



Sivas Cumhuriyet University Journal of Sport Sciences

| cuspor.cumhuriyet.edu.tr |

Founded: 2020

Available online, ISSN: 2717-8919

Publisher: Sivas Cumhuriyet Üniversitesi

The Effect of Mild-Moderate Aerobic Exercise on Inhibitory Cognitive Control in Youth[#]

Yasin Altın^{1,a}¹Department of Physical Education Teaching, Faculty of Sport Sciences, Sivas Cumhuriyet University, Sivas, Türkiye

Research Article

Acknowledgment

#This study was presented as an oral presentation at the 5th International Congress of Exercise and Sports Psychology and published in the abstract book.

History

Received: 29/03/2022

Accepted: 08/06/2022

ABSTRACT

Physical and metabolic benefits for physical activity and exercise are well documented in literature. Recently, its effects on executive functions, including complex cognitive processes, have been a subject of interest. Most research on executive functions has focused on short-term effects of physical activity and exercise. There is little published data on long-term benefits on cognitive processes. The aim of this study was to examine the effect of mild-moderate aerobic exercise on inhibitory cognitive control in youth. The research was conducted on 13 girls and 17 boys (15 control group, 15 experimental group) participants in the 20-22 age range. In the study, personal information form and the eriksen flanker task test developed by Eriksen and Eriksen (1974) were applied as pre-test and post-test. 12-week mild-moderate aerobic exercise intervention was applied to the individuals in the experimental group. The data obtained were analyzed with the JAMOVI (2.2.2.) program. In analyzing the data, descriptive statistics, repeated measures analysis of variance and TukeyHSD test was used. When the experimental and control groups were compared, the effect of 12-week mild-moderate aerobic exercise on cognitive control from executive functions was statistically significant ($p<0.05$). As a result, regular participation in physical activity and exercise in youth contributes positively to inhibitory cognitive control, which is one of the important executive functions.

Keywords: Cognitive control, Cognitive inhibition, Exercise, Executive functions, Youth

Gençlerde Hafif-Orta Şiddetli Aerobik Egzersizin Engelleyici Bilişsel Kontrole Etkisi

Bilgi

#Bu çalışma 5. Uluslararası Egzersiz ve Spor Psikolojisi Kongresinde sözel bildiri olarak sunulmuş ve özet bildiri kitapçığında yayınlanmıştır.

Süreç

Geliş: 29/03/2022

Kabul: 08/06/2022

Copyright



This work is licensed under
Creative Commons Attribution 4.0
International License

ÖZ

Fiziksel aktivite ve egzersizin fiziksel ve metabolik faydaları güçlü kanıtlarla bilinmektedir. Son zamanlarda karmaşık bilişsel süreçleri içeren yönetici işlevler üzerine sağladığı faydalar araştırma konusu olmuştur. Ancak araştırmaların çoğu kısa süreli egzersizin etkilerine odaklanmıştır. Bilişsel süreçler üzerine uzun süreli egzersizin faydalarını inceleyen sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu araştırmanın amacı, gençlerde hafif-orta şiddetli aerobik egzersizin engelleyici bilişsel kontrol üzerindeki etkisini incelemektir. Araştırmada 20-22 yaş aralığında 13 kız, 17 erkek (15 kontrol grubu, 15 deney grubu) katılımcı üzerinde yürütülmüştür. Araştırmada, kişisel bilgi formu ve Eriksen ve Eriksen (1974) tarafından geliştirilen eriksen flanker task testi ön test-son test olarak uygulanmıştır. Deney grubundaki bireylere 12 haftalık hafif-orta şiddetli aerobik egzersiz programı uygulanmıştır. Araştırmada elde edilen veriler JAMOVI (2.2.2) programı ile analiz edilmiştir. Verilerin analizinde betimleyici istatistikler kullanılmıştır ve tekrarlı ölçümler varyans analizi ve TukeyHSD testi uygulanmıştır. Deney ve kontrol grupları karşılaştırıldığında 12 haftalık hafif-orta şiddetli aerobik egzersizin engelleyici bilişsel kontrol üzerindeki etkisi anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Sonuç olarak genç bireylerde fiziksel aktivite ve egzersize düzenli katılım, engelleyici bilişsel kontrole olumlu katkılar sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Bilişsel kontrol, Bilişsel inhibisyon, Egzersiz, Yürütücü işlevler, Gençler

^a yasinaltin@cumhuriyet.edu.tr

<https://orcid.org/0000-0002-5854-8007>

How to Cite: Altın, Y. (2022). Gençlerde Hafif-Orta Şiddetli Aerobik Egzersizin Engelleyici Bilişsel Kontrole Etkisi. *Sivas Cumhuriyet University Journal of Sport Sciences*, 3(1), 10-20.

Giriş

Fiziksel aktivite ve aerobik egzersizin kardiyovasküler faydaları iyi bilinirken (Griffin ve arkadaşları, 2011), son yıllarda bilişsel fonksiyonları iyileştirdiğine yönelik ortaya konan bulgular ilgi toplamıştır (Donnelly ve arkadaşları, 2016; Gentile ve arkadaşları, 2020; Lee ve arkadaşları, 2020; Salas-Gomez ve arkadaşları, 2020). Bu ilgi temelde, fiziksel aktivitenin sağladığı aktif yaşam tarzı ile yaşlılıkta meydana gelen bunama riskinde azalma ve bilişsel iyileşme arasındaki ilişkiyi bildiren araştırmalardan kaynaklanmaktadır (Wang ve Van Praag, 2012; Bherer ve arkadaşları, 2013; Duzel ve arkadaşları, 2016). Ayrıca bilgi işleme verimliliği, dikkat, hafıza ve bilişsel kontrol ile pozitif yönde ilişkili olduğu da bulunmuştur (Ciria ve arkadaşları, 2018). Sınırlı sayıda kanıt olsa da çocuklarda akademik performansı, bilişsel yetenekleri ve zihinsel fonksiyonları geliştirmek için fiziksel aktivitenin olası strateji olabileceği düşünülmektedir (Salas-Gomez ve arkadaşları, 2020). Fiziksel aktivite ve egzersizin biliş üzerindeki etkisini farklı yaş gruplarında ele alan çalışmalar bulunmaktadır (Hillman ve arkadaşları, 2009; Best, 2010; Travlos, 2010; Álvarez-Bueno ve arkadaşları, 2017; Ciria ve arkadaşları, 2018;). Birkaç meta-analiz, aerobik egzersizin bilişsel işlevler üzerinde, özellikle yönetici işlevlerin iyileştirilmesinde düşük ila orta düzeyde bir etki boyutu gösteren bulgu ile aerobik egzersiz ve biliş arasındaki nedenselliği desteklemektedir (Chang ve arkadaşları, 2012; Verburgh ve arkadaşları, 2014; Ludyga ve arkadaşları, 2016; Greeff ve arkadaşları, 2018; Loprinzi ve arkadaşları, 2019; Wang ve arkadaşları, 2019;). Ancak, bu konuda aydınlatılması gereken birçok husus bulunmaktadır. Çalışmaların çoğu, fiziksel aktivite ve egzersizin yaşlılarda bilişsel işlevlere ve demans gibi belirli hastalıkların etkisi üzerine odaklanmıştır. Son zamanlarda çocuklarda ve ergenlerde fiziksel aktivite ve egzersizin bilişsel işlevler, özellikle de yönetici işlevler, üzerindeki etkilerine ilgi artmaktadır (Verburgh ve arkadaşları, 2014; Salas-Gomez ve arkadaşları, 2020).

Yönetici işlevler, beyinde prefrontal lob olarak adlandırılan ön bölgede gerçekleşen, hedefe yönelik davranışı denetleyici ve düzenleyici süreçleri kapsayan şemsiye bir terimdir. Akıl yürütme, problem çözme, bilişsel esneklik, yaratıcılık, karar verme, planlama, bozucu etkiye karşı koyabilme, tepki ketlemesi gibi zihinsel süreçleri içeren üst düzey bilişsel işlevleri ifade etmektedir. Genel olarak, engelleme, çalışma hafızası ve görev değiştirme olmak üzere üç temel bileşenden oluşur (Best, 2010; Bildiren ve arkadaşları, 2017; Taşkın Gökçe ve Kandır, 2019). Kısaca yönetici işlevler zihinsel faaliyeti başlatır, yönlendirir ve sürdürür. Yönetici işlevler yaşamın ilk yıllarında ortaya çıkar, özellikle 3-12 yaş aralığında gelişim gösterir ve ergenliğin sonlarına doğru olgunlaşır. Gelişim döneminde meydana gelen ilerleme ya da gerileme eş zamanlı olarak meydana gelir ve kısmen yaşantılarla yönlendirilebilir. Erken yaşlarda müdahale

ederek desteklemek, yönetici işlevlerin gelişim sürecine katkı sağlayacaktır (Best, 2010; Tuncer ve Avcı, 2018). Yönetici işlevleri gelişmiş ya da erken yaşlarda müdahale edilerek desteklenmiş çocukların, ön planlamayı iyi yaparak karşılaştıkları problemleri pratik bir şekilde çözdükleri, sosyal beceri ve yeterlilik düzeylerinin daha yüksek olduğu görülmüştür (Taşkın Gökçe ve Kandır, 2019). Prefrontal korteks içindeki sinirsel devre ve beyin aktiviteleri yönetici işlevler için kritik öneme sahiptir. Beyin aktivitelerindeki değişiklikler egzersiz kaynaklı kazanımlar ile iyileştirilebilmektedir. Aerobik egzersizin bilişsel işlevler üzerindeki etkisini değerlendirmek için kullanılan iki deneysel tasarım bulunmaktadır. Birincisi düzenli egzersizin etkilerini inceler. Bu aerobik egzersiz programının amacı, kardiyovasküler fonksiyonları iyileştirmektedir. Bu fonksiyonlarda gerçekleşen gelişme, aerobik egzersiz programı sona erdikten sonra bilişsel işlevleri iyileştirebilir. İkinci tasarım, akut aerobik egzersiz sonra erdikten hemen sonra bilişsel işlevdeki ani değişiklikleri inceler. Bu çalışmalar, düzenli egzersizin uzun süreli etkisinden ziyade anlık etkilerini belirlemek için yapılmaktadır. Yönetici işlevler ve beyin fonksiyonları üzerinde egzersizin etkisi, beyindeki fizyolojik adaptasyonu tetikleyen kardiyovasküler uygunluktaki gelişmelerle ilgilidir. Aerobik egzersize düzenli katılım beyindeki sinirsel devreleri etkilemekte ve yönetici işlevlere katkı sağlamaktadır (Best, 2010; Pensel ve arkadaşları, 2018).

Aerobik egzersiz-yönetici işlevler ilişkisini inceleyen önceki araştırmaların çoğu, aerobik egzersizin engelleyici kontrol üzerindeki akut etkilerine odaklanmıştır (Ludyga ve arkadaşları, 2016). Fiziksel aktivite ve egzersizin akut etkisi değerlendirildiğinde, çocuklarda ve ergenlerde bilişsel işlevler üzerindeki faydanın net olduğu görülmektedir. Ancak, fiziksel aktivite ve egzersizin yürütücü işlevler üzerinde sağladığı uzun süreli faydalar henüz tamamen netlik kazanmamıştır. Uzun süreli egzersiz ile ilgili sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır (Verburgh ve arkadaşları, 2014; Salas-Gomez ve arkadaşları, 2020). Ayrıca, yönetici işlevler üzerine büyük talepler getiren üniversite eğitimi ve mesleki yaşantı içinde bulunan diğer yaş grubundaki bireylerde aerobik faaliyetlerin olası nöro-güçlendirici etkisi göz ardı edilmemelidir (Ludyga ve arkadaşları, 2016). Fiziksel aktivite ve egzersizin yönetici işlevler üzerinde sağlayacağı etkilerin, özellikle genç bireylerde, belirlenmesi için yapılacak çalışmalar önem arz etmektedir. Bu bağlamda araştırmanın amacı, gençlerde hafif-orta şiddetli aerobik egzersizin engelleyici bilişsel kontrol üzerindeki etkisinin incelenmesidir. Bu amaç doğrultusunda şu sorulara cevap aranmıştır: a) Deney ve kontrol gruplarının engelleyici bilişsel kontrol, vücut kitle indeksi ve istirahat nabızı değerleri ön test ve son test ölçümlerinde ne düzeydedir? b) Aerobik egzersiz programının engelleyici bilişsel kontrol, vücut kitle indeksi ve istirahat nabızı değerlerine etkisi var mıdır?

Yöntem

Araştırma Modeli

Araştırma deneysel araştırma modellönerinden ön test – son test kontrol gruplu seçkisiz desen ile yürütülmüştür. Deneysel bir araştırma araştırılan olayın ortaya çıkaran unsurları belirleyen her türlü ilişkili koşulu kontrol etmek ve izole etmek amacını taşır (Atan ve arkadaşları, 2012).

Çalışma Grubu

Araştırma grubu uygun örneklem yöntemi ile belirlenen sağlıklı 30 üniversite öğrencisi katılımcıdan (13 kız, 17 erkek) oluşturulmuştur. Araştırmaya kronik rahatsızlığı olmayan, vücut kitle indeksi normal kilo aralığında olan (18,5 – 24,9), fiziksel aktivite durumu hafif düzeyde olan bireyler dahil edilmiştir. Araştırmaya dahil

edilmeme kriterleri kronik hastalık, nörolojik rahatsızlık, disleksi, renk körlüğü, duyuşsal eksiklikler olarak belirlenmiştir. Tüm katılımcılar, araştırmanın amacı ve kapsamı hakkında detaylı şekilde bilgilendirilmiş ve katılımcılardan araştırmaya gönüllü olarak katıldıklarını gösteren gönüllü onam formu alınmıştır. Tüm katılımcılara program öncesinde (ön test) ve program sonrasında (son test) olmak üzere testler uygulanmıştır. Katılımcılardan, karvonen metodu ile tespit edilen hedef kalp atım sayılarının %40-60 şiddetinde, 12 hafta, haftada 3 gün, 30-45 dk arasında aşamalı antrenman metoduna göre hazırlanan (tempolu yürüyüş, hafif tempolu koşu, bisiklet sürme ve ev içi aerobik egzersiz) programı uygulamaları istenmiştir.

Çizelge 1. Katılımcılara Yönelik Betimsel İstatistikler

Table 1. Descriptive Statistics for Participants

Grup	N(kız)	N(erkek)	N(toplam)	Yaş	Boy (cm)	Vücut Ağırlığı (kg)	BKİ	İN (atım/dk)	HNA (atım/dk)
Deney	7	8	15	21,00	174,73	72,07	23,53	70,67	121-147
Kontrol	6	9	15	21,07	175,93	72,93	23,47	70,27	-
Toplam	13	17	30	21,03	175,33	72,50	23,50	70,47	-

Not. N= Kişi Sayısı, BKİ = Beden Kitle İndeksi, İN= İstirahat Nabzı, HNA= Hedef Nabız Aralığı (%40-60 Şiddet)

Deney ve kontrol grubu katılımcılarının betimleyici istatistikleri Çizelge 1’de yer almaktadır. Seçkisiz atama ile oluşturulan deney grubunda 15 katılımcı ve kontrol grubunda 15 katılımcı olduğu görülmektedir. Araştırma katılımcılarının yaş ortalamasının 21,03, boy ortalamasının 175,33 cm olduğu, vücut ağırlığı ortalamasının 72,50 olduğu, beden kitle indeksi ortalamasının 23,50 olduğu görülmektedir. Deney ve kontrol grubunun istirahat nabız ortalamasının 70,47 atım/dk olduğu görülmektedir. Deney grubundaki katılımcıların, 12 haftalık hafif-orta şiddetli aerobik egzersiz planının hazırlanması için, hedef nabız aralığı ortalamasının 121-147 atım/dk olduğu görülmektedir.

Veri Toplama Araçları

Kişisel bilgi formu. Katılımcıların yaş, cinsiyet vb. bilgileri alınmıştır.

Vücut Kitle İndeksi. Katılımcıların boy ve kilogram verilerine dayalı olarak vücut ağırlığı (kg) / boy uzunluğunun (m) karesi formülü ile vücut kitle indeksleri program öncesinde (ön test) ve program sonrasında (son test) hesaplanmıştır.

Hedef Kalp Atım Sayısı Ölçümü. Katılımcıların istirahat kalp atım sayısı “Xaomi Mi Band 5” ve radial arterden 15 sn’lik kalp atım sayımı sonucunda kalp atım sayısı rezerv (Karvonen) metoduna göre hedef kalp atım sayısı tespit edilmiştir (Çolakoğlu ve Şenel, 2003; Karvonen ve Vuorimaa, 1988). İstirahat kalp atım sayısı program öncesinde (ön test) ve program sonrasında (son test) alınmıştır. Karvonen metodu aşağıda gösterilmektedir.

$HR_{max} = 220 - Yaş$, $HRR = HR_{max} - HR_{rest}$, $\%40-60$
 $THR (\%40-60 \times HRR) + HR_{rest}$

Eriksen Flanker Task (Engelleyici Bilişsel Kontrol Testi): Bilişsel psikolojide, belirli bir bağlamda uygun olmayan

tepkileri bastırma yeteneğini değerlendirmek için Eriksen ve Eriksen (1974) tarafından geliştirilen bir dizi tepki engelleme testidir. Bilgi işlemeyi ve seçici dikkati ölçmek için çeşitli biçimlerde kullanılmaktadır. Testlerde, merkezi bir hedef uyarana iki yönlü uyumlu/uyumsuz uyarılar atanır. Uyumlu Uyarılar (Congruent): Çeldirici uyarılar hedef uyararla aynı tepkiyi ister ya da aynı görünebilir. Uyumsuz Uyarılar (Incongruent): Çeldirici uyarılar hedef uyarandan farklı tepkiyi ister. Çalışmada kullanılan görev paradigmasında, orijinal paradigma ile uyumlu olarak harf uyarıcılar (X, C ve V, B) kullanılmıştır. Katılımcılardan hedef uyarı olarak X, C harflerini görünce “A” tuşuna; V, B harflerini görünce “L” tuşuna basmaları istendi. Her bir blok, merkezi konuma yerleştirilmiş hedef uyarıcı ile 5 harflik bir diziden oluşmaktadır. Uyumlu uyarılara (Congruent), hem hedef uyarıcı hem de etrafını kuşatan uyarıcıların aynı yönlü tepkiye karşılık geldiği XXCXXX, CCXCC, CCCCC, XXXXX, VVBVV, BBVBB, VVVVV ve BBBB harf blokları örnek olarak verilebilir. Uyumsuz uyarılara (Incongruent), merkezi hedef uyarı ile zıt yönlü tepki gerektiren kuşatıcı uyarıların olduğu, XXVXX, XXBXX, CCVCC, CCBCC, VVXVV, VVCVV, BBXBB, BBCBB harf blokları örnek olarak verilebilir. Katılımcıların, seçim reaksiyon süreleri ve doğru yanıt sayıları program öncesinde (ön test) ve program sonrasında (son test) olmak üzere kaydedildi.

Test Protokolü

Araştırma süreci, işlem öncesi (ön test) 2 gün, 12 hafta işlem ve işlem sonrası 2 gün olmak üzere toplamda 12 hafta 4 günde tamamlanmıştır. Araştırmaya dahil edilme ve edilmeme kriterlerine göre oluşturulan 30 kişilik katılımcı havuzundan seçkisiz atama ile deney ve kontrol grupları oluşturulmuştur. Katılımcılar ön test-son test

işlemden 48 saat öncesine kadar alkol, kafein ve ergojenik yardım kapsamına giren maddeleri kullanmama hususunda bilgilendirilmiştir. Katılımcılar, sirkadiyen ritim farklılıklarından kaçınmak için aynı saatte teste alınmış ve bütün testler (ön test - son test) sabah 10.00 ile 12.00 saatleri arasında gerçekleştirilmiştir. Sirkadiyen ritim,

yaklaşık 24 saatlik döngüsel periyotlarla devam eden, çok çeşitli zihinsel ve fizyolojik sistemlere etki gösteren endojen biyoritimlerdir (Dinç ve Hayta, 2018). Araştırma, Dünya Tıp Birliği Helsinki Bildirgesi Etik İlkelerine uygun şekilde yürütülmüştür. Çizelge 2’de 2x2’lik karışık desene yönelik bilgilere yer verilmiştir.

Çizelge 2. Ön test-Son test Kontrol Gruplu Seçkisiz Desen
Table 2. Pretest-Posttest Random Design with Control Group

Grup	N	Ön test	İşlem	Son test	
R	Deney Grubu	15	*Vücut Kitle İndeksi, -İstirahat Kalp Atım Sayısı, *Hedef Kalp Atım Sayısı (%40-60 Aerobik Egzersiz Şiddeti) *Bilişsel İnhibisyon Testi (Eriksen Flanker Task)	12 Haftalık, Haftada 3 Gün, 30-45 dk, Hafif-Orta Şiddetli Aerobik Egzersiz Programı (tempolu yürüyüş, hafif tempolu koşu, bisiklet sürme, ev içi aerobik egzersiz)	*Vücut Kitle İndeksi *İstirahat Kalp Atım Sayısı *Bilişsel İnhibisyon Testi (Eriksen Flanker Task)
R	Kontrol Grubu	15	*Vücut Kitle İndeksi *İstirahat Kalp Atım Sayısı *Bilişsel İnhibisyon Testi (Eriksen Flanker Task)	İşlem yok	*Vücut Kitle İndeksi *İstirahat Kalp Atım Sayısı *Bilişsel İnhibisyon Testi (Eriksen Flanker Task)

Not. R= Seçkisiz Atama, N= Kişi Sayısı

Çizelge 2 incelendiğinde işlem öncesi ön test aşamasında, seçkisiz atama ile oluşturulan katılımcı gruplarına psikolojik test ölçümlerinin standart hale getirilmesi için alışma çalışmasına uygulanmıştır. Standart bir ölçüm için katılımcılara, çalışmada kullanılan “Eriksen Flanker Task” testinin yönergesi okunmuş ve anlaşılmayan hususlarda bilgilendirme yapılmıştır. Yönergenin anlaşılmasından sonra her biri 50 bloktan oluşan deneme testi uygulanmıştır. Tüm katılımcıların ölçümleri yapılmış olup, boy, vücut ağırlığı ve vücut kitle indeksi (VKİ) gibi veriler tespit edilmiştir. 15-30 dk istirahatten sonra Xiaomi Mi Band 5 ve radial arterden 15 dk sn’lik kalp atım sayımı ile istirahat kalp atım sayıları tespit edilmiştir. Kalp atım sayısı rezerv (karvonen) metodu ile katılımcı grubunun hedef kalp atım sayısı tespit edilmiş ve hedef kalp atım sayılarının %40-60’ı aralığında hafif-orta şiddetli, kademeli antrenman metoduna göre 12 haftalık, haftada 3 gün, 30-45 dk arasında egzersiz planlaması (tempolu yürüyüş, hafif tempolu koşu, bisiklet sürme, ev içi aerobik egzersizler) yapılmıştır. Daha sonra deney ve kontrol grubundaki tüm katılımcılara 50 bloktan oluşan Engelleyici Bilişsel Kontrol Testi (Eriksen Flanker Task) uygulanmıştır. Psikolojik test ölçümlerinden sonra kontrol grubundaki katılımcılardan, 12 haftalık işlem süresi boyunca, olağan yaşantılarına devam etmeleri istenmiştir. Deney grubundaki katılımcılardan, 12 haftalık, haftada 3 gün, 30-45 dk arasında, kademeli antrenman metoduna göre hazırlanan egzersiz programını uygulamaları istenmiştir. İşlem süresi boyunca deney grubu ile haftalık olarak iletişim kurulmuş, gerekli durumlarda destek sağlanmış ve planlanan

egzersiz programının işleyişi takip edilmiştir. 12 haftalık program sonrasında deney grubu tarafından yapılan son egzersizden 24-36 saat sonra deney ve kontrol grupları tekrar çağırılmış aynı metotlarla antropometrik ölçümler, istirahat kalp atım sayısı ve Engelleyici Bilişsel Kontrol Testi (Eriksen Flanker Task) son test olarak tekrar uygulanmıştır.

Verilerin Analizi

Araştırmada elde edilen veriler JAMOVI (2.2.2.) programı ile analiz edilmiştir. Verilerin değerlendirilmesi aşamasında frekans (n), yüzde (%), ortalama (ort.), standart sapma (ss) gibi betimleyici istatistikler, tekrarlı ölçümler varyans analizi ve TukeyHSD testi kullanılmıştır. Tekrarlı ölçümler varyans analizi uygulanmadan önce varyansların homojenliği ve normallik varsayımları incelenmiş. Normallik değerlendirmesi Q-Q Plot ve betimsel istatistiklerle incelenmiştir. Varyansların homojenliği ise Levene’s testi ile incelenmiştir. Bu doğrultuda varsayımlar karşılanmıştır. Elde edilen bulguların yanılma düzeyi 0,05 olarak alınmıştır.

Bulgular

Bu bölümde, deney ve kontrol grubunda yer alan bireylere yönelik betimsel istatistiklere, istirahat nabızı, beden kitle indeksi ve Engelleyici Bilişsel Kontrol Testine ilişkin uyumlu/uyumsuz/nötr uyarınlar ve doğru yanıt sayılarına ilişkin bulgulara yer verilmiştir. Çizelge 3’te deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test ölçümleri alınarak karşılaştırılan değerlere yer verilmiştir.

Çizelge 3. Deney-Kontrol Gruplarının Ön test-Son test Ölçümlerine İlişkin Betimsel İstatistikler
Table 3. Descriptive Statistics on Pretest-Posttest Measures of Experimental-Control Groups

Grup	Ölçümler	Ort.	ss		
Deney	İstirahat Nabızı (atım)	Ön test	70,66	29,44	
		Son test	66,40	23,24	
	Beden Kitle İndeksi	Ön test	23,53	0,79	
		Son test	22,61	0,85	
	Uyumlu Uyarınlar (ms)	Ön test	0,63	0,032	
		Son test	0,60	0,038	
	Uyumsuz Uyarınlar (ms)	Ön test	0,66	0,059	
		Son test	0,61	0,060	
	Nötr Uyarınlar (ms)	Ön test	0,72	0,045	
		Son test	0,70	0,042	
	Uyarınlar Doğru Sayısı	Ön test	46,60	3,76	
		Son test	47,87	2,33	
	Kontrol	İstirahat Nabızı (atım)	Ön test	70,27	24,63
			Son test	69,87	26,95
Beden Kitle İndeksi		Ön test	23,47	0,82	
		Son test	23,55	0,94	
Uyumlu Uyarınlar (ms)		Ön test	0,60	0,05	
		Son test	0,60	0,04	
Uyumsuz Uyarınlar (ms)		Ön test	0,63	0,06	
		Son test	0,63	0,05	
Nötr Uyarınlar (ms)		Ön test	0,71	0,05	
		Son test	0,71	0,04	
Uyarınlar Doğru Sayısı		Ön test	45,80	2,43	
		Son test	45,47	2,29	

Not. *p<0,05, **p<0,01, ***p<0,001, Ort. = Ortalama, ss = Standart Sapma

Çizelge 3 incelendiğinde deney grubundaki bireylerin ön test ve son test ölçümlerinde sırasıyla istirahat nabızı değerlerinin 70,67 (ss=29,44) ve 66,40 (ss=23,24), beden kitle indeksi değerlerinin 23,53 (ss= 0,79) ve 22,61 (ss=0,86), uyumlu uyarınlar reaksiyon süresi (ms) değerlerinin 0,63 (ss=0,03) ve 0,60 (ss=0,04), uyumsuz uyarınlar reaksiyon süresi (ms) değerlerinin 0,66 (ss=0,06) ve 0,61 (ss=0,06), nötr uyarınlar reaksiyon süresi (ms) değerlerinin 0,72 (ss=0,04) ve 0,70 (ss=0,04), uyarınlar doğru sayısı değerlerinin 46,70 (ss= 3,76) ve 47,87 (ss=2,33) olduğu görülmüştür. Kontrol grubundaki

bireylerin ön test ve son test ölçümlerinde sırasıyla istirahat nabızı değerlerinin 70,27 (ss=24,63) ve 69,87 (ss=26,96), beden kitle indeksi değerlerinin 23,47 (ss= 0,82) ve 23,55 (ss=0,94), uyumlu uyarınlar reaksiyon süresi (ms) değerlerinin 0,60 (ss=0,05) ve 0,60 (ss=0,04), uyumsuz uyarınlar reaksiyon süresi (ms) değerlerinin 0,63 (ss=0,06) ve 0,63 (ss=0,05), nötr uyarınlar reaksiyon süresi (ms) değerlerinin 0,71 (ss=0,05) ve 0,71 (ss=0,04), uyarınlar doğru sayısı değerlerinin 45,80 (ss= 2,43) ve 45,47 (ss=2,29) olduğu görülmüştür.

Çizelge 4. Uyumlu uyarınlara ilişkin tekrarlı ölçümler varyans analizi
Table 4. Analysis of variance repeated measures on congruent stimulus

Değişken	χ^2 Tip III	Sd	χ^2 /sd	F	p	η^2_p
Uyumlu Uyarınlar	0,00215	1	0,00215	35,5	< ,001	,559
Uyumlu Uyarınlar x Grup	0,00363	1	0,00363	60,1	< ,001	,682
Hata	0,00169	28	6,05e-5	35,5		

Not. χ^2 = Kareler toplamı Tip III, Sd = Serbestlik derecesi, χ^2 /sd = Kareler Ortalaması

Deney ve kontrol gruplarındaki bireylerin Engelleme Bilişsel Kontrol Testi uyumlu uyarınlarla yönelik tekrarlı ölçümler varyans analizi sonuçları Çizelge 4'te yer almaktadır. Deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test ölçümlerinde en az iki ölçüm arasında anlamlı fark olduğu görülmüştür ($F_{(1,28)} = 60,1$, $p < 0,001$ ve $\eta^2_p = 0,682$). Kurulan model ile uyumlu uyarınlar reaksiyon süresi değerlerinde meydana gelen varyansın %68'i

açıklanmaktadır. Etki büyüklüğü, yüksek etkiye işaret etmektedir. Anlamlı farkın kaynağı TukeyHSD testi ile incelenerek deney grubunun ön test ve son test reaksiyon süresi değerleri arasında anlamlı fark olduğu görülmüştür ($p < ,001$ ve $t = 9,70$). Deney grubunun uyumlu uyarınlar son test reaksiyon süresi ön test değerlerine göre daha düşüktür. Diğer ölçümler arasında anlamlı farka rastlanmamıştır.

Çizelge 5. Uyumsuz uyarılara ilişkin tekrarlı ölçümler varyans analizi

Table 4. Analysis of variance repeated measures on incongruent stimulus

Değişken	χ^2 Tip III	Sd	χ^2 /sd	F	p	η^2_p
Uyumsuz Uyarılar	0,00780	1	0,00780	22,6	<,001	,447
Uyumsuz Uyarılar x Grup	0,01273	1	0,01273	36,9	<,001	,568
Hata	0,00967	28	3,45e-4			

Not. χ^2 = Kareler toplamı Tip III, Sd = Serbestlik derecesi, χ^2 /sd = Kareler Ortalaması

Çizelge 5 incelendiğinde deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test uyumsuz uyarılar reaksiyon sürelerinde en az iki ölçüm arasında anlamlı fark olduğu görülmüştür ($F_{(1, 28)} = 36,9$, $p < ,001$ ve $\eta^2_p = ,568$). Kurulan model ile uyumsuz uyarılar reaksiyon süresi değerlerinde meydana gelen varyansın yaklaşık olarak %57'si açıklanmaktadır. Etki büyüklüğü, yüksek etkiye

işaret etmektedir. Anlamlı farkın kaynağı TukeyHSD testi ile incelenerek deney grubunun ön test ve son test reaksiyon süresi değerleri arasında anlamlı fark olduğu görülmüştür ($p < ,001$ ve $t = 7,655$). Deney grubunun son test reaksiyon süresi değerleri ön test değerlerine göre daha düşüktür. Diğer ölçümler arasında anlamlı farka rastlanmamıştır.

Çizelge 6. Nötr uyarılara ilişkin tekrarlı ölçümler varyans analizi

Table 6. Analysis of variance repeated measures on neutral stimulus

Değişken	χ^2 Tip III	Sd	χ^2 /sd	F	p	η^2_p
Nötr Uyarılar	0,00193	1	0,00193	7,54	,010	,212
Nötr Uyarılar x Grup	0,00228	1	0,00228	8,92	,006	,242
Hata	0,00716	28	2,56e-4			

Not. χ^2 = Kareler toplamı Tip III, Sd = Serbestlik derecesi, χ^2 /sd = Kareler Ortalaması

Çizelge 6 incelendiğinde deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test nötr uyarılar reaksiyon süresi değerlerinde en az iki ölçüm arasında anlamlı fark olduğu görülmüştür ($F_{(1, 28)} = 8,92$, $p = ,006$ ve $\eta^2_p = 0,242$). Kurulan model ile nötr uyarılar reaksiyon süresi değerlerinde meydana gelen varyansın yaklaşık olarak %24'ü açıklanmaktadır. Etki büyüklüğü, orta-yüksek etkiye işaret

etmektedir. Anlamlı farkın kaynağı TukeyHSD testi ile incelenerek deney grubunun ön test ve son test reaksiyon süresi değerleri arasında anlamlı fark olduğu görülmüştür ($p = ,002$ ve $t = 4,054$). Deney grubunun son test reaksiyon süresi değerleri ön test değerlerine göre daha düşüktür. Diğer ölçümler arasında anlamlı farka rastlanmamıştır.

Çizelge 7. Uyarılar doğru sayılarına ilişkin tekrarlı ölçümler varyans analizi

Table 7. Analysis of variance repeated measures on corrects number of stimulus

Değişken	χ^2 Tip III	Sd	χ^2 /sd	F	p	η^2_p
Uyarılar Doğru Sayısı	3,27	1	3,27	1,63	,212	,055
Uyarılar Doğru Sayısı x Grup	9,60	1	9,60	4,79	,037	,146
Hata	56,13	28	2,00			

Not. χ^2 = Kareler toplamı Tip III, Sd = Serbestlik derecesi, χ^2 /sd = Kareler Ortalaması

Çizelge 7 incelendiğinde deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test uyarılara yönelik doğru sayılarında en az iki ölçüm arasında anlamlı fark olduğu görülmüştür ($F_{(1, 28)} = 4,79$, $p < ,037$ ve $\eta^2_p = 0,146$). Kurulan model ile doğru sayılarında meydana gelen varyansın yaklaşık olarak %15'i açıklanmaktadır. Etki büyüklüğü, orta düzey etkiye işaret etmektedir. Anlamlı farkın kaynağı TukeyHSD testi ile

incelenerek deney grubu ve kontrol grubunun son test uyarılar doğru sayıları arasında anlamlı fark olduğu görülmüştür ($p = ,002$ ve $t = 4,054$). Deney grubunun son test uyarılar doğru sayısı kontrol grubunun son test uyarılar doğru sayısından daha yüksektir. Diğer ölçümler arasında anlamlı farka rastlanmamıştır.

Çizelge 8. İstirahat nabızı değerlerine ilişkin tekrarlı ölçümler varyans analizi sonuçları

Table 8. Analysis of variance repeated measures on resting heart rate

Değişken	χ^2 Tip III	Sd	χ^2 /sd	F	p	η^2_p
İstirahat Nabızı	81,7	1	81,67	43,7	<,001	,610
İstirahat Nabızı x Grup	56,1	1	56,07	30,0	<,001	,518
Hata	52,3	28	1,87			

Not. χ^2 = Kareler toplamı Tip III, Sd = Serbestlik derecesi, χ^2 /sd = Kareler Ortalaması

Çizelge 8 incelendiğinde deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test istirahat nabızı atım sayılarında en az iki

ölçüm arasında anlamlı fark olduğu görülmüştür ($F_{(1, 28)} = 30,0$, $p < ,001$ ve $\eta^2_p = 0,518$). Kurulan model ile doğru

sayılarında meydana gelen varyansın yaklaşık olarak %52'si açıklanmaktadır. Etki büyüklüğü, yüksek etkiye işaret etmektedir. Anlamlı farkın kaynağı TukeyHSD testi ile incelenerek deney grubu ve kontrol grubunun son test istirahat nabızı atım sayıları arasında ($p < ,001$ ve $t=8,552$) ve deney-kontrol grubunun son test istirahat nabızı atım

sayıları arasında ($p=,004$ ve $t = -3.772$) anlamlı fark olduğu görülmüştür. Deney grubundaki bireylerin son test istirahat nabızı atım sayıları hem kendi ön test atım sayılarından hem de kontrol grubunun son test atım sayılarından daha düşüktür. Diğer ölçümler arasında anlamlı farka rastlanmamıştır.

Çizelge 9. Beden kitle indeksi değerlerine ilişkin tekrarlı ölçümler varyans analizi sonuçları

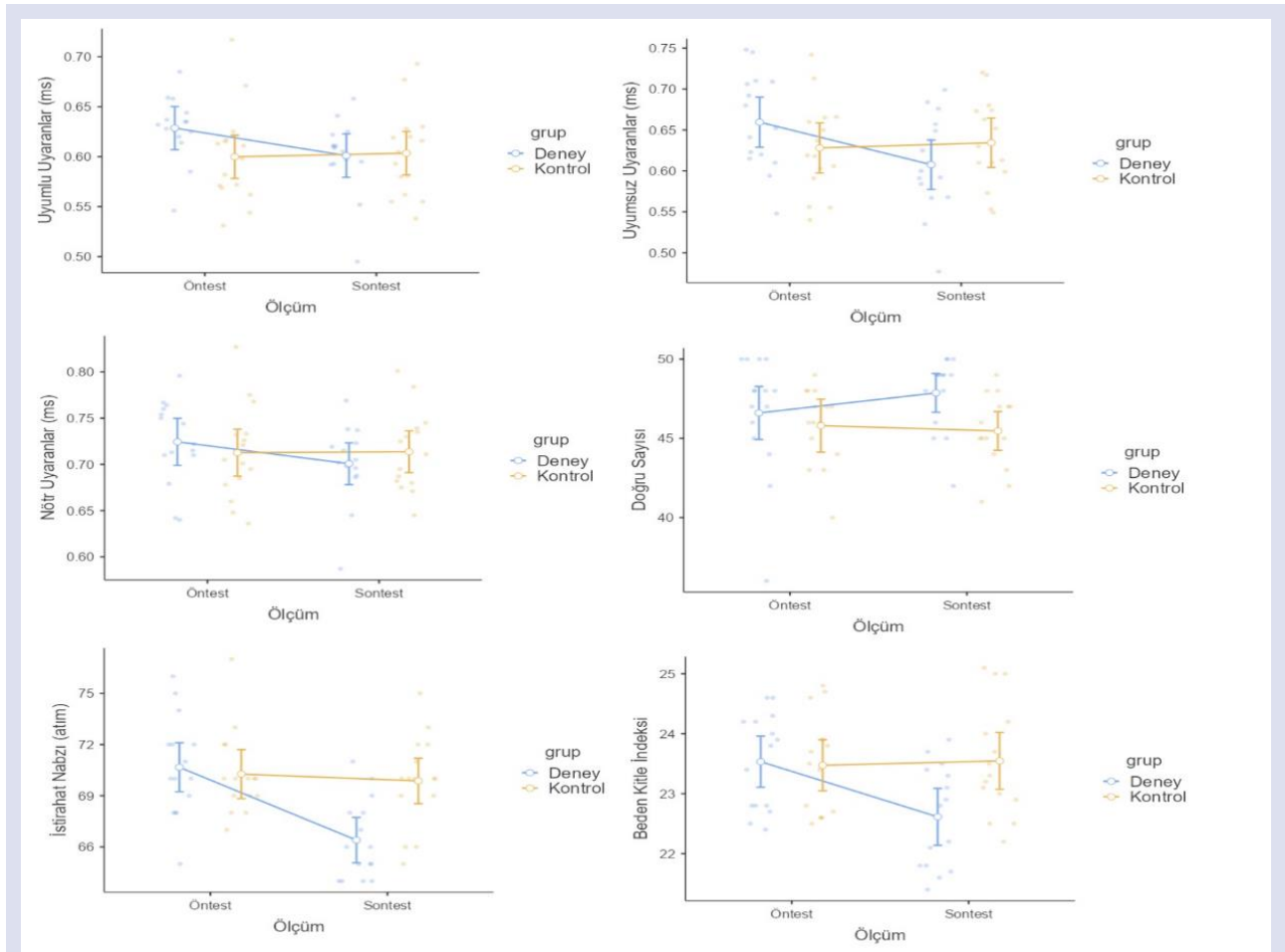
Table 9. Analysis of variance repeated measures on body mass index

Değişken	χ^2 Tip III	Sd	χ^2 /sd	F	p	η^2_p
Beden Kitle İndeksi	2,69	1	2,6882	28,0	<,001	,500
Beden Kitle İndeksi x Grup	3,70	1	3,7002	38,6	<,001	,579
Hata	2,69	28	0,0960			

Not. χ^2 = Kareler toplamı Tip III, Sd = Serbestlik derecesi, χ^2 /sd = Kareler Ortalaması

Çizelge 9 incelendiğinde deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test beden kitle indeksi değerlerinde en az iki ölçüm arasında anlamlı fark olduğu görülmüştür ($F_{(1,28)} = 38,6$, $p < ,001$ ve $\eta^2_p = 0,579$). Kurulan model ile doğru sayılarında meydana gelen varyansın yaklaşık olarak %58'i açıklanmaktadır. Etki büyüklüğü, yüksek etkiye işaret etmektedir. Anlamlı farkın kaynağı TukeyHSD testi ile incelenerek deney grubu ve kontrol grubunun son test beden kitle indeksi değerleri arasında ($p < ,001$ ve

$t=8,1337$) ve deney-kontrol grubunun son test beden kitle indeksi değerleri arasında ($p=,038$ ve $t = -2,8479$) anlamlı fark olduğu görülmüştür. Deney grubundaki bireylerin son test beden kitle indeksleri hem kendi ön test değerlerinden hem de kontrol grubunun son test değerlerinden daha düşüktür. Diğer ölçümler arasında anlamlı farka rastlanmamıştır. Şekil 1'de deney ve kontrol gruplarının ön test ve son test ölçümlerine ilişkin değerler grafik halinde sunulmuştur



Şekil 1. Deney-Kontrol Gruplarının Ön test-Son test Ölçümleri
Figure 1. Pretest-Posttest Measures of Experiment-Control Groups

Tartışma ve Sonuç

Bu araştırmada gençlerde 12 haftalık hafif-orta şiddetli aerobik egzersizin engelleyici bilişsel kontrol üzerindeki etkilerini incelemek hedeflenmiştir. Deney grubundaki katılımcıların engelleyici bilişsel kontrol parametreleri, 12 haftalık, haftada 3 gün, 30-45 dk hafif-orta şiddetli aerobik egzersiz uygulaması sonrasında, kontrol grubundaki katılımcılara göre anlamlı bir şekilde farklılaşmıştır. Bu sonuçtan hareketle, düzenli olarak yapılan aerobik egzersizin yönetici işlevlerden engelleyici bilişsel kontrol üzerinde olumlu etkiye sahip olduğu söylenebilir. Gruplar arası kıyaslamalara göre deney grubundaki katılımcıların istirahat nabız sayısı, vücut ağırlığı ortalaması ve vücut kitle indeksi parametrelerinde düşüş gerçekleşirken, kontrol grubundaki katılımcıların ilgili parametrelerinde anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir.

Arday ve arkadaşları (2014) tarafından yapılan araştırma, beden eğitimi derslerinde egzersiz yoğunluğunun bilişsel işlevler ve akademik başarı üzerine olumlu katkı sağlayabileceğini öne sürmüştür. Ancak daha büyük örneklem grupları ile bu bulguların doğrulanması gerektiği ifade edilmiştir. Scudder ve ark. (2015) tarafından yapılan araştırma, aerobik uygunluğu yüksek çocukların daha iyi engelleyici bilişsel kontrol ve artan bilişsel esneklik sergilediğine dair kanıtlar ortaya koymuştur. Ludyga ve arkadaşları (2016) tarafından yapılan araştırma, öğlen yemeği molasında kısa bir aerobik ve koordinatif egzersiz programına günlük katılımın ergenlerde çalışma belleğinin korunmasına ve göreve hazırlanma sürecine katkıda bulunduğu göstermiştir. Drollette ve arkadaşları (2016) tarafından yapılan araştırma, 7-12 yaş arasındaki çocuklarda kardiyovasküler uygunluğun daha iyi çalışma hafızası performansı ile ilişkili olduğunu göstermiştir. Donnelly ve arkadaşları (2016) tarafından yapılan sistematik inceleme, akut fiziksel aktivite müdahalelerinin çocukların yönetici işlevleri üzerinde faydalı olduğunu göstermiştir. Moreau ve arkadaşları (2017) tarafından yapılan kontrol gruplu araştırma, 6 haftalık yüksek yoğunluklu aralıklı egzersizin 7-13 yaş aralığındaki çocukların engelleyici bilişsel kontrol ve çalışma hafızası üzerinde olumlu katkılar sağladığını göstermiştir. Zeng ve arkadaşları (2017) tarafından yapılan sistematik incelemede, okul öncesi çocuklarda fiziksel aktivitenin motor beceriler ve bilişsel işlevler üzerinde önemli, yararlı etkilere sahip olduğu ifade edilmiştir. Álvarez-Bueno ve arkadaşları (2017) tarafından yapılan meta-analizde fiziksel aktivite müdahalelerinin çocuklarda bilişsel fonksiyonların gelişimini desteklemek için faydalı bir strateji olduğunu ifade edilmiştir. Greeff ve arkadaşları (2018) fiziksel aktivite artışının bir sonucu olarak bilişsel fonksiyonlardaki gelişmelerin çocukların akademik performansını geliştirebileceğini ifade etmiştir. Gentile ve arkadaşları (2020) tarafından yapılan araştırma sportif faaliyetlerle zenginleştirilmiş okul sonrası programa katılan öğrencilerin yönetici işlevlerinde, kontrol grubunda bulunan öğrencilere kıyasla, iyileşmeler olduğu ve akademik performanslarında bir artış yaşandığını göstermiştir. Beynin doğal plastisite kapasitesinden

yararlanmak için gerekli olan fiziksel aktivite ve egzersize düzenli katılım, gelişmiş bilişsel performans ve daha iyi akademik başarı ile sonuçlanır (Erickson ve arkadaşları, 2015). Ek olarak, Schmidt ve arkadaşları (2015) tarafından fiziksel aktivite ve egzersiz programlarına bilişsel uyarılar eklenerek, yönetici işlevleri güçlendirmede daha etkili olacağı ifade edilmiştir. Benzing ve arkadaşları (2018) dikkat eksikliği ve hiperaktivite bozukluğu olan çocuklarda egzersiz, inhibisyon ve görev değiştirme işlevlerinin reaksiyon sürelerinde belirli bir etkiye sahip olabileceğini ifade etmiştir. Bu etkinin egzersizin gelişime yönelik katkılarına ek olarak hiperaktivite ve dikkat eksikliği gibi bozuklukların iyileştirme etkisinin göstergesi olarak düşünülmektedir.

Soga ve arkadaşları (2015) tarafından yapılan araştırma da orta şiddette egzersizin ergenlerde yönetici işlevleri etkilediği göstermiştir. Ayrıca fiziksel aktivite esnasında engelleyici bilişsel kontrolün devam ettiği, çalışma hafızasında ise azalma olduğu tespit edilmiştir. Profesyonel bisikletçilerin eğlence amaçlı bisiklet sürenlere göre Engelleyici Bilişsel Kontrol Testinde daha üstün performans sergilediği görülmüştür (Martin ve arkadaşları, 2016). Söz konusu araştırmada profesyonel bisikletçilerin haftalık 500 km'den fazla mesafe kat ettiği belirtilmiştir. Bu üst düzey performansın sonucu olarak kardiyovasküler gelişim, rekreatif amaçlı bisiklet sürenlere göre yönetici işlevlerin daha fazla gelişmesine katkıda bulunmuş olabileceği düşünülmektedir. Lubans ve arkadaşları (2016) fiziksel aktivite ve egzersiz müdahalelerinin gençlerde bilişsel ve zihinsel sağlığı iyileştireceğine dair kanıtlar olsa da yüksek kaliteli deneysel araştırmalara ihtiyaç olduğunu vurgulamıştır. Li ve arkadaşları (2017) ergenlik döneminde beyin plastisitesinden dolayı egzersizin faydalı olduğuna dair teorik kanıtlar olsa da, nörobilim ve spor bilimi uzmanlarının iş birliği çerçevesinde gerçekleştirilecek araştırmalarla güçlü deneysel kanıtlara ihtiyaç olduğunu ifade etmiştir. Fiziksel aktivite ve egzersizin yönetici işlevler üzerindeki etkilerini gösteren kanıtları güçlendirmek ve doğrulamak için büyük örneklem gruplarıyla gelecekte yapılacak araştırmalara ihtiyaç vardır (Zeng ve arkadaşları, 2017). Salas-Gomez ve arkadaşları (2020) tarafından 17-21 yaş aralığında üniversite öğrencileri üzerinde yapılan araştırma, fiziksel aktivite düzeyi ile yönetici işlevler arasında anlamlı bir ilişki olduğu göstermiştir. Ancak, söz konusu araştırmada, öğrencilerin fiziksel aktivite düzeyi öz-değerlendirme ile tespit edildiği için bu bulgular egzersiz programı içeren deneysel çalışmalar ile desteklenmelidir.

Aerobik egzersize düzenli katılım yönetici işlevleri ve beyindeki sinirsel devreleri etkilemektedir (Best, 2010). Berchicci ve arkadaşlarına (2013) göre aerobik egzersiz yönetici işlevlerin yürütüldüğü prefrontal kortekste beyin aktivasyonu artmaktadır. Gomez-Pinilla ve Hillman (2013) giderek artan sayıda çalışmanın egzersizin merkezi sinir sisteminin canlılığı ve işlevi üzerinde etkisini doğruladığını ifade etmiştir. Erickson ve arkadaşları (2015) yaptığı

çalışmada, yüksek aerobik uygunluk seviyelerinin yönetici işlevlerin gerçekleştiği prefrontal korteks dahil olmak üzere beynin çeşitli alanlarında daha büyük gri madde hacmiyle ilişkili olduğuna dair kanıtlar sunmuştur. Batouli ve Saba'ya (2017) göre fiziksel aktivite, bilgi işleme konusunda görevli olan beyindeki gri madde hacminin hemen hemen çoğunluğuyla ilişkilidir. Pensel ve arkadaşlarına (2018) göre beyin aktivitelerindeki değişiklikler egzersiz kazanımları ile ilgilidir. Egzersiz kaynaklı yönetici işlevlerde yaşanan gelişmeler, beyindeki fizyolojik adaptasyonu tetikleyen kardiyovasküler gelişmelerden kaynaklanmaktadır. Beynin bazı bölgeleri ve bilişsel alanlar diğer kısımlara göre fiziksel aktiviteden daha tutarlı bir şekilde etkilenir (Erickson ve arkadaşları, 2015). Beyin bölgelerinde egzersiz kaynaklı değişiklikleri incelemek için beyin görüntüleme teknikleri ile yapılan araştırmalarda uzun süreli egzersiz ve hipokampüste büyüme ilişkilendirilmiştir (Duzel ve arkadaşları, 2016). Kanıtlar karmaşık bilişsel süreçleri destekleyen beyin bölgeleri ile fiziksel aktivite arasında bir ilişki olduğunu göstermiştir (Donnelly ve arkadaşları, 2016). Fiziksel aktivite düzeyi yüksek olan bireylerde p300 genliğinde artışa dair kanıtlar bulunmaktadır. Artan p300 genliği, daha hızlı bilgi işlem süresi ile hedefe yönelik dikkatin artışı şeklinde yorumlanmıştır (Prakash ve arkadaşları, 2015). Talukdar ve arkadaşları (2018) tarafından 18-30 yaş arasındaki bireylerin aerobik uygunluk ile beyin bölgeleri arasındaki ilişkisini incelemek için yapılan araştırmada, aerobik uygunluğun yönetici işlevlerin gerçekleştiği belirli beyin bölgeleri ve beyin ağları arasındaki işlevsel bağlantıları yönetebileceği tespit edilmiştir.

Soga ve arkadaşları (2017) bellek kodlaması esnasında aerobik egzersizin kodlama üzerinde bozucu etkisi olabileceğini, bu nedenle egzersizin öğrenme etkinlikleriyle eş zamanlı yürütüldüğü teorik derslerde dikkatli olunması gerektiğini söylemektedir. Lee ve arkadaşları (2020) tarafından yapılan araştırmada 8 haftalık temel motor becerilere dayalı orta şiddetli fiziksel aktivite programı uygulanan öğrencilerin temel motor becerilerinde iyileşme yaşanırken, yönetici işlevlerde bir farklılık ortaya çıkmamıştır. Bunun sebebi olarak bilişsel işlevleri değerlendirmek için kullanılan testin olduğu düşünülmektedir. Söz konusu çalışmada bilişsel işlevler değerlendirilirken ebeveynlerden gelen raporlara yönelik bir ölçek kullanılmıştır. Bu raporlar öznel bir algı ve değerlendirmeye sebep olarak sonuçları etkilemiş olabilir. Bilişsel işlevlerin dolaylı ölçümlerden ziyade doğrudan ölçüme izin veren deneysel paradigmalardan kullanılması sonuçların daha objektif olmasını sağlayacaktır. Egzersiz protokollerinin ve bilişsel değerlendirmelerin değişkenliği ortadan kaldırarak iyi tasarlanmış çalışmalar yapmak araştırmaların kalitesini artırabilir (Donnelly ve arkadaşları, 2016; Li ve arkadaşları, 2017). Ayrıca, egzersizin bilişsel işlevler üzerinde etkisi egzersizin yoğunluğu, süresi gibi etkenlerle farklılık gösterebileceği göz ardı edilmemelidir (Vidoni ve arkadaşları, 2015).

Literatürden elde edilen bulgular, fiziksel aktivite ve egzersizin hem kısa süreli hem de uzun süreli etkileri olduğunu göstermektedir. Ayrıca egzersiz-beyin

fonksiyonları arasındaki ilişkiyi beyin görüntüleme teknikleri ile inceleyen çalışmalar bu etkinin varlığını daha da güçlendirmektedir. Sonuç olarak, 12 haftalık hafif-orta şiddetli aerobik egzersiz programı ile istirahat nabzındaki değişiklikler kardiyovasküler gelişimin bir işaretidir. Müdahale edilen grubunu engelleyici bilişsel kontrol performansı, kardiyovasküler gelişimle birlikte ilerleme kaydettiği söylenebilir. Ayrıca araştırmanın genç popülasyon üzerinde yürütülmesi uzun süreli aerobik egzersiz programı ile gençlerde yönetici işlevlerin iyileştirilebileceğini ortaya koymuştur. Araştırma 20-22 yaş aralığındaki bireyler üzerinde yürütülmüştür. Bu nedenle araştırmanın farklı yaş grubundaki gençlerde tekrarlanması önerilmektedir.

Kaynaklar

- Álvarez-Bueno, C., Pesce, C., Cavero-Redondo, I., Sánchez-López, M., Martínez-Hortelano, J. A. and Martínez-Vizcaíno, V. (2017). The Effect of Physical Activity Interventions on Children's Cognition and Metacognition: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 56(9), 729–738. doi: 10.1016/j.jaac.2017.06.012
- Ardoy, D. N., Fernández-Rodríguez, J. M., Jiménez-Pavón, D., Castillo, R., Ruiz, J. R. and Ortega, F. B. (2014). A Physical Education trial improves adolescents' cognitive performance and academic achievement: The EDUFIT study. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 24(1), e52-e61. doi: 10.1111/sms.12093
- Atan, M., Atan, S. and Arslantürk, Y. (2012). *Lisansüstü Araştırmalarda İstatistik Uygulamaları* (1st ed.). Ankara: Dama Kitap Yayıncılık.
- Batouli, S. A. H. and Saba, V. (2017). At least eighty percent of brain grey matter is modifiable by physical activity: A review study. *Behavioural Brain Research*, 332, 204–217. doi: 10.1016/j.bbr.2017.06.002
- Benzing, V., Chang, Y.-K. and Schmidt, M. (2018). Acute Physical Activity Enhances Executive Functions in Children with ADHD. *Scientific Reports*, 8(1). doi: 10.1038/s41598-018-30067-8
- Berchicci, M., Lucci, G. and Di Russo, F. (2013). Benefits of physical exercise on the aging brain: The role of the prefrontal cortex. *Journals of Gerontology - Series A Biological Sciences and Medical Sciences*, 68(11), 1337–1341. doi: 10.1093/geron/glt094
- Best, J. R. (2010). Effects of physical activity on children's executive function: Contributions of experimental research on aerobic exercise. *Developmental Review*, 30(4), 331–351. doi: 10.1016/j.dr.2010.08.001Get
- Bherer, L., Erickson, K. I. and Liu-Ambrose, T. (2013). A review of the effects of physical activity and exercise on cognitive and brain functions in older adults. *Journal of Aging Research*, 2013. doi: 10.1155/2013/657508
- Bildiren, A., Korkmaz, M. and Demiral, N. (2017). Üstün yetenekli çocuklarda yönetici işlevler ve zekâ arasındaki ilişkiler. *Adıyaman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 7(2), 241–255. doi: 10.17984/adyueb.323919
- Chang, Y. K., Labban, J. D., Gapin, J. I. and Etnier, J. L. (2012). The effects of acute exercise on cognitive performance: A meta-analysis. *Brain Research*. (1453), 87–101. doi:10.1016/j.brainres.2012.02.068

- Ciria, L. F., Perakakis, P., Luque-Casado, A. and Sanabria, D. (2018). Physical exercise increases overall brain oscillatory activity but does not influence inhibitory control in young adults. *NeuroImage*, 181, 203–210. doi:10.1016/j.neuroimage.2018.07.009
- Çolakoğlu, F. F. ve Şenel, Ö. (2003). Sekiz haftalık aerobik egzersiz programının sedanter orta yaşlı bayanların vücut kompozisyonu ve kan lipidleri üzerindeki etkileri. *SPORMETRE Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 1(1), 57–61.
- Diñç, N. ve Hayta, Ü. (2018). Sirkadiyen ritmin anaerobik güç üzerine etkisinin incelenmesi. *Gaziantep Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi*, 3(4), 77–86. doi: 10.31680/gaunjss.477535
- Donnelly, J. E., Hillman, C. H., Castelli, D., Etnier, J. L., Lee, S., Tomporowski, P., . . . Szabo-Reed, A. N. (2016). Physical Activity, Fitness, Cognitive Function, and Academic Achievement in Children: A Systematic Review. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 48(6), 1197–1222. doi:10.1249/MSS.0000000000000901
- Drollette, E. S., Scudder, M. R., Raine, L. B., Davis Moore, R., Pontifex, M. B., Erickson, K. I. and Hillman, C. H. (2016). The sexual dimorphic association of cardiorespiratory fitness to working memory in children. *Developmental Science*, 19(1), 90–108. doi: 10.1111/desc.12291
- Duzel, E., van Praag, H. and Sendtner, M. (2016). Can physical exercise in old age improve memory and hippocampal function? *Brain*, 139(3), 662–673. doi: 10.1093/brain/awv407.
- Eriksen, B. A. and Eriksen, C. W. (1974). Effects of noise letters upon identification of a target letter in a non-search task. *Perception and Psychophysics*, 16, 143-149. doi:10.3758/bf03203267
- Erickson, K. I., Hillman, C. H. and Kramer, A. F. (2015). Physical activity, brain, and cognition. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 4, 27–32. doi: 10.1016/j.cobeha.2015.01.005
- Gentile, A., Boca, S., Şahin, F. N., Güler, Ö., Pajaujiene, S., Indriuniene, V., . . . Alesi, M. (2020). The Effect of an Enriched Sport Program on Children's Executive Functions: The ESA Program. *Frontiers in Psychology*, 11, 657. doi:10.3389/fpsyg.2020.00657
- Gomez-Pinilla, F. and Hillman, C. (2013). The influence of exercise on cognitive abilities. *Comprehensive Physiology*, 3(1), 403–428. doi: 10.1002/cphy.c110063
- Greeff, J. W. de, Bosker, R. J., Oosterlaan, J., Visscher, C. and 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. doi:10.1016/j.jsams.2017.09.595
- Griffin, E. W., Mullally, S., Foley, C., Warmington, S. A., O'Mara, S. M. and Kelly, A. M. (2011). Aerobic exercise improves hippocampal function and increases BDNF in the serum of young adult males. *Physiology and Behavior*, 104(5), 934–941. doi: 10.1016/j.physbeh.2011.06.005
- Hillman, C. H., Pontifex, M. B., Raine, L. B., Castelli, D M, Hall, E. E. and Kramer, A. F. (2009). The effect of acute treadmill walking on cognitive control and academic achievement in preadolescent children. *Neuroscience*, 159(3), 1044–1054. doi: 10.1016/j.neuroscience.2009.01.057
- Karvonen, J. and Vuorimaa, T. (1988). Heart rate and exercise intensity during sports activities. Practical application. *Sports Medicine*, 5(5), 303–311. doi: 10.2165/00007256-198805050-00002
- Lee, J., Zhang, T., Chu, T. L., Gu, X. and Zhu, P. (2020). Effects of a fundamental motor skill-based afterschool program on children's physical and cognitive health outcomes. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(3). doi: 10.3390/ijerph17030733
- Li, J. W., O'Connor, H., O'Dwyer, N. and Orr, R. (2017). The effect of acute and chronic exercise on cognitive function and academic performance in adolescents: A systematic review. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(9), 841–848. doi: 10.1016/j.jsams.2016.11.025
- Loprinzi, P. D., Blough, J., Crawford, L., Ryu, S., Zou, L. and Li, H. (2019). The temporal effects of acute exercise on episodic memory function: Systematic review with meta-analysis. *Brain Sciences*, 9(4). doi: 10.3390/brainsci9040087
- Lubans, D., Richards, J., Hillman, C., Faulkner, G., Beauchamp, M., Nilsson, M., . . . Biddle, S. (2016). Physical activity for cognitive and mental health in youth: A systematic review of mechanisms. *Pediatrics*, 138(3). doi:10.1542/peds.2016-1642
- Ludyga, S., Gerber, M., Brand, S., Holsboer-Trachsler, E. and Pühse, U. (2016). Acute effects of moderate aerobic exercise on specific aspects of executive function in different age and fitness groups: A meta-analysis. *Psychophysiology*, 53(11), 1611–1626. doi: 10.1111/psyp.12736
- Martin, K., Staiano, W., Menaspà, P., Hennessey, T., Marcora, S., Keegan, R., . . . Rattray, B. (2016). Superior inhibitory control and resistance to mental fatigue in professional road cyclists. *PLoS ONE*, 11(7). doi: 10.1371/journal.pone.0159907
- Moreau, D., Kirk, I. J. and Waldie, K. E. (2017). High-intensity training enhances executive function in children in a randomized, placebo-controlled trial. *eLife*, 6. doi: 10.7554/eLife.25062
- Pensel, M. C., Daamen, M., Scheef, L., Knigge, H. U., Rojas Vega, S., Martin, J. A., . . . Boecker, H. (2018). Executive control processes are associated with individual fitness outcomes following regular exercise training: Blood lactate profile curves and neuroimaging findings. *Scientific Reports*, 8(1). doi: 10.1038/s41598-018-23308-3
- Prakash, R. S., Voss, M. W., Erickson, K. I. and Kramer, A. F. (2015). *Physical activity and cognitive vitality. Annual Review of Psychology: Vol. 66.*
- Salas-Gomez, D., Fernandez-Gorgojo, M., Pozueta, A., Diaz-Ceballos, I., Lamarain, M., Perez, C., . . . Sanchez-Juan, P. (2020). Physical Activity Is Associated With Better Executive Function in University Students. *Frontiers in Human Neuroscience*, 14, 11. doi: 10.3389/fnhum.2020.00011
- Schmidt, M., Jaeger, K., Egger, F., Roebers, C. M. and Conzelmann, A. (2015). Cognitively engaging chronic physical activity, but not aerobic exercise, affects executive functions in primary school children: A group-randomized controlled trial. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 37(6), 575–591. doi: 10.1123/jsep.2015-0069
- Scudder, M. R., Khan, N. A., Lambourne, K., Drollette, E. S., Herrmann, S. D., Betts, J. L., . . . Hillman, C. H. (2015). Cognitive control in preadolescent children with risk factors for metabolic syndrome. *Health Psychology*, 34(3), 243–252. doi: 10.1037/hea0000114
- Soga, K., Kamijo, K. and Masaki, H. (2017). Aerobic exercise during encoding impairs hippocampus-dependent memory. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 39(4), 249–260. doi: 10.1123/jsep.2016-0254
- Soga, K., Shishido, T. and Nagatomi, R. (2015). Executive function during and after acute moderate aerobic exercise in adolescents. *Psychology of Sport and Exercise*, 16(3), 7–17. doi: 10.1016/j.psychsport.2014.08.010
- Talukdar, T., Nikolaidis, A., Zwilling, C. E., Paul, E. J., Hillman, C. H., Cohen, N. J., . . . Barbey, A. K. (2018). Aerobic fitness explains individual differences in the functional brain connectome of healthy young adults. *Cerebral Cortex*, 28(10), 3600–3609. doi: 10.1093/cercor/bhx232

- Taşkın Gökçe, T. G. and Kandır, A. (2019). Erken çocukluk döneminde yönetici işlevlerin gelişimi ve değerlendirilmesi ile ilgili türkiye’de yapılan bilimsel çalışmaların incelenmesi. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 21(2), 529–546. doi: 10.32709/akusosbil.474618
- Travlos, A. K. (2010). High intensity physical education classes and cognitive performance in eighth-grade students: An applied study. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 8(3), 302–311. doi: 10.1080/1612197X.2010.9671955
- Tuncer, N. ve Avcı, N. (2018). Okul öncesi dönem çocuklarının yürütücü işlev becerilerinin gelişimini destekleyen sınıf stratejileri (Nitel bir analiz). *International Journal of Eurasia Social*, 9(32), 1224–1283. Retrieved from <http://www.ijoess.com/DergiTamDetay.aspx?ID=2134&Detay=Ozet>
- Verburgh, L., Königs, M., Scherder, E.J.A. and Oosterlaan, J. (2014). Physical exercise and executive functions in preadolescent children, adolescents and young adults: A meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 48(12), 973–979. doi: 10.1136/bjsports-2012-091441
- Vidoni, E. D., Johnson, D. K., Morris, J. K., van Sciver, A., Greer, C. S., Billinger, S. A., . . . Burns, J. M. (2015). Dose-response of aerobic exercise on cognition: A community-based, pilot randomized controlled trial. *PLoS ONE*, 10(7). doi: 10.1371/journal.pone.0131647
- Wang, C.-C., Alderman, B., Wu, C.-H., Chi, L., Chen, S.-R., Chu, I.-H. and Chang, Y.-K. (2019). Effects of acute aerobic and resistance exercise on cognitive function and salivary cortisol responses. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 41(2), 73–81. doi: 10.1123/jsep.2018-0244
- Wang, Z. and van Praag, H. (2012). Exercise and the Brain: Neurogenesis, Synaptic Plasticity, Spine Density, and Angiogenesis. In H. Boecker, C. H. Hillman, L. Scheef, & H. K. Strüder (Eds.), *Functional Neuroimaging in Exercise and Sport Sciences* (pp. 3–24). New York, NY: Springer New York. doi: 10.1007/978-1-4614-3293-7_1
- Zeng, N., Ayyub, M., Sun, H., Wen, X., Xiang, P. and Gao, Z. (2017). Effects of physical activity on motor skills and cognitive development in early childhood: A systematic review. *BioMed Research International*, 2017, 1–13. doi: 10.1155/2017/2760716