

Geliş Tarihi:08.09.2018  
 Kabul Tarihi:01.12.2018  
 SPORMETRE, 2018,16(4),266-274  
 DOI: 10.1501/Sporm\_0000000409

## SPORCULARDA ORTA VE YÜKSEK ŞİDDETLERDEKİ AEROBİK EGZERSİZİN BOZUCU ETKİYE DİRENÇ ÜZERİNE ETKİSİ

Erdem ÇAKALOĞLU<sup>1</sup>, Perican BAYAR<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Ankara Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi

**Öz:** Egzersizin insan sağlığına çok yönlü faydaları konusunda günümüzde en dikkat çeken konulardan birisi bilişsel sağlığa olan yararlarıdır. Yönetici işlevler, bir amaca ulaşmak için planlama, bilgiyi kullanma, soyut düşünme ve çıkarımlar yapma gibi birçok özelliği içine alan bir kavram olmakla birlikte aerobik egzersiz ile ilişkisi sık sık çalışılmaktadır. Bu çalışmanın amacı sporcu popülasyonunda, orta ve yüksek şiddetli aerobik egzersizin yönetici işlevlerin ana fonksiyonlarından biri olan bozucu etkiye direnç üzerindeki etkisini incelemektir. Bu çalışmaya herhangi bir kronik hastalığı bulunmayan ve en az 3 yıldır aktif olarak spor yapan 16 sağlıklı erkek katılımcı (yaş=21.31±1.4 yıl) dahil edilmiştir. Araştırma deseni olarak randomize karşılıklı dengeli çalışma dizaynı uygulanmıştır. Katılımcılar test süresince toplamda 4 ayrı gün laboratuvara gelmişler ve deneysel koşullar (orta ve yüksek şiddetli aerobik egzersiz ve dinlenme) için laboratuvara geliş sıraları karşıt dengelenmiştir. Katılımcılar orta şiddetli aerobik egzersiz için %60, yüksek şiddetli aerobik egzersiz için %80 kalp atım rezervinde 3 dakikası ısınma, 3 dakikası soğuma olmak üzere 30 dakikalık egzersiz yapmışlardır. Dinlenme koşulunda ise egzersiz koşullarında geçen süre kadar dergi ve kitapların olduğu sessiz bir odada oturmaları sağlanmıştır. Test koşullarının öncesinde ve 15 dakika sonrasında bozucu etkiye direnç ölçümleri için Stroop testine alınmışlardır. Verilerin değerlendirilmesinde SPSS 22.0 paket programı kullanılmıştır. Katılımcıların farklı koşullardaki Stroop testi performansları arasındaki farkın belirlenmesi Two-Way Anova analizi ile gerçekleştirilmiştir. İstatistiksel analiz sonuçlarına göre; Stroop testi doğru sayılarına ilişkin koşullar arası anlamlı bir farklılığa rastlanmamıştır ( $p>0,05$ ). Katılımcıların Stroop testi reaksiyon zamanları orta ve yüksek şiddetli aerobik egzersiz koşullarında, dinlenme koşuluna göre anlamlı düzeyde azalmıştır ( $p<0,05$ ). Sonuç olarak bu çalışmada orta ve yüksek şiddetli aerobik egzersizin bozucu etkiye direnç üzerinde olumlu bir etkisinin olduğu ortaya konmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Aerobik egzersiz, Bozucu Etkiye Direnç, Stroop, Yönetici İşlevler

### THE EFFECTS OF MODERATE AND HIGH INTENSITY AEROBIC EXERCISE ON INTERFERENCE CONTROL IN ATHLETES

**Abstract:** One of the most remarkable issues about the benefits of exercise to human health is the benefits to cognitive health. Executive functions are a concept that includes many features such as planning to reach a goal, using information, using abstract thinking and making inferences, and also the relation with executive functions and aerobic exercise is frequently studied. The aim of this study is to investigate the effect of moderate and high intensity aerobic exercise on the interference control which is one of the main functions of executive functions on the athletes. 16 healthy male participants (age= 21.31 ± 1.4 years) who did not have any chronic disease and were actively engaged in sports for at least 3 years were included to the study. A randomized, counterbalanced study design was used as a research design. The participants came to the laboratory for experimental conditions (moderate to high intensity aerobic exercise and rest) for a total of 4 different days during the test period and the order of the sessions are counterbalanced. Participants exercised at 60% heart rate reserve for moderate aerobic exercise and 80% for high intensity aerobic exercise for 30 minutes including 3 min warmup and 3 min cooling. In the resting condition, they were allowed to sit in a quiet room with magazines and books for the time spent in exercise conditions. Stroop test were administered before and 15 minutes after the test conditions. SPSS 22.0 package program was used for data analysis. The Two-Way Anova analysis was used to determine the difference between the Stroop test performance of the participants in different conditions. According to statistical analysis; no significant difference was found in the conditions for the Stroop test accuracy ( $p> 0.05$ ). Stroop test reaction times of participants significantly decreased in moderate and high aerobic exercise conditions compared to resting condition ( $p <0.05$ ). In conclusion, this study showed that moderate and high intensity aerobic exercise has a positive effect on interference control on athletes.

**Key Words:** Aerobic exercise, Executive Functions, Interference Control, Stroop

## GİRİŞ

Geçmişten günümüze yapılan araştırmalar egzersize düzenli katılımın çok yönlü faydaları olduğu göstermektedir. Düzenli egzersize katılımın faydaları, birçok fiziksel ve metabolik parametrede iyileşme gösteren bulgularla birlikte detaylı şekilde çalışılmaktadır (Penedo ve Dahn, 2005). Bu bulgulara ek olarak, antrenman amacıyla daha yüksek yoğunluklarda ve/veya daha yüksek frekanslarda/sürelerde egzersiz yapıldığında, egzersiz yapan kişiler için ek faydalar sağlanmaktadır (Pollock ve ark., 1998). Literatürde yer alan araştırmalar, egzersizin faydalarının sadece fiziksel sağlıkla sınırlı olmadığını, beyin işlevleri ve biliş ile ilgili gelişmelere kadar genişletildiğini göstermiştir. Bu araştırmalarda genellikle aerobik egzersiz-yönetici işlevler arasındaki ilişki çalışılmıştır (Hillman ve ark., 2008).

Yönetici işlevler terimi; bir amaca ulaşmak için planlama, bilgiyi kullanma, soyut düşünme ve çıkarımlar yapma gibi birçok özelliği içine alan bir kavramdır (Banich ve Compton, 2010). Hughes ve Graham (2002). Yönetici işlevleri; engelleyici kontrol, çalışma belleği ve bilişsel esnekliği içine alan, amaca yönelik davranışların altında yatan süreçleri kapsayan, karmaşık bilişsel bir yapı olarak tanımlanmaktadır. Yönetici işlevler geleneksel olarak frontal lob ile ilişkilendirilir (Ward, 2015).

Bozucu etkiye direnç, yönetici işlevlerin önemli bir bileşenidir ve belirli bir görevdeki algısal uyaranlarla ilgili baskın bir tepkiyi bastırma ya da durdurma yeteneğidir. Bu bastırma yeteneğine ilaveten bozucu etkiye direnç, istenen tepkinin ortaya konması için, bu tepkiyle çatışan bir alt-baskın (subdominant) tepkinin seçilmesi ve yürütülmesini ifade eder (Barkley, 1997; Kipp, 2005).

Bozucu etkiye direnç, ilişkisiz bilgiyi seçerek durdurma yeteneğine ek olarak, otomatik tepki eğilimlerini kontrollü bir eylemi yapmak için engelleme yeteneğini de kapsar ve bu yetenek genellikle Stroop renk-sözcük görevi gibi otomatik bir tepki ile daha kontrollü bir eylem arasında çelişki oluşturan görevlerle ölçülür. Bozucu etkiye direnç ile ilişkili beyin bölgeleri arasında ön singulat korteks ve dorsolateralprefrontal korteks vardır (MacLeod ve MacDonald 2000; Peterson ve ark., 2002).

Akut egzersiz ve bilişsel fonksiyonlar arasındaki ilişkiyi inceleyen bir dizi sistematik ve meta-analitik araştırmalar vardır (Chang ve ark., 2012; Etnier ve ark., 1997, 2006; Lambourne ve Tomporowski, 2010; Tomporowski, 2003). Ancak, egzersiz-bilişsel fonksiyonlar ilişkisinde kaydedilen ilerlemelere rağmen, bu alanda bir fikir birliği mevcut değildir. Örneğin, egzersizin bilişsel fonksiyonlar üzerine etkilerini araştıran çalışmalardan bazıları olumlu (Hogervorst ve ark., 1996; McMorris ve Graydon, 1997), bazıları olumsuz (Chmura ve ark. 1997, Fery ve ark. 1997) etkiyi ortaya koyarken, bazılarında ise herhangi bir etkiye rastlanmadığı bildirilmiştir (Bard ve Fleury, 1978; McMorris ve Graydon, 2000). Bir fikir birliğinin bulunmamasının yanısıra, literatürde aerobik egzersizin yönetici işlevler üzerine etkileri konusunda sporcular üzerine yapılan çok az sayıda araştırma olduğu görülmektedir (Parker, 2016; Zach ve Shalom, 2016). Bu çalışmanın amacı sporcu popülasyonunda, orta ve yüksek şiddetli aerobik egzersizin yönetici işlevlerin ana fonksiyonlarından biri olan bozucu etkiye direnç üzerindeki etkisini incelemektir.

## MATERYAL METOD

### Araştırma Grubu

Araştırma grubu herhangi bir kronik hastalığı bulunmayan ve en az 3 yıldır aktif olarak spor yapan 16 sağlıklı erkek katılımcıdan (yaş=21.31±1.4 yıl) oluşturulmuştur. Tüm katılımcılara,

araştırmanın amacı ve kapsamı detaylı bir şekilde anlatılmıştır. Araştırmaya maksimal oksijen tüketim kapasitesi ( $VO_2^{\text{maks}}$ ) ölçümleri sonucunda,  $VO_2^{\text{maks}}$  değeri Cooper Enstitüsü Araştırmalarına (Akt. Vivian ve ark., 2014) göre üst düzey kabul edilen  $56 \text{ (ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{dk}^{-1})$  ve üzerinde bulunan katılımcılar dahil edilmiştir.

### **Veri Toplama Araçları**

*Antropometrik Ölçümler: Yaş, Boy, Vücut Ağırlığı ve Beden Kütle İndeksinin (BKI) Belirlenmesi.*

Katılımcıların yaşları takvim yaşlarına göre belirlenmiş ve boyları standart mezura ile ölçülmüştür. Vücut ağırlıklarının ve BKI'nin belirlenmesi ise hassasiyeti  $\pm 100 \text{ gr}$  olan (Avis 333 Plus Jawon Segmental) vücut kompozisyon analizörü ile yapılmıştır.

*Katılımcıların Algıladıkları Zorluk Dereceleri (AZD)*

Katılımcıların algıladıkları zorluk dereceleri (6-20) Borg Skalası ile ölçülmüştür (Borg, 1982). Bu slaka 6'dan (çok çok hafif) 20'ye (çok çok zor) kadardır ve egzersizlerin standardize edilmesinde en sık kullanılan ölçeklerden biridir. Egzersiz sırasında katılımcılara her 3 dakikada bir, bu skalada 6-20 arasında nasıl hissettikleri sorularak verdikleri yanıt kayıt altına alınmıştır.

*Kalp Atım Hızı (KAH) Ölçümü*

Katılımcıların kalp atım hızları egzersiz sırasında ve sonrasında her bir kalp atımını kaydedebilen Polar Team<sup>2</sup> Sistemi (Finlandiya) ile takip edilmiş olup, maksimum kalp atımlarının hesaplanmasında 220-yaş formülünden faydalanılmıştır. Katılımcılar sessiz bir ortamda yatar pozisyonda 15 dakika beklemelemlerinin ardından, bu süre içinde kaydedilen en düşük dinlenik kalp atım hızı değerleri kayıt altına alınmıştır.

*Maksimal Oksijen Tüketim Kapasitesi ( $VO_2^{\text{maks}}$ ) Ölçümü*

Katılımcıların  $VO_2^{\text{maks}}$  değerlerini belirlemek amacıyla koşu bandında Bruce Protokolü (Bruce, 1963) uygulanmıştır ve koşu süresi üzerinden  $VO_2^{\text{maks}}$  değerleri hesaplanmıştır (Foster ve ark., 1984).

*Bozucu Etkiye Direnç Ölçümü*

Stroop (1935) tarafından geliştirilen Stroop Testi bilgi işleme hızı, yönetici kontrol, seçici dikkat ve bozucu etkiye direnci içeren çoklu bilişsel süreçleri ölçen testlerin içerisinde en sık kullanılanlardan birisidir (Pachana ve ark., 2004). Stroop Testi'nin InquisitLab 5 paket programı kullanılarak bilgisayara uyarlanan versiyonunda, katılımcıların tepki zamanları daha hassas olarak alınabilmektedir. Bu testin bilgisayar versiyonu uyumlu (yazı ile renk aynı), uyumsuz (yazı ile renk farklı), ve kontrol (sadece renk) olmak üzere 3 tür denemeden oluşmaktadır. Testin 1 bloğu 84 deneme ve 3 tür uyarandan oluşmaktadır (28 uyumlu, 28 uyumsuz ve 28 kontrol) ve bu denemeler seçkisiz olarak sunulmaktadır. Katılımcılar, ekrana gelen kelimenin mürekkep rengiyle eşleşen tuşa, standart bilgisayar klavyesinde, mümkün olduğunca hızlı ve minimum hatayla basması yönünde bilgilendirilmişlerdir. Katılımcılar kendilerine sunulan yazının mürekkep rengine göre kırmızı için 'a' tuşuna, yeşil için 's' tuşuna, mavi için 'g' tuşuna ve siyah için 'h' tuşuna basmaları yönünde bilgilendirilmişlerdir. Ayrıca hangi renge karşılık hangi tuşa basılması gerektiğinin unutulması ihtimaline karşı bilgisayar ekranının üst kısmında bir hatırlatma bölümü yer almaktadır.

### **Araştırma Deseni ve Test Protokolü**

Araştırma deseni olarak randomize karşılıklı dengeli çalışma dizaynı uygulanmıştır. Katılımcılar test süresince toplamda 4 ayrı gün laboratuvara gelmişler ve tüm testlerden 48

saat öncesinde alkol, kafein ve ergojenik yardım kapsamına giren maddeleri kullanmamaları hususunda bilgilendirilmişlerdir. Ayrıca orta ve yüksek şiddetli aktivitelerden kaçınmaları gerektiği konusunda bilgilendirilmişlerdir. Testler sabah saat 9.00 ile 12.00 arasında gerçekleştirilmiştir. Her bir katılımcı, test günlerinde, sirkadiyen ritim farklılıklardan kaçınmak amacıyla aynı saatte teste alınmıştır.

İlk gün katılımcılar aerobik egzersiz ve psikolojik test ölçümlerinin standardizasyonu için familirizasyon çalışmasına katılmışlardır. Familirizasyon için her bir katılımcı Stroop testinin yönergelerini okumuş, anlamadıkları noktalarda ise kendilerine bilgilendirme sağlanmıştır. Test yönergelerinin anlaşılmasının ardından katılımcılar testi 2 kez tekrar etmiştir. Familirizasyonun ardından tüm katılımcıların boy uzunluğu ve vücut ağırlıkları belirlenmiş olup, ardından katılımcılara VO<sup>2</sup>maks değerlerini belirlemek amacıyla koşu bandında Bruce Protokolü (Bruce, 1963) uygulanmış ve koşu süresi üzerinden VO<sup>2</sup>maks değerleri hesaplanmıştır (Foster ve ark., 1984). Testler arası dinlenme zamanları ayarlandıktan sonra katılımcılar farklı günlerde (minimum 48 saat ara) laboratuvara alınarak orta şiddetli aerobik egzersiz, yüksek şiddetli aerobik egzersiz ve dinlenme olmak üzere üç farklı koşulda çalışmaya alınmışlardır. Her bir koşul öncesi ve sonrasında Stroop testi verileri kayıt altına alınmıştır. Egzersiz seansları sıralama etkisini minimize etmek için karşıt olarak dengelenmiş olup egzersiz şiddetleri Karvonen formülü kullanılarak orta şiddetli egzersiz için %60 ve yüksek şiddetli egzersiz için %80 kalp atım rezervi (KAR) olarak belirlenmiştir. Karvonen formülü aerobik egzersiz sırasında ideal nabız aralığını belirlemek için kullanılan bir formüldür. Bu formüle göre öncelikle 220-yaş ile maksimum kalp atım sayısı belirlenir. Yüklenme şiddeti “Hedef kalp atım sayısı = yüklenme şiddeti x (maksimum kalp atım sayısı – dinlenik kalp atım sayısı) + dinlenik kalp atım sayısı” formülü ile hesaplanmıştır (Nakanishi ve ark., 2015). Egzersiz protokolleri; ilk 3 ve son 3 dakikası ısınma ve soğuma olmak üzere, toplamda 30 dakika olarak belirlenmiştir. Katılımcıların egzersiz süresince hedeflenen KAH değerinin  $\pm 5$  atım/dk aralığında koşu bandında koşmaları istenmiş ve bu, Polar Team<sup>2</sup> Sistemi ile düzenli olarak takip edilmiştir. Ayrıca her 3 dakikada bir katılımcılardan Borg Skalasında algıladıkları zorluk derecesini belirtmeleri istenmiştir. Dinlenme koşulunda ise güncel dergi ve kitapların bulunduğu sessiz bir odada egzersiz koşulunda geçen süre kadar oturarak vakit geçirmeleri sağlanmıştır. Bu süre içinde, uyumamaları ve yerinden kalkarak hareket etmemeleri sağlanmıştır. Chang ve ark. (2012) yapmış oldukları meta-analiz çalışması sonucunda egzersiz sonrası bilişsel süreçlerin en çok etkilendiği süreyi 12-20 dk arası olarak bildirmişlerdir. Bu nedenle yapılan çalışmada bilişsel ölçümler egzersiz ve dinlenme koşullarının öncesinde ve 15 dakika sonrasında alınmıştır (Chang ve ark., 2012).

#### *Verilerin Analizi*

Verilerin analizinde SPSS 22.0 paket programı kullanılmıştır. Katılımcıların KAH ve AZD veri ortalamaları bağımlı örneklem t-testi ile, farklı zamanda alınan Stroop testi doğru sayıları ve reaksiyon zamanları tekrarlı ölçümlerde çift yönlü varyans analizi ile test edilmiştir. Anlamlı farklılığın tespit edildiği durumlarda farkın hangi gruptan kaynaklandığı ise tekrarlayan ölçümlerde tek yönlü varyans analizi ve Bonferroni ile test edilmiştir. Tüm analizlerde hata payı 0.05 olarak kabul edilmiştir.

## **BULGULAR**

Bu bölümde, katılımcıların tanımlayıcı istatistik bilgileri ile egzersiz koşullarına ait KAH ve AZD verileri, bilişsel testlerden Stroop testine ait sırasıyla toplam doğru sayısı, uyumlu denemeler, uyumsuz denemeler, kontrol denemeleri doğru sayıları ve ardından aynı

sıralamayla reaksiyon zamanlarına ait bulgulara yer verilmiştir. Katılımcıların tanımlayıcı istatistikleri Tablo 1’de yer almaktadır.

**Tablo 1. Katılımcıların tanımlayıcı istatistikleri**

	N	Minimum	Maksimum	$\bar{X}$	SS
Yas	16	19,00	23,00	21,3125	1,40089
Kilo	16	51,40	87,00	68,6438	8,04545
Boy	16	167,00	187,00	175,1875	5,99131
BMI	16	18,00	24,88	22,3125	1,76760
VO <sup>2</sup> maks	16	59,00	74,93	69,1880	5,12308

Katılımcıların dinlenme ve soğuma süreleri dışında kalan 24 dakikalık orta şiddetli egzersizde KAH ortalamaları  $144.49 \pm 1.18$  atım/dk, AZD değerleri ise  $11.28 \pm 1.86$ , yüksek şiddetli egzersizde kalp atım hızları  $167.42 \pm 6.7$  atım/dk, AZD değerleri ise  $13.94 \pm 2.97$  olacak şekilde koşu bandında koşmuşlardır. Katılımcıların orta şiddetli egzersiz sonunda ortalama KAH değerleri için 145.125 iken, AZD değerleri 13.125’tir. Yüksek şiddetli egzersiz sonunda katılımcıların KAH değerleri 170.5 iken, AZD değerleri ise 17.5’e ulaşmıştır. Eşleştirilmiş örneklem t-testi sonuçlarına göre durumlar arası KAH ve AZD değerleri arasında anlamlı bir fark gözlemlenmiştir ( $p < 0.05$ ). Beklendiği üzere yüksek şiddetli egzersiz koşulunda orta şiddetli egzersiz koşuluna göre katılımcıların KAH ve AZD değerleri anlamlı düzeyde daha yüksektir.

**Tablo 2. Orta ve yüksek şiddetli egzersiz koşullarına ait KAH ve AZD bulguları**

	N	$\bar{X}$	SS	Sd	T	P
AZD (Orta)	16	11,2813	1,85736	15	6,552	0.01
AZD (Yüksek)	16	13,9453	2,97411			
KAH (Orta)	16	144,4922	1,18087	15	11,552	0.01
KAH (Yüksek)	16	167,4297	6,71265			

Katılımcıların orta ve yüksek şiddetli egzersiz ve dinlenme koşullarına ait Stroop Testi toplam doğru sayılarına ait ortalama karşılaştırmaları, uyumlu, uyumsuz ve kontrol denemelerine ait doğru sayıları Tablo 3’de gösterilmiştir. Tablo 3’deki veriler incelendiğinde koşullar arası doğru sayısı değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ( $p > 0.05$ ).

**Tablo 3. Orta ve yüksek şiddetli egzersiz ve dinlenme koşullarında Stroop testi doğru sayısı ortalamaları tanımlayıcı istatistikleri**

Stroop	Koşullar	N	Öntest		Sontest	
			$\bar{X}$	SS	$\bar{X}$	SS
Toplam Doğru Sayısı	Orta	16	162,6250	3,82753	162,8750	3,48090
	Yüksek	16	162,2500	3,43511	162,4375	4,38130
	Dinlenme	16	161,5625	4,76051	161,5000	4,25833
Uyumlu Denemeler	Orta	16	54,6250	1,62788	54,6250	1,74642
	Yüksek	16	54,4375	1,41274	54,3750	1,58640
	Dinlenme	16	54,1875	1,93972	54,0625	1,61116
Uyumsuz Denemeler	Orta	16	53,7500	1,77012	53,6250	1,74642
	Yüksek	16	53,5000	1,50555	53,7500	2,04939
	Dinlenme	16	53,1875	2,40052	53,5625	1,93111
Kontrol Denemeleri	Orta	16	54,2500	1,57056	54,6250	1,45488
	Yüksek	16	54,3125	1,66208	54,3125	1,88746
	Dinlenme	16	54,1875	1,79699	53,8750	1,89297

Katılımcıların orta ve yüksek şiddetli egzersiz ve dinlenme koşullarına ait Stroop testi reaksiyon zamanlarına ait genel ortalama karşılaştırmaları, uyumlu, uyumsuz denemelere ve kontrol denemelerine ait reaksiyon zamanları tablo 4’de gösterilmiştir.

**Tablo 4. Orta ve yüksek şiddetli egzersiz ve dinlenme koşullarında Stroop testi reaksiyon zamanı ortalamaları tanımlayıcı istatistikleri**

Stroop	Koşullar	N	Öntest		Sontest	
			$\bar{X}$	SS	$\bar{X}$	SS
Genel Ortalama	Orta	16	685,5428	104,71804	640,0917	82,68983
	Yüksek	16	677,5360	96,54907	640,2483	83,11977
	Dinlenme	16	662,4125	91,26990	662,3001	90,03349
Uyumlu Denemeler	Orta	16	654,7939	114,36138	616,7133	87,92858
	Yüksek	16	652,9498	87,83801	612,5364	85,30090
	Dinlenme	16	636,3653	93,52717	623,2935	84,05165
Uyumsuz Denemeler	Orta	16	719,7106	106,74601	681,8654	97,17836
	Yüksek	16	720,6823	109,64818	681,6844	96,62126
	Dinlenme	16	713,0891	133,63242	709,6520	115,58739
Kontrol Denemeleri	Orta	16	682,6932	110,25195	622,0051	72,04064
	Yüksek	16	660,4883	98,79687	626,9952	72,75596

Katılımcıların Stroop testi reaksiyon zamanlarının genel ortalamalarına ait veriler incelendiğinde durumlar arası anlamlı bir farka rastlanmazken [F(2,1)=0.40;P=.961], zamanlar arası anlamlı farka rastlanmıştır [F(2,1)=25.093;P=.001]. Ayrıca Durum X Zaman etkileşimi gözlemlenmiştir [F(2,1)=0.47;P=.954]. Stroop Testi uyumlu denemelere ait reaksiyon zamanları incelendiğinde durumlar arası anlamlı bir farka rastlanmazken [F(2,1)=4.710;P=.017], zamanlar arası anlamlı farka rastlanmıştır [F(2,1)=29.075;P=.001]. Durum X Zaman etkileşimi gözlemlenmemiştir [F(2,1)=1.110;P=.343]. Stroop Testi uyumsuz denemelere ait reaksiyon zamanları incelendiğinde durumlar arası anlamlı bir farka rastlanmazken [F(2,1)=0.202;P=.818], zamanlar arası anlamlı farka rastlanmıştır [F(2,1)=9.755; P=.001]. Durum X Zaman etkileşimi gözlemlenmemiştir [F(2,1)=1.198;P=.316]. Son olarak Stroop Testi kontrol denemelerine ait reaksiyon zamanları incelendiğinde durumlar arası anlamlı bir farka rastlanmazken [F(2,1)=0.211;P=.811], zamanlar arası anlamlı farka rastlanmıştır [F(2,1)=11.965;P=.004]. Ayrıca Durum X Zaman etkileşimi gözlemlenmiştir [F(2,1)=6.039;P=.006].

## TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmanın amacı 30 dakikalık orta ve yüksek şiddetli aerobik egzersizin, yönetici işlevlerin ana fonksiyonlarından biri olan bozucu etkiye direnç üzerindeki etkilerini sporcular üzerinde incelemektir. Çalışmadan elde edilen bulgulara göre, orta ve yüksek şiddetli aerobik egzersiz, bozucu etkiye direnç parametreleri üzerinde olumlu etkiye sahiptir. Literatürde farklı sonuçların elde edildiği görülmektedir. Genel anlamda bu farklılar; örneklem, egzersizin türü, şiddeti ve süresi, uygulanan testler ve testlerin uygulama zamanlarından kaynaklanmaktadır. Chang ve ark. (2015), yaşları 20-22 arasında bulunan 26 kişi ile %65 kalp atım rezervinde sürdürülen 10, 20 ve 45 dakikalık orta şiddetli aerobik egzersizin bozucu etkiye direnç üzerine etkisini incelemişlerdir. Stroop testini egzersizin bitiminden 5 dakika sonra uyguladıkları çalışmalarından elde ettikleri bulgulara bakıldığında 20 dakikalık egzersiz koşulunda diğer koşullara göre ortalama reaksiyon zamanlarının hızlandığı ve doğruluk oranlarının anlamlı olarak attığı görülmektedir ve elde ettikleri sonuç bu çalışmanın bulgularından reaksiyon zamanı bulguları ile örtüşmektedir. Fakat doğruluk oranı ile ilgili bulgular bu çalışmayla örtüşmemektedir: bu çalışmada anlamlı bir farka rastlanmamıştır ( $p>0.05$ ). Chang ve ark. (2015), araştırma sonucunu 10 dakikalık egzersizin çok kısa geldiği, 45 dakikalık egzersizin ise çok uzun geldiği ve yorgunluk yaratmış olabileceği şeklinde yorumlamışlardır. O'Leary ve ark. (2011) yaşları 18-25 arasında yer alan aktif ( $VO_2^{\text{maks}} = 48.9 \pm 5.0$ ) 36 kişi ile yapmış oldukları çalışmalarında 20 dakikalık orta şiddetli (%60 KAHmax) aerobik egzersiz ve aynı şiddetteki KAH değerinde gerçekleştirilen bir takım sanal oyunların (Wii Fit ve Mario Kart) bozucu etkiye direnç üzerine etkilerini araştırmışlardır. Katılımcılar deneysel koşullardan yaklaşık 22 dakika sonra Flanker teste tabi tutulmuşlardır. Yapmış oldukları çalışma sonucunda O'Leary ve ark. (2011), orta şiddetli aerobik egzersiz sonrasında diğer koşullara göre Flanker testi reaksiyon zamanlarının anlamlı olarak azaldığını bulmuşlardır. Buna ek olarak doğruluk oranlarında da koşullar arası anlamlı bir farka rastlanmamıştır. Dolayısıyla bu çalışma yapmış olduğumuz çalışma ile örtüşmektedir. O'Leary ve ark. (2011), reaksiyon zamanında meydana gelen azalmanın nedenlerinden biri olarak EEG taraması sonucu P3 genliğinin (amplitude) daha büyük olmasını bildirmişlerdir. Bu bulguyu daha fazla dikkat unsurunun teste odaklandığının bir göstergesi olduğu şeklinde açıklamışlardır. Whyte ve ark. (2015) yapmış oldukları çalışmalarında, yüksek şiddetli egzersizin bitiminin hemen ardından Stroop testi uygulamışlar ve sporcuların bilişsel fonksiyonlarında zayıflamalar olduğunu

bildirmişlerdir. Bu araştırmanın yapmış olduğumuz çalışmadan temel farkı testin egzersizden hemen sonra yapılmış olması ve toparlanma için herhangi bir sürenin verilmemiş olmasıdır.

Çalışmanın sınırlılıklarına gelinecek olursa, egzersiz şiddetini belirlemede Karvonen formülü kullanılmıştır. Bunun sonucunda nispeten bireyselleştirilmiş bir egzersiz şiddeti söz konusu olamamıştır. Bu nedenle VO<sup>2</sup>maks değerlerinin gaz analizörleri yardımıyla belirlenip, yine egzersiz şiddetleri bu bağlamda belirlenirse çok daha kontrollü bir egzersiz dizayn edilebilir. Bozucu etkiye direnç ölçümü için Stroop testi tercih edilmiştir. Bu testin yanında Eriksen Flanker Test gibi yine aynı parametreyi ölçen farklı bir test kullanılması yoluyla testin bulguları güçlendirilebilir. Sonuç olarak antrenmanlı sporcularda orta ve yüksek şiddetli egzersiz, egzersizin bitiminden 15 dakika sonra bilişsel fonksiyonlar üzerinde akut olarak olumlu etkilere sahiptir. Sporcular genel anlamda 15 dakika içinde toparlanmışlar ve buna ek olarak egzersizin akut faydalarından yararlanmışlardır. Egzersizden hemen sonra bilişsel fonksiyonların bozulduğu göz önüne alınırsa, gelecek araştırmalarda bilişsel fonksiyonların hangi egzersiz şiddeti ve türünün ardından hangi zamanda etkilendiği ve optimal performansa dönüştüğü araştırılabilir. Yine farklı şiddetlerde egzersizin etki mekanizmalarını açıklığa kavuşturmak için çeşitli hormonlara, beyin sinyallerine bakılabilir, buna ek olarak beyin görüntüleme tekniklerinden faydalanılarak egzersizin etkisi akut ve kronik olarak incelenebilir.

## KAYNAKÇA

1. Banich MT & Compton R (2010): Cognitive Neuroscience. Nelson Education.
2. Bard C & Fleury M (1978): Influence of imposed metabolic fatigue on visual capacity components. *Percept. Mot. Skills* 47, 1283–1287.
3. BARKLEY RA (1997): Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions: Constructing a unifying theory of ADHD. *Psychological Bulletin*, 121, 65–94.
4. Bruce RA, Blackmon JR, Jones JW & Strait G (1963): Exercising testing in adult normal subjects and cardiac patients. *Pediatrics*, 32(4), 742-756.
5. Chang YK, Chu CH, Wang CC, Wang YC, Song TF, Tsai CL & Etnier JL (2015): Dose–response relation between exercise duration and cognition. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 47(1), 159-165.
6. Chang YK, Labban JD, Gapin JI & Etnier JL (2012): The effects of acute exercise on cognitive performance: a meta-analysis. *Brain research*, 1453, 87-101
7. Chmura J, Krysztofiak H, Ziemba AW, Nazar K. Kaciuba-Uscilko H (1997): Psychomotor performance during prolonged exercise above and below the blood lactate threshold. *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.* 77, 77–80.
8. Etnier JL, Nowell PM, Landers DM, Sibley BA (2006): A meta-regression to examine the relationship between aerobic fitness and cognitive performance. *Brain Res. Rev.* 52, 119–130.
9. Etnier JL, Salazar W, Landers DM, Petruzzello SJ, Han M & Nowel P (1997): The influence of physical fitness and exercise upon cognitive functioning: a meta-analysis. *J. Sport Exerc. Psychol.* 19, 249–277.
10. Fery YA, Ferry A, Vom Hofe A, Rieu M (1997): Effect of physical exhaustion on cognitive functioning. *Percept. Mot. Skills* 84, 291–298.
11. Hillman CH, Erickson KI, Kramer AF (2008): Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. *Nat. Rev. Neurosci.* 9, 58–65.
12. Hogervorst E, Riedel W, Jeukendrup A, Jolles J (1996): Cognitive performance after strenuous physical exercise. *Percept. Mot. Skills* 83, 479–488.
13. Hughes C & Graham A (2002). Measuring executive functions in childhood: Problems and solutions?. *Child and adolescent mental health*, 7(3), 131-142.
14. Kipp K (2005): A developmental perspective on the measurement of cognitive deficits in attention-deficit/hyperactivity disorder. *Biological Psychiatry*, 57, 1256–1260.
15. Lambourne K, Tomporowski P (2010): The effect of exercise-induced arousal on cognitive task performance: a meta-regression analysis. *Brain Res.* 1341, 12–24.



16. Macleod CM & Macdonald PA (2000): Interdimensional interference in the Stroop effect: Uncovering the cognitive and neural anatomy of attention. *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 383–391.
17. McMorris T, Graydon J (1997): The effect of exercise on cognitive performance in soccer-specific tests. *J. Sports Sci.* 15, 459–468.
18. McMorris T, Graydon J (2000): The effect of incremental exercise on cognitive performance. *Int. J. Sports Physiol.* 31, 66–81.
19. O’leary KC, Pontifex MB, Scudder MR, Brown ML & Hillman CH (2011): The effects of single bouts of aerobic exercise, exergaming, and videogame play on cognitive control. *Clinical Neurophysiology*, 122(8), 1518-1525.
20. Pachana NA, Thompson LW, Marcopulos BA & Yoash-Gantz R (2004): California older adult Stroop test (COAST) development of a Stroop test adapted for geriatric populations. *Clinical gerontologist*, 27(3), 3-22.
21. Parker A (2016): Effects of an Acute Bout of Exercise on Cognitive Function in Adolescent Athletes.
22. Penedo FJ, Dahn JR (2005): Exercise and well-being: a review of mental and physical health benefits associated with physical activity. *Curr. Opin. Psychiatry* 18, 189–193.
23. Peterson BS, Kane MJ, Alexander GM, Lacadie C, Skudlarski P, Leung HC, Et Al. (2002): An event-related functional MRI study comparing interference effects in the Simon and Stroop tasks. *Cognitive Brain Research*, 13, 427–440.
24. Pollock ML, Gaesser GA, Butcher JD, Despres JP, Dishman RK., Franklin BA, Garber CE (1998): ACSM position stand: the recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med. Sci. Sports Exerc.* 30, 975–991.
25. Vivian HH (2014): *Advance Fitness Assessment & Exercise Prescription*, 7th Edition, P81.
26. Tomporowski PD (2003): Effects of acute bouts of exercise on cognition. *Acta Psychol.(Amst.)* 112, 297–324.
27. Ward J (2015): *The student's guide to cognitive neuroscience*. Psychology Press.
28. Whyte EF, Gibbons N, Kerr G & Moran KA (2015): Effect of a High-Intensity Intermittent-Exercise Protocol on Neurocognitive Function in Healthy Adults: Implications for Return-to-Play Management After Sport-Related Concussion. *Journal of sport rehabilitation*, 24(4).
29. Zach S & Shalom E (2016): The influence of acute physical activity on working memory. *Perceptual and motor skills*, 122(2), 365-374.