Chronic lack of sleep is associated with increased sports injuries in adolescent athletes. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 34(2), 129-133. <https://doi.org/10.1097/BPO.0000000000000151>
- Miller, E. K., & Cohen, J. D. (2001). An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual Review of Neuroscience*, 24, 167–202. <https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.24.1.167>
- Miller, K. M., Price, C. C., Okun, M. S., Montijo, H., & Bowers, D. (2009). Is the n-back task a valid neuropsychological measure for assessing working

- memory?. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 24(7), 711-717. <https://doi.org/10.1093/arclin/acp063>
- Minett, G. M., & Duffield, R. (2014). Is recovery driven by central or peripheral factors? A role for the brain in recovery following intermittent-sprint exercise. *Frontiers in Physiology*, 5, 24. <https://doi.org/10.3389/fphys.2014.00024>
- Meng, X., Murakami, T., & Hashiya, K. (2017). Phonological loop affects children's interpretations of explicit but not ambiguous questions: Research on links between working memory and referent assignment. *PloS one*, 12(10), e0187368. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0187368>
- Mischel, W., Shoda, Y., & Rodriguez, M. L. (1989). Delay of gratification in children. *Science*, 244(4907), 933-938. <https://doi.org/10.1126/science.2658056>
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "frontal lobe" tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41(1), 49-100. <https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734>
- Miyake, A., & Friedman, N. P. (2012). The nature and organization of individual differences in executive functions: Four general conclusions. *Current Directions in Psychological Science*, 21(1), 8-14. <https://doi.org/10.1177/0963721411429458>
- Moffitt, T. E., Arseneault, L., Belsky, D., Dickson, N., Hancox, R. J., Harrington, H., ... & Caspi, A. (2011). A gradient of childhood self-control predicts health, wealth, and public safety. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(7), 2693-2698. <https://doi.org/10.1073/pnas.1010076108>
- Moll, J., de Oliveira-Souza, R., Eslinger, P. J., Bramati, I. E., Mourao-Miranda, J., Andreiuolo, P. A., & Pessoa, L. (2002). The neural correlates of moral sensitivity: a functional magnetic resonance imaging investigation of basic and moral emotions. *Journal of Neuroscience*, 22(7), 2730-2736. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.22-07-02730.2002>
- Monchi, O., Petrides, M., Petre, V., Worsley, K., & Dagher, A. (2001). Wisconsin Card Sorting revisited: distinct neural circuits participating in different stages of the task identified by event-related functional magnetic

- resonance imaging. *Journal of Neuroscience*, 21(19), 7733-7741.
<https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.21-19-07733.2001>
- Monsell, S. (2021). Control of mental processes. In *Unsolved Mysteries of the Mind* (pp. 93-148). Psychology press.
- Monsell, S. (2003). Task switching. *Trends in Cognitive Sciences*, 7(3), 134–140.
[https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(03\)00028-7](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(03)00028-7)
- Montaruli, A., Galasso, L., Caumo, A., Cè, E., Pesenti, C., Roveda, E., & Esposito, F. (2017). The circadian typology: The role of physical activity and melatonin. *Sport Sciences for Health*, 13(3), 469-476.
<https://doi.org/10.1007/s11332-017-0389-y>
- Morris, R. G., Ahmed, S., Syed, G. M., & Toone, B. K. (1993). Neural correlates of planning ability: Frontal lobe activation during the Tower of London test. *Neuropsychologia*, 31(12), 1367-1378. [https://doi.org/10.1016/0028-3932\(93\)90104-8](https://doi.org/10.1016/0028-3932(93)90104-8)
- Mostofsky, S. H., & Simmonds, D. J. (2008). Response inhibition and response selection: two sides of the same coin. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 20(5), 751-761. <https://doi.org/10.1162/jocn.2008.20500>
- Mougin, F., Bourdin, H., Simon-Rigaud, M. L., Nhu, U. N., Kantelip, J. P., & Davenne, D. (2001). Hormonal responses to exercise after partial sleep deprivation and after a hypnotic drug-induced sleep. *Journal of Sports Sciences*, 19(2), 89-97. <https://doi.org/10.1080/026404101300036253>
- Mougin, F., Simon-Rigaud, M. L., Davenne, D., Renaud, A., Garnier, A., Kantelip, J. P., & Magnin, P. (1991). Effects of sleep disturbances on subsequent physical performance. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 63(2), 77-82.
<https://doi.org/10.1007/BF00235173>
- Mullane, J. C., Corkum, P. V., Klein, R. M., & McLaughlin, E. (2009). Interference control in children with and without ADHD: A systematic review of Flanker and Simon task performance. *Child Neuropsychology*, 15(4), 321-342.
<https://doi.org/10.1080/09297040802348028>
- Mulligan, Nassar, E., C., Taylor, L., Kerksick, C., Galbreath, M., Greenwood, M., ... & Willoughby, D. S. (2007). Effects of a single dose of N-Acetyl-5-methoxytryptamine (Melatonin) and resistance exercise on the growth

- hormone/IGF-1 axis in young males and females. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 4(1), 14.
<https://doi.org/10.1186/1550-2783-4-14>
- Mullington, J. M., Simpson, N. S., Meier-Ewert, H. K., & Haack, M. (2010). Sleep loss and inflammation. *Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism*, 24(5), 775-784.
<https://doi.org/10.1016/j.beem.2010.08.014>
- Munakata, Y., Snyder, H. R., & Chatham, C. H. (2012). Developing cognitive control: Three key transitions. *Current Directions in Psychological Science*, 21(2), 71-77. <https://doi.org/10.1177/0963721412436807>
- Munakata, Y., & Michaelson, L. E. (2021). Executive functions in social context: Implications for conceptualizing, measuring, and supporting developmental trajectories. *Annual Review of Developmental Psychology*, 3(1), 139-163. <https://doi.org/10.1146/annurev-devpsych-121318-085005>
- Munoz, D. P., & Everling, S. (2004). Look away: the anti-saccade task and the voluntary control of eye movement. *Nature Reviews Neuroscience*, 5(3), 218-228. <https://doi.org/10.1038/nrn1345>
- Nayak, S.B., Miranda, S.A., Fitzrol, O.J., Anthony, L., Rao, G.S., Aithal, A.P. (2016). The impact of physical activities on the academic performance of medical students. *Online Journal of Health and Allied Sciences*, 15(2),4.
<http://www.ojhas.org/issue58/2016-2-4.html>
- Nigg, J. T. (2000). On inhibition/disinhibition in developmental psychopathology: views from cognitive and personality psychology and a working inhibition taxonomy. *Psychological Bulletin*, 126(2), 220.
<https://doi.org/10.1037/0033-2909.126.2.220>
- Nigg, J. T. (2001). Is ADHD a disinhibitory disorder?. *Psychological Bulletin*, 127(5), 571. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.127.5.571>
- Nimmo, M. A., & Ekblom, B. (2007). Fatigue and illness in athletes. *Journal of Sports Sciences*, 25(S1), S93-S102.
<https://doi.org/10.1080/02640410701607379>
- Norman, D. A., & Shallice, T. (1986). Attention to action: Willed and automatic control of behavior. In *Consciousness and self-regulation: Advances in*

- Research and Theory Volume 4* (pp. 1-18). Boston, MA: Springer US.
https://doi.org/10.1007/978-1-4757-0629-1_1
- Nédélec, M., Halson, S., Abaidia, A. E., Ahmaidi, S., & Dupont, G. (2015). Stress, sleep and recovery in elite soccer: A critical review of the literature. *Sports Medicine*, 45(10), 1387-1400.
<https://doi.org/10.1007/s40279-015-0358-z>
- Oberauer, K. (2005). Binding and inhibition in working memory: individual and age differences in short-term recognition. *Journal of Experimental Psychology: General*, 134(3), 368. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.134.3.368>
- Ochsner, K. N., Bunge, S. A., Gross, J. J., & Gabrieli, J. D. (2002). Rethinking feelings: an fMRI study of the cognitive regulation of emotion. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 14(8), 1215-1229.
<https://doi.org/10.1162/089892902760807212>
- Ochsner, K. N., Silvers, J. A., & Buhle, J. T. (2012). Functional imaging studies of emotion regulation: a synthetic review and evolving model of the cognitive control of emotion. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1251(1), E1-E24. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2012.06751.x>
- Oda, S., & Shirakawa, K. (2014). Sleep onset is disrupted following pre-sleep exercise that causes large physiological excitement at bedtime. *European Journal of Applied Physiology*, 114(9), 1789-1799.
<https://doi.org/10.1007/s00421-014-2873-2>
- Ordóñez, F. M., Oliver, A. J. S., Bastos, P. C., Guillén, L. S., & Domínguez, R. (2017). Sleep improvement in athletes: Use of nutritional supplements. *Am. J. Sports Med*, 34, 93-99.
https://archivosdemedicinadeldeporte.com/articulos/upload/rev01_mata_ordonez-ingles.pdf
- Osaka, N., Osaka, M., Kondo, H., Morishita, M., Fukuyama, H., & Shibasaki, H. (2004). The neural basis of executive function in working memory: an fMRI study based on individual differences. *Neuroimage*, 21(2), 623-631.
<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2003.09.069>
- Osthoff, A. K. R., Niedermann, K., Braun, J., Adams, J., Brodin, N., Dagfinrud, H., ... & Vlieland, T. P. V. (2018). 2018 EULAR recommendations for

- physical activity in people with inflammatory arthritis and osteoarthritis. *Annals of the Rheumatic Diseases*, 77(9), 1251-1260. <https://doi.org/10.1136/annrheumdis-2018-213585>
- Owen, A. M., McMillan, K. M., Laird, A. R., & Bullmore, E. (2005). N-back working memory paradigm: A meta-analysis of normative functional neuroimaging studies. *Human Brain Mapping*, 25(1), 46-59. <https://doi.org/10.1002/hbm.20131>
- Öhrström, E., & Skånberg, A. (2004). Sleep disturbances from road traffic and ventilation noise—laboratory and field experiments. *Journal of Sound and Vibration*, 271(1-2), 279-296. [https://doi.org/10.1016/S0022-460X\(03\)00753-3](https://doi.org/10.1016/S0022-460X(03)00753-3)
- Öngür, D., & Price, J. L. (2000). The organization of networks within the orbital and medial prefrontal cortex of rats, monkeys and humans. *Cerebral Cortex*, 10(3), 206-219. <https://doi.org/10.1093/cercor/10.3.206>
- Özer, E. (2013). *Üniversite öğrencilerinin psikolojik sağlık düzeylerinin duygusal zeka ve beş faktör kişilik özellikleri açısından incelenmesi* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Necmettin Erbakan Üniversitesi.
- Özer, K., (2013). *Fiziksel uygunluk*. Nobel Yayınevi.
- Özcan, N. (2022). *Algılanan stres ile bilişsel esnekliğin yürütücü işlevler açısından incelenmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Atatürk University.
- Öztürk, F. M. (2005). *Üniversitede eğitim-öğretim gören öğrencilerde uluslararası fiziksel aktivite anketinin geçerliliği ve güvenilirliği ve fiziksel aktivite düzeylerinin belirlenmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Hacettepe Üniversitesi.
- Paffenbarger Jr, R. S., Blair, S. N., & Lee, I. M. (2001). A history of physical activity, cardiovascular health and longevity: The scientific contributions of Jeremy N Morris, DSc, DPH, FRCP. *International journal of epidemiology*, 30(5), 1184-1192. <https://doi.org/10.1093/ije/30.5.1184>
- Panton, L.B., Artese, A.L. (2015). Types of Exercise: Flexibility, Strength, Endurance, Balance. In: G., Sullivan, A., Pomidor (Eds.), *Exercise for aging adults*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-16095-5_4

- Parmaksız, H. (2007). *Yetişkin obezlerde fiziksel aktivite seviyesinin belirlenmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Parrilla, M. M., Kautiainen, R. J., & King, T. Z. (2025). Sleep quality and executive function in a diverse sample of healthy young adults. *Applied Neuropsychology: Adult*, 32(6), 1634-1642. <https://doi.org/10.1080/23279095.2023.2297299>
- Peake, J. M., Neubauer, O., Walsh, N. P., & Simpson, R. J. (2017). Recovery of the immune system after exercise. *Journal of Applied Physiology*, 122(5), 1077-1087. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00622.2016>
- Peke, K. (2020). *Oryantiring katılımcılarının spora bağlılıkları ve zihinsel dayanıklılıklarının incelenmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. İstanbul Gelişim Üniversitesi.
- Peltsch, A., Hemraj, A., Garcia, A., & Munoz, D. P. (2011). Age-related trends in saccade characteristics among the elderly. *Neurobiology of Aging*, 32(4), 669-679. <https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2009.04.001>
- Perner, J., Lang, B., & Kloo, D. (2002). Theory of mind and self-control: More than a common problem of inhibition. *Child Development*, 73(3), 752-767. <https://doi.org/10.1111/1467-8624.00436>
- Pessoa, L. (2009). How do emotion and motivation direct executive control?. *Trends in Cognitive Sciences*, 13(4), 160-166. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2009.01.006>
- Peterson, L., & Peterson, M. J. (1959). Short-term retention of individual verbal items. *Journal of Experimental Psychology*, 58(3), 193. <https://doi.org/10.1037/h0049234>
- Petrides, M., Alivisatos, B., Meyer, E., & Evans, A. C. (1993). Functional activation of the human frontal cortex during the performance of verbal working memory tasks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 90(3), 878-882. <https://doi.org/10.1073/pnas.90.3.878>
- Pigeon, W. R., Carr, M., Gorman, C., & Perlis, M. L. (2010). Effects of a tart cherry juice beverage on the sleep of older adults with insomnia: a pilot study. *Journal of Medicinal Food*, 13(3), 579-583. <https://doi.org/10.1089/jmf.2009.0096>

- Pochon, J. B., Levy, R., Fossati, P., Lehericy, S., Poline, J. B., Pillon, B., ... & Dubois, B. (2002). The neural system that bridges reward and cognition in humans: an fMRI study. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(8), 5669-5674. <https://doi.org/10.1073/pnas.082111099>
- Posner, M. I., & Snyder, C. R. (2024). Attention and cognitive control 1. In *Information Processing and Cognition* (pp. 55-85). Routledge.
- Posner, M. I., & DiGirolamo, G. J. (1998). Executive attention: Conflict, target detection, and cognitive control. In R. Parasuraman (Ed.), *The attentive brain* (pp. 401–423). The MIT Press.
- Postolache, T. T., & Oren, D. A. (2005). Circadian phase shifting, alerting, and antidepressant effects of bright light treatment. *Clinics in Sports Medicine*, 24(2), 381-413. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2004.12.005>
- Pontzer, H., Durazo-Arvizu, R., Dugas, L. R., Plange-Rhule, J., Bovet, P., Forrester, T. E., Lambert, E. V., Cooper, R. S., Schoeller, D. A., & Luke, A. (2016). Constrained total energy expenditure and metabolic adaptation to physical activity in adult humans. *Current Biology*, 26(3), 410–417. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2015.12.046>
- Prather, A. A., Janicki-Deverts, D., Hall, M. H., & Cohen, S. (2015). Behaviorally assessed sleep and susceptibility to the common cold. *Sleep*, 38(9), 1353-1359. <https://doi.org/10.5665/sleep.4968>
- Prohaska, T. R., & Peters, K. E. (2007). Physical activity and cognitive functioning: Translating research to practice with a public health approach. *Alzheimer's & Dementia*, 3(2), S58-S64. <https://doi.org/10.1016/j.jalz.2007.01.005>
- Ptomey, L. T., Szabo, A. N., Willis, E. A., Gorczyca, A. M., Greene, J. L., Danon, J. C., & Donnelly, J. E. (2018). Changes in cognitive function after a 12-week exercise intervention in adults with Down syndrome. *Disability and Health Journal*, 11(3), 486-490. <https://doi.org/10.1016/j.dhjo.2018.02.003>
- Rabbitt, P., Lowe, C., & Shilling, V. (2001). Frontal tests and models for cognitive ageing. *European Journal of Cognitive Psychology*, 13(1-2), 5-28. <https://doi.org/10.1080/09541440125722>
- Raposo, A., Mendes, M., & Marques, J. F. (2012). The hierarchical organization of semantic memory: Executive function in the processing of

- superordinate concepts. *Neuroimage*, 59(2), 1870-1878.
<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2011.08.072>
- Reilly, T., & Edwards, B. (2007). Altered sleep-wake cycles and physical performance in athletes. *Physiology & Behavior*, 90(2-3), 274-284.
<https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2006.09.017>
- Reitan, R. M. (1955). The relation of the trail making test to organic brain damage. *Journal of Consulting Psychology*, 19(5), 393.
<https://doi.org/10.1037/h0044509>
- Reitan, R. M. (1958). Validity of the Trail Making Test as an indicator of organic brain damage. *Perceptual and Motor Skills*, 8(3), 271-276.
<https://doi.org/10.2466/pms.1958.8.3.271>
- Reyner, L. A., & Horne, J. A. (2013). Sleep restriction and serving accuracy in performance tennis players, and effects of caffeine. *Physiology & Behavior*, 120, 93-96. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2013.07.002>
- Reynolds, C. R. (1997). Forward and backward memory span should not be combined for clinical analysis. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 12(1), 29-40. [https://doi.org/10.1016/S0887-6177\(96\)00015-7](https://doi.org/10.1016/S0887-6177(96)00015-7)
- Reynolds, C. R., & MacNeill Horton Jr, A. (2008). Assessing executive functions: A life-span perspective. *Psychology in the Schools*, 45(9), 875-892.
<https://doi.org/10.1002/pits.20332>
- Ricker, T. J., Vergauwe, E., & Cowan, N. (2016). Decay theory of immediate memory: From Brown (1958) to today (2014). *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 69(10), 1969-1995.
<https://doi.org/10.1080/17470218.2014.914546>
- Riddoch, C. J., Andersen, L. B., Wedderkopp, N., Harro, M., Klasson-Heggebø, L., Sardinha, L. B., ... & Ekelund, U. L. F. (2004). Physical activity levels and patterns of 9-and 15-yr-old European children. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(1), 86-92.
<https://doi.org/10.1249/01.mss.0000106174.43932.92>
- Roland, J. (2019). What exactly are METs, and what should you know about them. <https://www.healthline.com/health/what-are-mets#definition> (2022).
- Rosa, J. P. P., Rodrigues, D. F., Silva, A., Moura Simim, M. A. D., Costa, V. T., Noce, F., & de Mello, M. T. (2016). 2016 Rio Olympic Games: Can the

- schedule of events compromise athletes' performance?. *Chronobiology International*, 33(4), 435-440.
<https://doi.org/10.3109/07420528.2016.1150290>
- Rowe, J. B., & Passingham, R. E. (2001). Working memory for location and time: activity in prefrontal area 46 relates to selection rather than maintenance in memory. *Neuroimage*, 14(1), 77-86.
<https://doi.org/10.1006/nimg.2001.0784>
- Rueda, M. R., Posner, M. I., & Rothbart, M. K. (2004). Attentional control and self-regulation. *Handbook of Self-regulation: Research, Theory, and Applications*, 2, 284-299. <https://psycnet.apa.org/record/2010-24692-015>
- Rueda, M. R., Posner, M. I., & Rothbart, M. K. (2016). The development of executive attention: Contributions to the emergence of self-regulation. In *Measurement of Executive Function in Early Childhood* (pp. 573-594). Psychology Press. https://doi.org/10.1207/s15326942dn2802_2
- Ruiz, J. R., Ortega, F. B., Castillo, R., Martín-Matillas, M., Kwak, L., Vicente-Rodríguez, G., ... & AVENA Study Group. (2010). Physical activity, fitness, weight status, and cognitive performance in adolescents. *The Journal of Pediatrics*, 157(6), 917-922.
<https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2010.06.026>
- Rupp, T. L., Acebo, C., & Carskadon, M. A. (2007). Evening alcohol suppresses salivary melatonin in young adults. *Chronobiology International*, 24(3), 463-470. <https://doi.org/10.1080/07420520701420675>
- Rutman, A. M., Clapp, W. C., Chadick, J. Z., & Gazzaley, A. (2010). Early top-down control of visual processing predicts working memory performance. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 22(6), 1224-1234.
<https://doi.org/10.1162/jocn.2009.21257>
- Sağlam, E., Abacı, S. H., Çavuşoğlu, G., & Çankaya, S. (2022). Beden eğitimi ve spor dersi saatlerine göre obezite farkındalığı ve fiziksel aktivite durumlarının karşılaştırılması. *Turkish Studies-Educational Sciences*, 17(5). <https://doi.org/10.7827/TurkishStudies.63456>
- Sağlık Bakanlığı. (2014). Türkiye fiziksel aktivite rehberi. *Türkiye Halk Sağlığı Kurumu*. Kuban Matbaacılık Yayıncılık.
- Sahakian, B. J., Morris, R. G., Evenden, J. L., Heald, A., Levy, R., Philpot, M., & Robbins, T. W. (1988). A comparative study of visuospatial memory and

- learning in Alzheimer-type dementia and Parkinson's disease. *Brain*, 111(3), 695-718. <https://doi.org/10.1093/brain/111.3.695>
- Salat, D. H., Kaye, J. A., & Janowsky, J. S. (2002). Greater orbital prefrontal volume selectively predicts worse working memory performance in older adults. *Cerebral Cortex*, 12(5), 494-505. <https://doi.org/10.1093/cercor/12.5.494>
- Sallis, J. F., & Hovell, M. F. (1990). Determinants of exercise behavior. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 18(1), 307-330. <https://doi.org/10.1249/00003677-199001000-00014>
- Salmon, E., & Collette, F. (2005). Functional imaging of executive functions. *Acta Neurologica Belgica*, 105(4), 187-196.
- Samuels, C. H. (2012). Jet lag and travel fatigue: a comprehensive management plan for sport medicine physicians and high-performance support teams. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 22(3), 268-273. <https://doi.org/10.1097/JSM.0b013e31824d2eeb>
- Santos Villafaina, S., Leon-Llamas, J. L., Murillo-García, A., & Gusi, N. (2022). Impact of being physically active on the brain electrocortical activity, brain volumetry and performance in the Stroop color and word test in women with fibromyalgia. *Scientific Reports*, 12, 12616. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-16903-y>
- Sargent, C., Halson, S., & Roach, G. D. (2014). Sleep or swim? Early-morning training severely restricts the amount of sleep obtained by elite swimmers. *European Journal of Sport Science*, 14(sup1), S310-S315. <https://doi.org/10.1080/17461391.2012.696711>
- Sarı, Z. (2016). Fiziksel aktivite izlem teknolojileri. *Turkiye Klinikleri Physiotherapy and Rehabilitation-Special Topics*, 2(1), 146-152 <https://share.google/s8EEOCdZyvW94yTaQ>
- Schmeichel, B. J., & Tang, D. (2015). Individual differences in executive functioning and their relationship to emotional processes and responses. *Current Directions in Psychological Science*, 24(2), 93-98. <https://doi.org/10.1177/0963721414555178>
- Schneider, W., & Shiffrin, R. M. (1977). Controlled and automatic human information processing: I. Detection, search, and attention. *Psychological Review*, 84(1), 1. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.84.1.1>

- Schneider, W., & Chein, J. M. (2003). Controlled & automatic processing: behavior, theory, and biological mechanisms. *Cognitive Science*, 27(3), 525-559. https://doi.org/10.1207/s15516709cog2703_8
- Schneider, W. J., & Newman, D. A. (2015). Intelligence is multidimensional: Theoretical review and implications of specific cognitive abilities. *Human Resource Management Review*, 25(1), 12-27. <https://doi.org/10.1016/j.hrmr.2014.09.004>
- Schulte, M., Trujillo, N., Rodríguez-Villagra, O. A., Salas, N., Ibáñez, A., Carriedo, N., & Huepe, D. (2022). The role of executive functions, social cognition and intelligence in predicting social adaptation of vulnerable populations. *Scientific Reports*, 12(1), 18693. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-21985-9>
- Sethi, A., Mischel, W., Aber, J. L., Shoda, Y., & Rodriguez, M. L. (2000). The role of strategic attention deployment in development of self-regulation: Predicting preschoolers' delay of gratification from mother-toddler interactions. *Developmental Psychology*, 36(6), 767. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.36.6.767>
- Shah, P., & Miyake, A. (1999). Models of working memory. *Models of Working Memory: Mechanisms of Active Maintenance and Executive Control*, 1-27. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139174909.004>
- Shallice, T., & Warrington, E. K. (1970). Independent functioning of verbal memory stores: A neuropsychological study. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 22(2), 261-273. <https://doi.org/10.1080/00335557043000203>
- Shallice, T. (1988). *From Neuropsychology to Mental Structure*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511526817>
- Shallice, T. I. M., & Burgess, P. W. (1991). Deficits in strategy application following frontal lobe damage in man. *Brain*, 114(2), 727-741. <https://doi.org/10.1093/brain/114.2.727>
- Shallice, T. (1994). 16 Multiple Levels of Control Processes. *Attention and performance XV: Conscious and Nonconscious Information Processing*, 15, 395. <https://doi.org/10.7551/mitpress/1478.003.0049>

- Shephard, R. J. (1996). Habitual physical activity and academic performance. *Nutrition Reviews*, 54(4), S32. <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.1996.tb03896.x>.
- Shochat, T., Flint-Bretler, O., & Tzischinsky, O. (2010). Sleep patterns, electronic media exposure and daytime sleep-related behaviours among Israeli adolescents. *Acta Paediatrica*, 99(9), 1396-1400. <https://doi.org/10.1111/j.1651-2227.2010.01821.x>
- Silber, B. Y., & Schmitt, J. A. J. (2010). Effects of tryptophan loading on human cognition, mood, and sleep. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 34(3), 387-407. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2009.08.005>
- Silva, A., Queiroz, S. S., Winckler, C., Vital, R., Sousa, R. A., Fagundes, V., ... & de Mello, M. T. (2012). Sleep quality evaluation, chronotype, sleepiness and anxiety of Paralympic Brazilian athletes: Beijing 2008 Paralympic Games. *British Journal of Sports Medicine*, 46(2), 150-154. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2010.077016>
- Smith, E. E., & Jonides, J. (1999). Storage and executive processes in the frontal lobes. *Science*, 283(5408), 1657-1661. <https://doi.org/10.1126/science.283.5408.1657>
- Smith, R. S., Efron, B., Mah, C. D., & Malhotra, A. (2013). The impact of circadian misalignment on athletic performance in professional football players. *Sleep*, 36(12), 1999-2001. <https://doi.org/10.5665/sleep.3248>
- Simpson, N. S., Gibbs, E. L., & Matheson, G. O. (2017). Optimizing sleep to maximize performance: implications and recommendations for elite athletes. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 27(3), 266-274. <https://doi.org/10.1111/sms.12703>
- Singh, B., Bennett, H., Miatke, A., Dumuid, D., Curtis, R., Ferguson, T., Brinsley, J., Szeto, K., Petersen, J. M., Gough, C., Eglitis, E., Simpson, C. E. M., Ekegren, C., Smith, A. E., Erickson, K. I., & Maher, C. (2025). *Effectiveness of exercise for improving cognition, memory and executive function: A systematic umbrella review and meta-meta-analysis*. *British Journal of Sports Medicine*, 59(12), 1–11. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2024-108589>
- Skein, M., Duffield, R., Edge, J., Short, M. J., & Mündel, T. (2011). Intermittent-sprint performance and muscle glycogen after 30 h of sleep

deprivation. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43(7), 1301-1311.

<https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31820abc5a>

Soares-Miranda, L., Siscovick, D. S., Psaty, B. M., Longstreth Jr, W. T., & Mozaffarian, D. (2016). Physical activity and risk of coronary heart disease and stroke in older adults: the cardiovascular health study. *Circulation*, 133(2), 147-155.

<https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.115.018323>

Solesio-Jofre, E., Lorenzo-López, L., Gutiérrez, R., López-Frutos, J. M., Ruiz-Vargas, J. M., & Maestú, F. (2012). Age-related effects in working memory recognition modulated by retroactive interference. *Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences*, 67(6), 565-572. <https://doi.org/10.1093/gerona/qlr199>

Solmaz, D. Y., & Aydın, G. (2016). Spor bilimleri fakültesinde eğitim gören öğrencilerin fiziksel aktivite düzeyleri. *İnönü Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 3(1), 34-46.

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/inubesyo/article/304803>

Souissi, N., Chtourou, H., Aloui, A., Hammouda, O., Dogui, M., Chaouachi, A., & Chamari, K. (2013). Effects of time-of-day and partial sleep deprivation on short-term maximal performances of judo competitors. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(9), 2473-2480.

<https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31827f4792>

Souissi, N., Souissi, M., Souissi, H., Chamari, K., Tabka, Z., Dogui, M., & Davenne, D. (2008). Effect of time of day and partial sleep deprivation on short-term, high-power output. *Chronobiology International*, 25(6), 1062-1076. <https://doi.org/10.1080/07420520802551568>

Souissi, N., Sesboüé, B., Gauthier, A., Larue, J., & Davenne, D. (2003). Effects of one night's sleep deprivation on anaerobic performance the following day. *European Journal of Applied Physiology*, 89(3), 359-366.

<https://doi.org/10.1007/s00421-003-0793-7>

Soyuer, F., & Soyuer, A. (2008). Yaşlılık ve fiziksel aktivite. *Journal of Turgut Ozal Medical Center*, 15(3), 219-224.

<https://dergipark.org.tr/tr/pub/totm/article/157870>

Spielberg, J. M., Miller, G. A., Engels, A. S., Herrington, J. D., Sutton, B. P., Banich, M. T., & Heller, W. (2011). Trait approach and avoidance

- motivation: lateralized neural activity associated with executive function. *Neuroimage*, 54(1), 661-670.
<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2010.08.037>
- St-Onge, M. P., Mikic, A., & Pietrolungo, C. E. (2016). Effects of diet on sleep quality. *Advances in Nutrition*, 7(5), 938–949.
<https://doi.org/10.3945/an.116.012336>
- Stepanski, E. J., & Wyatt, J. K. (2003). Use of sleep hygiene in the treatment of insomnia. *Sleep Medicine Reviews*, 7(3), 215-225.
<https://doi.org/10.1053/smr.2001.0246>
- Strauss, E., Sherman, E., & Spreen, O. (2002). *A compendium of neuropsychological tests: Administration, norms, and commentary*. Oxford University Press. <https://lccn.loc.gov/2005020769>
- Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 18(6), 643. <https://doi.org/10.1037/h0054651>
- Stroth, S., Hille, K., Spitzer, M., & Reinhardt, R. (2009). Aerobic endurance exercise benefits memory and affect in young adults. *Neuropsychological Rehabilitation*, 19(2), 223–243.
<https://doi.org/10.1080/09602010802091183>
- Stuss, D. T. (2011). Functions of the frontal lobes: relation to executive functions. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 17(5), 759-765. <https://doi.org/10.1017/S1355617711000695>
- Stutz, J., Eiholzer, R., & Spengler, C. M. (2019). Effects of evening exercise on sleep in healthy participants: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 49(2), 269–287. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-1015-0>
- Suen, L. K., Tam, W. W., & Hon, K. L. (2010). Association of sleep hygiene-related factors and sleep quality among university students in Hong Kong. *Hong Kong Med J*, 16(3), 180-185.
<https://share.google/YpLkzeYiQJKAnf69R>
- Sweeney, J. A., Rosano, C., Berman, R. A., & Luna, B. (2001). Inhibitory control of attention declines more than working memory during normal aging. *Neurobiology of Aging*, 22(1), 39-47.
[https://doi.org/10.1016/S0197-4580\(00\)00175-5](https://doi.org/10.1016/S0197-4580(00)00175-5)

- Şahin, L., & Aşçıoğlu, M. (2013). Uyku ve uykunun düzenlenmesi. *Sağlık Bilimleri Dergisi*, 22(1), 93-98. <https://share.google/OL0i08q2RKYJg4Fj8>
- Şahin, M., Kırandı, Ö., Atabaş, G., & Bayraktar, B. (2017). Spor bilimleri fakültesi öğrencilerinin fiziksel aktivite düzeyleri (İstanbul Üniversitesi örneği). *Spor Eğitim Dergisi*, 1(1), 26-33. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/seder/article/363852>
- Taber, K. H., & Hurley, R. A. (2006). Functional neuroanatomy of sleep and sleep deprivation. *The Journal of Neuropsychiatry and Clinical Neurosciences*, 18(1), 1-5. <https://doi.org/10.1176/jnp.18.1.1>
- Taheri, M., & Arabameri, E. (2012). The effect of sleep deprivation on choice reaction time and anaerobic power of college student athletes. *Asian Journal of Sports Medicine*, 3(1), 15. <https://doi.org/10.5812/asjms.34719>
- Tamaki, M., Matsuoka, T., Nittono, H., & Hori, T. (2009). Activation of fast sleep spindles at the premotor cortex and parietal areas contributes to motor learning: a study using sLORETA. *Clinical Neurophysiology*, 120(5), 878-886. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2009.03.006>
- Tamnes, C. K., Østby, Y., Fjell, A. M., Westlye, L. T., Due-Tønnessen, P., & Walhovd, K. B. (2010). Brain maturation in adolescence and young adulthood: regional age-related changes in cortical thickness and white matter volume and microstructure. *Cerebral Cortex*, 20(3), 534-548. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhp118>
- Taylor, A. H. (2003). Physical activity, anxiety, and stress. *Physical Activity and Psychological Well-Being*, 22-52. <https://doi.org/10.4324/9780203468326-9>
- Theeuwes, J. (2010). Top-down and bottom-up control of visual selection. *Acta Psychologica*, 135(2), 77-99. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2010.02.006>
- Thomas, M. L., Sing, H. C., Belenky, G., Holcomb, H. H., Mayberg, H. S., Dannals, R. F., ... & Redmond, D. P. (2003). Neural basis of alertness and cognitive performance impairments during sleepiness II. Effects of 48 and 72 h of sleep deprivation on waking human regional brain activity. *Thalamus & Related Systems*, 2(3), 199-229. <https://doi.org/10.1017/S1472928803000207>

- Tobler, I. (1995). Is sleep fundamentally different between mammalian species?. *Behavioural Brain Research*, 69(1-2), 35-41.
[https://doi.org/10.1016/0166-4328\(95\)00025-0](https://doi.org/10.1016/0166-4328(95)00025-0)
- Tomprowski, P. D. (2003). Effects of acute bouts of exercise on cognition. *Acta Psychologica*, 112(3), 297-324. [https://doi.org/10.1016/S0001-6918\(02\)00134-8](https://doi.org/10.1016/S0001-6918(02)00134-8)
- Trolle-Lagerros, Y., Mucci, L. A., Kumle, M., Braaten, T., Weiderpass, E., Hsieh, C. C., ... & Adami, H. O. (2005). Physical activity as a determinant of mortality in women. *Epidemiology*, 16(6), 780-785.
<https://doi.org/10.1097/01.ede.0000181312.35964.22>
- Tsujimoto, S. (2008). The prefrontal cortex: Functional neural development during early childhood. *The Neuroscientist*, 14(4), 345-358.
<https://doi.org/10.1177/1073858408316002>
- Tunay, V. B., & Tedavi, F. (2008). *Yetişkinlerde fiziksel aktivite*. Klasmat Matbaacılık.
- Tuncer, N. (2018). *Okul öncesi çocuklarının yürütücü işlevlerinin gelişimini desteklemeye yönelik öğretmen eğitim programının etkililiğinin incelenmesi* [Yayınlanmamış Doktora Tezi]. Gazi Üniversitesi.
- Tuomilehto, H., Vuorinen, V. P., Penttilä, E., Kivimäki, M., Vuorenmaa, M., Venojärvi, M., ... & Pihlajamäki, J. (2017). Sleep of professional athletes: underexploited potential to improve health and performance. *Journal of Sports Sciences*, 35(7), 704-710.
<https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1184300>
- Ünal, B. & Ergör, G., Türkiye Kronik Hastalıklar ve Risk Faktörleri Sıklığı Çalışması. Ankara:Anıl Matbaa Ltd. Şti.
<https://sbu.saglik.gov.tr/ekutuphane/kitaplar/khrfat.pdf> (2013).
- Van Dongen, H. P., Vitellaro, K. M., & Dinges, D. F. (2005). Individual differences in adult human sleep and wakefulness: Leitmotif for a research agenda. *Sleep*, 28(4), 479-498. <https://doi.org/10.1093/sleep/28.4.479>
- Van der Elst, W., Van Boxtel, M. P., Van Breukelen, G. J., & Jolles, J. (2006). The Stroop color-word test: influence of age, sex, and education; and normative data for a large sample across the adult age range. *Assessment*, 13(1), 62-79.
<https://doi.org/10.1177/1073191105283427>

- Vatansever, Ö. M. (2018). *Farklı fiziksel aktivite düzeyindeki sağlıklı bireylerde vücut farkındalığı ile denge ve postür arasındaki ilişkinin incelenmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Hacettepe Üniversitesi.
- Venter, R. E. (2014). Perceptions of team athletes on the importance of recovery modalities. *European Journal of Sport Science*, 14(sup1), S69-S76. <https://doi.org/10.1080/17461391.2011.643924>
- Venter, R. E. (2012). Role of sleep in performance and recovery of athletes: a review article. *South African Journal for Research in Sport, Physical Education and Recreation*, 34(1), 167-184. <https://www.ajol.info/index.php/sajrs/article/view/76882>
- Verbruggen, F., & Logan, G. D. (2008). Response inhibition in the stop-signal paradigm. *Trends in Cognitive Sciences*, 12(11), 418-424. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2008.07.005>
- Verhaeghen, P., & Basak, C. (2005). Ageing and switching of the focus of attention in working memory: Results from a modified N-Back task. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 58(1), 134-154. <https://doi.org/10.1080/02724980443000241>
- Vincent, G., Ferguson, S. A., Tran, J., Larsen, B., Wolkow, A., & Aisbett, B. (2015). Sleep restriction during simulated wildfire suppression: effect on physical task performance. *PLoS One*, 10(1), e0115329. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0115329>
- Vincent, G. E., Sargent, C., Roach, G. D., Miller, D. J., Kovac, K., Scanlan, A. T., ... & Lastella, M. (2020). Exercise before bed does not impact sleep inertia in young healthy males. *Journal of Sleep Research*, 29(3), e12903. <https://doi.org/10.1111/jsr.12903>
- Vitiello, M. V., Larsen, L. H., & Moe, K. E. (2004). Age-related sleep change: gender and estrogen effects on the subjective-objective sleep quality relationships of healthy, noncomplaining older men and women. *Journal of Psychosomatic Research*, 56(5), 503-510. [https://doi.org/10.1016/S0022-3999\(04\)00023-6](https://doi.org/10.1016/S0022-3999(04)00023-6)
- Voss, M. W., Nagamatsu, L. S., Liu-Ambrose, T., & Kramer, A. F. (2011). Exercise, brain, and cognition across the life span. *Journal of Applied Physiology*, 111(5), 1505-1513. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00210.2011>

- Voss, M. W., Carr, L. J., Clark, R., & Weng, T. (2014). Revenge of the “sit” II: Does lifestyle impact neuronal and cognitive health through distinct mechanisms associated with sedentary behavior and physical activity?. *Mental Health and Physical Activity*, 7(1), 9-24. <https://doi.org/10.1016/j.mhpa.2014.01.001>
- Vural, Ö., Eler, S., & Güzel, N. A. (2010). Masa başı çalışanlarda fiziksel aktivite düzeyi ve yaşam kalitesi ilişkisi. *Spormetre beden eğitimi ve spor bilimleri dergisi*, 8(2), 69-75. https://doi.org/10.1501/Sporm_0000000178
- Wager, T. D., Jonides, J., & Reading, S. (2004). Neuroimaging studies of shifting attention: a meta-analysis. *Neuroimage*, 22(4), 1679-1693. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2004.03.052>
- Walters, P. H. (2002). Sleep, the athlete, and performance. *Strength & Conditioning Journal*, 24(2), 17-24. <https://doi.org/10.1519/00126548-200204000-00005>
- Walsh, N. P., Halson, S. L., Sargent, C., Roach, G. D., Nédélec, M., Gupta, L., ... & Samuels, C. H. (2021). Sleep and the athlete: Narrative review and 2021 expert consensus recommendations. *British Journal of Sports Medicine*, 55(7), 356-368. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102025>
- Warburton, D. E. R., Nicol, C. W., & Bredin, S. S. D. (2006). Health benefits of physical activity: The evidence. *CMAJ*, 174(6), 801–809. <https://doi.org/10.1503/cmaj.051351>
- Ward, J. (2025). *The student's guide to cognitive neuroscience*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003429975>
- Warrington, E. K., & Shallice, T. (1969). The selective impairment of auditory verbal short-term memory. *Brain*, 92(4), 885-896. <https://doi.org/10.1093/brain/92.4.885>
- Wasfy, M. M., & Baggish, A. L. (2016). Exercise dose in clinical practice. *Circulation*, 133(23), 2297-2313. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.116.018093>
- Waterhouse, J., Atkinson, G., Edwards, B., & Reilly, T. (2007). The role of a short post-lunch nap in improving cognitive, motor, and sprint performance in participants with partial sleep deprivation. *Journal of sports sciences*, 25(14), 1557-1566. <https://doi.org/10.1080/02640410701244983>

- Watson, A. M. (2017). Sleep and athletic performance. *Current Sports Medicine Reports*, 16(6), 413-418. <https://doi.org/10.1249/JSR.00000000000000418>
- Watter, S., Geffen, G. M., & Geffen, L. B. (2001). The n-back as a dual-task: P300 morphology under divided attention. *Psychophysiology*, 38(6), 998-1003. <https://doi.org/10.1111/1469-8986.3860998>
- Welsh, M. C., & Pennington, B. F. (1988). Assessing frontal lobe functioning in children: Views from developmental psychology. *Developmental Neuropsychology*, 4(3), 199-230. <https://doi.org/10.1080/87565648809540405>
- Westerterp, K. R. (2013). Physical activity and physical activity induced energy expenditure in humans: Measurement, determinants, and effects. *Frontiers in Physiology*, 4, 90. <https://doi.org/10.3389/fphys.2013.00090>
- Wheatley, D. (2005). Medicinal plants for insomnia: a review of their pharmacology, efficacy and tolerability. *Journal of Psychopharmacology*, 19(4), 414-421. <https://doi.org/10.1177/0269881105053309>
- White, R. L., Babic, M. J., Parker, P. D., Lubans, D. R., Astell-Burt, T., & Lonsdale, C. (2017). Domain-specific physical activity and mental health: A meta-analysis. *American Journal of Preventive Medicine*, 52(5), 653-666. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2016.12.008>
- Wiebe, S. A., Sheffield, T., Nelson, J. M., Clark, C. A., Chevalier, N., & Espy, K. A. (2011). The structure of executive function in 3-year-olds. *Journal of Experimental Child Psychology*, 108(3), 436-452. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2010.08.008> [Get rights and content](#)
- Wilkinson, A. J., & Yang, L. (2016). Inhibition plasticity in older adults: Practice and transfer effects using a multiple task approach. *Neural Plasticity*, 2016(1), 9696402. <https://doi.org/10.1155/2016/9696402>
- Willoughby, M. T., Wylie, A. C., & Catellier, D. J. (2018). Testing the association between physical activity and executive function skills in early childhood. *Early Childhood Research Quarterly*, 44, 82-89. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2018.03.004>

- World Health Organization. (2020). *WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour*. World Health Organization. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240015128>
- World Health Organization. (2002). The world health report 2002: Reducing risks, promoting healthy life. World Health Organization. https://www.who.int/whr/2002/en/whr02_en.pdf
- World Health Organization. (2004). WHO technical meeting on sleep and health: Bonn, Germany, 22–24 January 2004. World Health Organization. http://www.euro.who.int/data/assets/pdf_file/0008/114101/E84683.pdf
- World Health Organization. (2010). Global recommendations on physical activity for health. World Health Organization. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241599979>
- World Health Organization. (2022). Physical activity. <https://www.who.int/health-topics/physical-activity#tab=tab>
- World Health Organization. (2022). Physical activity: Intensity. <https://www.who.int/ncds/prevention/physical-activity/intensity/en>
- Wurtman, R. J., Wurtman, J. J., Regan, M. M., McDermott, J. M., Tsay, R. H., & Breu, J. J. (2003). Effects of normal meals rich in carbohydrates or proteins on plasma tryptophan and tyrosine ratios. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 77(1), 128-132. <https://doi.org/10.1093/ajcn/77.1.128>
- Youngstedt, S. D., Elliott, J. A., & Kripke, D. F. (2019). Human circadian phase-response curves for exercise. *Journal of Physiology*, 597(8), 2253–2268. <https://doi.org/10.1113/JP276943>
- Yöndem, Z.D. (2007). Eğitim Psikolojisi, 81, Pegem Yayıncılık, Ankara.
- Zakzanis, K. K., Mraz, R., & Graham, S. J. (2005). An fMRI study of the trail making test. *Neuropsychologia*, 43(13), 1878-1886. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2005.03.013>
- Zanto, T. P., Rubens, M. T., Thangavel, A., & Gazzaley, A. (2011). Causal role of the prefrontal cortex in top-down modulation of visual processing and working memory. *Nature Neuroscience*, 14(5), 656-661. <https://doi.org/10.1038/nn.2773>
- Zelazo, P. D., & Müller, U. (2002). Executive function in typical and atypical development. In U. Goswami (Ed.), *Blackwell handbook of childhood*

cognitive development (pp. 445–469). Blackwell Publishing.
<https://doi.org/10.1002/9780470996652>

Zelazo, P. D., Qu, L., & Müller, U. (2014). Hot and cool aspects of executive function: Relations in early development. In P. D. Zelazo (Ed.), *Young children's cognitive development* (pp. 71-93). Psychology Press.
<https://doi.org/10.4324/9781410612007>

Zelazo, P. D., & Cunningham, W. A. (2007). Executive function: Mechanisms underlying emotion regulation. In J. J. Gross (Ed.), *Handbook of emotion regulation* (pp. 135–158). The Guilford Press.
<https://psycnet.apa.org/record/2007-01392-007>

Zelazo, P. D., & Carlson, S. M. (2012). Hot and cool executive function in childhood and adolescence: Development and plasticity. *Child Development Perspectives*, 6(4), 354-360 <https://doi.org/10.1111/j.1750-8606.2012.00246.x>.

Zelazo, P. D. (Ed.). (2013). *The Oxford handbook of developmental psychology, Vol. 1: Body and Mind*. Oxford University Press.
<https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199958450.013.0025>

Zimprich, D., & Kurtz, T. (2013). Individual differences and predictors of forgetting in old age: The role of processing speed and working memory. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, 20(2), 195–219.
<https://doi.org/10.1080/13825585.2012.690364>