



Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi

18-25 Yaş Aralığındaki Sedanter Bireylerde Reaksiyon Zamanı ve El Beceri Düzeyine Orta Şiddetteki Aerobik Egzersizin Akut Etkisi

Arzu KESKİN AKTAN*¹, Özden KUTLAY²,

*Nuh Naci Yazgan Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Kayseri

0000-0002-2878-0841

² Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üni., Tıp Fak., Fizyoloji ABD, Afyonkarahisar

0000-0001-5509-6650

Geliş Tarihi / Received
30.10.2020

Kabul Tarihi / Accepted
11.11.2020

Yayın Tarihi / Published
30.12.2020

Özet: Bu çalışmanın amacı, 18-25 yaş aralığındaki sedanter bireylerde orta Şiddetteki aerobik egzersizin, reaksiyon zamanı ve el beceri düzeyine akut etkisini araştırmaktır. Çalışmada sağlıklı 40 gönüllünün katılımı ile randomize iki grup oluşturuldu: Kontrol (n=20) ve Egzersiz (n=20). Egzersiz grubuna 5 dk ısınma, 20 dk tempolu yürüyüş ve 5 dk soğuma periyodlarından oluşan toplamda 30 dk'lık eğimsiz düz zeminde yürüme egzersizi yaptırıldı. Kontrol grubu ise bu süreci istirahat halinde geçirdi. Egzersiz Şiddetinin belirlenmesinde "kalp hızı rezervi" (HRR) metodu kullanıldı ve bireye özel hedef kalp hızlarının hesaplaması $[HKH=(KH_{max}-KH_{istirahat})\times\%Şiddet+KH_{istirahat}]$ formülü ile yapıldı. Isınma ve soğuma periyodları düşük Şiddette (HRR %30-40), tempolu yürüyüş periyodu ise orta Şiddette (HRR %40-60) olacak şekilde belirlendi ve egzersiz süresince "Polar FT7" ile katılımcıların kalp hızı takibi yapıldı. Reaksiyon zamanının ölçümünde Ruler-Drop (RD) testi, el becerisinin değerlendirilmesinde ise Purdue-Pegboard (PP) testi kullanıldı. RD ve PP testleri egzersiz ya da istihattten hemen-önce (ÖT), hemen-sonra (ST) ve 30 dk sonra (ST30) olmak üzere 3 farklı zaman diliminde yinelendi. Egzersiz grubunda ST'deki reaksiyon zamanının ÖT'ye ve kontrol grubuna kıyasla anlamlı düzeyde kısaldığı bulundu ($p<0,05$). Egzersiz grubunun ST30'daki PP-çift el beceri puanının ÖT'ye ve kontrol grubuna kıyasla anlamlı olarak arttığı görüldü ($p<0,05$). PP-sağ el, PP-sol el, PP-toplam ve PP-birleştirme puanlarında ise gruplar arasında anlamlı farklılaşma bulunmadı. Ayrıca, reaksiyon zamanı ile PP-çift el, PP-toplam ve PP-birleştirme puanları arasında negatif yönde korelasyon saptandı ($p<0,05$). Çalışma bulgularımız orta Şiddette yapılan akut aerobik egzersizin reaksiyon zamanında kısalma sağlayarak, el-göz koordinasyonu gerektiren bilateral el aktivitesinde performans artışına katkı sağlayabileceğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Aerobik egzersiz, El becerisi, Purdue-Pegboard, Reaksiyon zamanı.

The Acute Effect of Moderate Aerobic Exercise On Reaction Time and Hand Skill Level in Sedentary Individuals Aged Between 18-25 Years Old

Abstract: This study aims to investigate the acute effect of moderate-intensity aerobic exercise on reaction time and dexterity in sedentary individuals aged 18-25 years. In the study, two randomized groups were formed with 40 healthy participants: Control (n=20) and Exercise (n=20). In the exercise group, a total of 30 minutes of walking exercise on flat ground without slope, consisting of 5 minutes of warm-up, 20 minutes of brisk walking, and 5 minutes of cool-down, was performed. The control group spent this time at rest. The "heart rate reserve" method (HRR) was used to determine the exercise intensity, and the calculation of individual target heart rates was made using the formula $[THR=(HR_{max}-HR_{rest})\times\%intensity+HR_{rest}]$. Warm-up and cool-down periods were determined to be at low intensity (HRR 30-40%) and brisk walking period at medium-intensity (HRR 40-60%), and during the exercise process, the heart rate of the participants was monitored with "Polar FT7". The Ruler-Drop (RD) test was used to measure the reaction time, and the Purdue-Pegboard (PP) test was used to evaluate manual dexterity. RD and PP tests were repeated in 3 different periods: just before exercise (BE), immediately after (AE), and 30 minutes after (AE30). The reaction time in AE was significantly shortened in the exercise group compared to the BE and control group ($p<0.05$). It was observed that the PP-both hands skill score in the AE30 of the exercise group increased significantly compared to the BE and the control group ($p<0.05$). There was no significant difference between the groups in PP-right hand, PP-left hand, PP-sum, and PP-assembly scores. Also, a negative correlation was found between reaction time and PP-both hands, PP-sum, and PP-assembly scores ($p<0.05$). Our study findings show that acute aerobic exercise performed at moderate-intensity can increase bilateral hand skill performance that requires hand-eye coordination by providing shortening of reaction time.

Keywords: Aerobic exercise, Hand dexterity, Purdue-Pegboard, Reaction time.

Sorumlu yazar: Arzu KESKİN AKTAN

Adres: Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Fizyoloji ABD, Afyonkarahisar

e-posta: arzu.aktan@afsu.edu.tr

GİRİŞ

Fiziksel açıdan inaktif bir yaşam sürmek kas-iskelet sistemi rahatsızlıklarının yanısıra obezite, diyabet, hipertansiyon, kardiyovasküler ve solunum sistemine ait kronik hastalıkların oluşumunda önemli bir risk faktörüdür. Buna karşın özellikle orta şiddette ve düzenli olarak yapılan aerobik egzersizin hemen her yaş grubunda kronik hastalıklara ve kansere karşı koruyucu etkileri bildirilmiş hatta aerobik egzersizin dikkat, koordinasyon, öğrenme ve bellek gibi kognitif fonksiyonlar üzerine de olumlu etkileri gösterilmiştir (Wilmore ve Knuttgen, 2003; Garg ve ark., 2013; Netz ve ark., 2016;). Dolayısıyla erken yaşlarda düzenli egzersiz yapma alışkanlığının edinilmesi özellikle ileri yaşlarda ortaya çıkabilecek fiziksel, mental ve psikolojik rahatsızlıkların insidansında azalma sağlayacaktır.

Günümüzde üniversitede okuyan ve genellikle 18-25 yaş aralığında olan genç-erişkin bireylerin büyük bir çoğunluğu günlük eğitim-öğretim programlarının dışında kalan boş zamanlarını ağırlıklı olarak sosyal medya kullanımı, oyun vb amaçlarla bilgisayar, tablet, telefon gibi elektronik cihazların kullanımına ayırmaktadır. Bu durum her ne kadar elektronik cihazların kullanımına yönelik becerileri (hız, reaksiyon zamanı vb) geliştirse de (Weinstein, 2010), öğrencilerin fiziksel aktivite düzeyindeki azalma

akademik becerilerini geliştirmeye katkı sağlayabilecek dikkat, koordinasyon, problem çözme ve çabuk reaksiyon oluşturabilme yeteneklerinde azalmaya neden olabilmektedir (Lipošek ve ark., 2018; Reigali ve ark., 2019).

Reaksiyon zamanı, bir uyarının uygulandığı an ile bu uyarıya karşılık oluşturulan cevabın başladığı an arasında geçen süre olarak tanımlanmaktadır. İstemli motor becerilerin uygun hız, mesafe ve sürelerde yapılarak amaca uygun reaksiyonların oluşturulabilmesi hem duyuşal sistemin hem de motor sistemin işbirliğini ve bütünlüğünü gerektirir. Aerobik egzersizlerin, reaksiyon zamanını kısalttığı ve bu sayede motor becerilerin geliştirilmesine katkı sağladığı düşünülmektedir (Garg ve ark., 2013; Netz ve ark., 2016). Reaksiyon zamanındaki kısalma, motor hızdaki artışla doğrudan ilişkilidir (Jankovic ve ark., 1999) ve bu ilişki el becerisi gibi temelde el-göz koordinasyonunu gerektiren ince motor becerilerde belirgin şekilde görülmektedir. El-göz ya da parmak-göz koordinasyonu, retinadan görme korteksine ulaşan bilgi doğrultusunda motor korteks üzerinden el ve parmak hareketlerimizin yönlendirilmesiyle ortaya çıkan oldukça karmaşık bilişsel sürecin ürünüdür. Günlük yaşam aktivitelerimizin çoğu da el-göz koordinasyonunu gerektiren hareketler bütününden oluşmaktadır. Düzenli ve orta

şiddette yapılan aerobik egzersizler ise sadece genç yaşlarda değil, ileri yaşlarda bile serebral korteks ve hipokampus gibi beyin bölgelerinde hem yapısal hem de fonksiyonel değişiklikler oluşturarak motor becerilerin yanı sıra bilişsel fonksiyonların iyileştirilmesine olanak sağlamaktadır (Colcombe ve ark., 2006; Erickson ve ark., 2011).

Bu çalışmamızı, orta şiddetteki aerobik egzersizin tek sefer-akut olarak yapıldığında dahi sedanter bireylerin reaksiyon zamanı ve el-göz koordinasyon becerilerinde etkili olabileceği hipotezi üzerine planladık. Çalışmamızın esas amacı 18-25 yaş aralığındaki sedanter kadın ve erkek üniversite öğrencilerine yaptırılacak akut aerobik egzersizin reaksiyon zamanı ve el-beceri düzeylerine etkisini araştırmaktır. Ek olarak, reaksiyon zamanı ile el-becerisi arasındaki ilişkiyi ve ayrıca, benzer yaş ve kardiyovasküler fitness düzeylerine sahip olan kadın ve erkekler arasında reaksiyon zamanı ve el-beceri düzeyleri açısından farklılaşma olup olmadığını da araştırdık.

GEREÇ ve YÖNTEM

Örneklem

Bu çalışma, Erciyes Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan alınan 24.11.2017 tarih ve 2017/537 Karar No'lu etik kurul iznini takiben 2018 yılı içerisinde Nuh Naci Yazgan Üniversitesi (NNYÜ),

Sağlık Bilimleri Fakültesi (SBF)' nde yürütüldü. Çalışmaya NNYÜ, SBF'de öğrenim gören 18-25 yaş arasında 20'si kadın ve 20'si erkek olmak üzere toplam 40 gönüllü dahil edildi. Örneklem büyüklüğünün belirlenmesinde G*Power programı kullanıldı ve yapılan analiz sonucunda 0,80 istatistiksel güç ve 0,05 anlamlılık düzeyinde 0,40' lık bir etkiyi gözleyebilmek için gerekli katılımcı sayısı 40 kişi olarak hesaplandı.

“Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu” ile onayları alınan gönüllülerden, yapılan ön görüşme ve değerlendirmeler sonucunda araştırmaya dahil edilme kriterlerini taşıyanlar çalışmaya dahil edildi. Gönüllülerin çalışmaya dahil edilebilmesi için 4 ana kriter belirlendi: 1) 18-25 yaş aralığında olmak, 2) sedanter olmak, 3) kardiyovasküler fitness düzeyi açısından ilgili yaş ve cinsiyete göre kabul edilebilir sınırlarda olmak ve 4) sağ el kullanımı dominant olmak. Sigara, alkol, ilaç vb. madde bağımlılığı olanlar, nörolojik, ortopedik ve/veya kronik hastalığı olanlar, cerrahi operasyon geçirenler ve beden kitle indeksi (BKI; kg/m²) normlarına göre obez veya aşırı zayıf olanlar çalışmaya dahil edilmedi. Çalışmada yapılan tüm değerlendirmeler ve deney süreci NNYÜ yerleşkesinde yer alan ve uygun ortam koşullarının (ısı, nem, havalandırma vb) stabil tutulduğu kapalı spor salonunda gerçekleştirildi.

Çalışma planı

İlk görüşmede katılımcılardan demografik bilgi formunu (DBF) ve Uluslararası Fiziksel Aktivite Anketi- Kısa Formunu (IPAQ-SF; International Physical Activity Questionnaire - short form) doldurmaları istendi ve bu sayede katılımcıların genel sağlık durumları ve fiziksel aktivite düzeyleri tespit edildi. Sağ el kullanımı dominant olan, herhangi bir sağlık problemi olmayan ve IPAQ skorlamasına göre sedanter kabul edilen kişilere 2. görüşme için randevu verildi. IPAQ sınıflandırmasına göre fiziksel aktivite düzeyinin 3000 MET-dk/hafta'nın üzerinde olması "fiziksel aktivite düzeyi sağlık açısından yeterli/yararlı" olarak kabul edildiği için fiziksel aktivite düzeyi 3000 MET-dk/hafta'nın altında olanlar sedanter kabul edilerek çalışmaya dahil edildi (Craig ve ark., 2003) (IPAQ scoring protocol-www.ipaq.ki.se).

İkinci görüşmede ise tüm katılımcılar kardiyovasküler fitness düzeylerinin tespiti için 3-dk YMCA (Young Men's Christian Association) step (basamak) testine tabi tutuldu (Golding, 2000). 3-dk YMCA step testi uygulaması sabah 09:00-11:00 saatleri arasında yapıldı ve gönüllülerden test için randevularına gelmeden yaklaşık 2 saat öncesinde hafif bir kahvaltı yapmış olmaları, sigara/alkol vb madde kullanmamaları ve test günlerine kadar yoğun fiziksel aktivitelerden kaçınmaları

istendi. Teste başlamadan önce katılımcıların istirahat nabızları ve kan basınçları ölçülüp kaydedildi. 3-dk YMCA step testi için gönüllülerden 12 inç (30.5cm) yüksekliğindeki bir basamağa, 24 step/dakika ritminde 3 dk boyunca inip çıkmaları istendi. Örnek 1 step: "1) Sağ ayak-çık, 2) Sol ayak-çık, 3) Sağ ayak-in, 4) Sol ayak-in" şeklinde olacağından 24 step/dakika ritmini ayarlamak için 96 bpm (beat per minute)'e ayarlanmış metronom kullanıldı ve her bir "bip" sesinde bir adım olacak şekilde katılımcıdan metronom ritmine uyması istendi. 3 dk'lık step test süreci tamamlandıktan hemen sonra katılımcı bir sandalyeye oturtuldu ve 5 sn içinde katılımcının nabızı sayılmaya başlanarak 1 dk süre boyunca nabız sayımı yapıldı. Ölçülen nabız değeri YMCA'nın 18-25 yaş aralığındaki kadın ve erkekler için sunduğu norm tablosundan kontrol edilerek katılımcının kardiyovasküler fitness seviyesi (mükemmel, iyi, ortalama üstü, ortalama, ortalama altı, zayıf, çok zayıf) belirlendi (Golding, 2000). Egzersiz uygulaması için risk grubunda olma ihtimali göz önünde bulundurularak ölçülen nabız sayısına göre kardiyovasküler fitness düzeyi çok zayıf olanlar (kadınlar için 135-169 atım/dk, erkekler için 124-157 atım/dk) ile step testini tamamlayamayanlar çalışma dışı bırakıldı (Tablo 1).

Tablo 1. Kontrol Ve Egzersiz Gruplarına Ait Ön Değerlendirme Bulguları

GRUP	KONTROL	EGZERSİZ	P
	n=20 (10 kadın, 10 erkek)	n=20 (10 kadın, 10 erkek)	
Yaş	20,7 ± 1,84	20,4 ± 1,19	0,543
BKI (kg/m ²)	23,15 ± 3,7	22,92 ± 3,4	0,835
IPAQ (MET-dk/hafta)	1659 ± 830,13	1581,18 ± 794,01	0,764
İstirahat kalp hızı (atım/dk)	79,25 ± 11,41	76,9 ± 9,83	0,49
Kan Basıncı-Sistolik (mmHg)	118 ± 11,96	123 ± 8,65	0,138
Kan Basıncı-Diyastolik (mmHg)	76 ± 6,81	79,5 ± 6,05	0,094
Step Testi (kalp hızı; atım/dk)	114,15 ± 14,99	114,3 ± 14,22	0,974
Ön Testler (ÖT)			
1. Ruler-Drop (Reaksiyon zamanı, msn)	219,32 ± 42,44	226,22 ± 33,79	0,573
2. Purdue-Pegboard el beceri testi (PP)			
PP(1) sağ el	15,5 ± 1,96	15,75 ± 2,4	0,72
PP(2) sol el	13,3 ± 1,87	14,45 ± 2,68	0,124
PP(3) çift el	11,6 ± 2,28	11,75 ± 1,55	0,809
PP(4) toplam	40,4 ± 5,08	41,95 ± 5,6	0,365
PP(5) birleştirme	33,4 ± 7,9	33,5 ± 7,38	0,967

Bulgular grup bazında “ortalama±standart sapma” şeklinde sunulmuştur. Kontrol ve egzersiz grubuna ait değişkenlerin kıyaslanmasında bağımsız gruplar t-testi kullanılmış ve bu testten elde edilen “p” değerleri tabloda verilmiştir.

Ön görüşme ve değerlendirmeler sonucunda çalışmaya dahil edilmesi uygun görülen toplam 40 katılımcı ile randomize iki grup 2 grup oluşturuldu; 1) Kontrol Grubu (10 kadın,10 erkek), 2) Egzersiz Grubu (10 kadın, 10 erkek). Kontrol ve Egzersiz gruplarının yaş, boy, kilo, beden kitle indeksi, IPAQ skoru ve kardiyovasküler fitnes düzeyleri arasında istatistiksel açıdan anlamlı düzeyde farklılaşma olmadığı kontrol edildikten sonra deney süreci başlatıldı (Tablo 1). Egzersiz grubuna tek seanslık toplamda 30 dk süren aerobik egzersiz yaptırılırken, kontrol grubuna egzersiz yaptırılmadı. Tüm katılımcılara 30 dk’lık egzersiz ya da 30 dk’lık istirahat sürecinden 1) Hemen önce

(Ön-Test; ÖT), 2) Hemen sonra (Son-Test; ST) ve 3) 30 dk sonra (ST30) olmak üzere 3 farklı zamanda tekrarlı ölçümler yapıldı. Bu tekrarlı ölçümlerde kullanılan testler; 1) Reaksiyon zamanının değerlendirilmesi amacıyla kullanılan Ruler-Drop testi ve 2) El-beceri düzeyi ile el-göz koordinasyonunun değerlendirilmesi amacıyla kullanılan Purdue-Pegboard testidir. Her iki test için de egzersiz ve kontrol grupları arasında ÖT skorları açısından anlamlı düzeyde farklılaşma bulunmaması, iki grubun çalışma öncesinde olabildiğince benzer özelliklere sahip bireylerden oluşan homojen gruplar olduğunu doğrulamış oldu (Tablo 1).

Orta şiddetteki aerobik egzersiz uygulaması

Egzersiz grubuna tek sefer uygulanmak üzere, eğimsiz düz zeminde yürüme şeklinde yaptırılan orta şiddetteki aerobik egzersiz programının planlanmasında ACSM (American College of Sports Medicine)'nin önerileri referans alınarak egzersizin tipi, süresi, şiddeti vb parametreler belirlendi (Pescatello ve ark., 2014). Tek seferlik uygulanacak egzersiz süreci sırasıyla; 5 dk ısınma, 20 dk tempolu yürüyüş ve 5 dk soğuma evreleri ile toplamda 30 dk boyunca sürdürüldü. Isınma ve soğuma evreleri düşük tempoda yürüyüş şeklinde yaptırıldı. Isınma, tempolu yürüş ve soğuma evresindeki egzersiz şiddetinin belirlenmesinde "kalp hızı rezervi" (HRR; heart rate reserve) metodu kullanılarak her katılımcıya spesifik "hedef kalp hızı" (HKH) aralığı belirlendi. Isınma ve soğuma periyodları düşük şiddette (HRR % 30-40 aralığında), tempolu yürüyüş periyodu ise orta şiddette (HRR % 40-60 aralığında) yaptırıldı. HRR metodu ile hedef kalp hızlarının belirlenmesinde $[HKH=(KH_{max}-KH_{istirahat})\times\%şiddet+KH_{istirahat}]$ formülü kullanıldı. Formülde kullanılan maksimal kalp hızı ise $[KH_{max}=220-yaş]$ şeklinde hesaplandı. Yürüyüş esnasındaki hedef kalp hızlarının takibi için "Polar FT7" model nabız kol saati ve kalp hizasında göğüs bölgesine yerleştiren sensör bant aparatı kullanıldı ve katılımcılardan

kendileri için hesaplanan hedef kalp hızı aralığını koruyacak tempoda yürümeleri istendi. Hedef kalp hızı aralığının korunup korunmadığı egzersiz süresince takip edildi ve gerektiğinde katılımcıya tempoyu artırması ya da azaltması yönünde uyarı yapıldı. Kontrol grubuna ise egzersiz uygulaması yaptırılmadı ve katılımcıların 30 dk'lık süreci oturma pozisyonunda ve tercihlerine göre dergi/kitap okuma ya da video/film izleme gibi aktivitelerle istirahat halinde geçirmeleri sağlandı.

Üç farklı zamanda (ÖT, ST, ST 30) yapılan testler

Akut aerobik egzersizin reaksiyon zamanına etkisini göstermek için Ruler-Drop testi, el-beceri düzeyine etkisini göstermek için Purdue-Pegboard el-beceri testi kullanıldı. Bu testler egzersizden hemen önce ön test (ÖT), egzersizden hemen sonra son test (ST) ve egzersizden 30 dk sonra yapılan son test-30 (ST30) olmak üzere tüm katılımcılara 3 kez uygulandı.

Ruler-drop testi (Reaksiyon zamanı)

Ruler-drop testi basit reaksiyon süresinin tespiti için kullanılan bir testtir. Bu testte 60 cm uzunluğunda ve 1 mm' lik artışlarla işaretlenmiş bir cetvel kullanıldı. Cetvel, 6 cm çapında ve üstte ve altta açık olan bir polivinil klorür (PVC) boru içine dikey olarak yerleştirildi, böylece cetvelin sıfır noktası PVC borunun alt açık kenarı ile aynı seviyeye getirildi. Katılımcıdan baş parmak

ve işaret parmağının üst kısımları birbirine paralel olacak şekilde dominant elinin ulnar tarafını sandalye kolçağının üzerine yerleştirmesi istendi (Rossi ve ark., 2014). Katılımcının cetvelin serbest bırakılma zamanını tahmin etmesini önlemek için cetvel rastgele aralıklarla (1-5 sn) borunun içinden bırakıldı ve cetvel bırakıldığında katılımcının baş ve işaret parmakları arasında cetveli olabildiğince çabuk yakalaması istendi. Katılımcı cetveli yakaladığı an başparmağının üst hizasından mesafe ölçümü (cm) yapıp kaydedildi. Elde edilen mesafe ölçümü [$d = \frac{1}{2} gt^2$] formülü kullanılarak reaksiyon zamanı milisaniye (msn) şekline dönüştürüldü (Formülde d: mesafe, g: yerçekimine bağlı hızlanma, t: zaman). Ruler-Drop test puanının oluşturulması için bu test art arda 10 kez tekrarlandı ve 10 ölçümden elde edilen yüksek 3 puan ile en düşük 3 puan hesaplamaya dahil edilmeden geriye kalan 4 ölçümün aritmetik ortalaması alınarak Ruler-Drop test puanı oluşturuldu (Rossi ve ark., 2014).

Purdue-Pegboard el-beceri testi (PP Testi)

Purdue-Pegboard (PP) el-beceri testi esas olarak el-beceri düzeyinin tespitinde kullanılan bir test bataryası olup, motor hızın ve el-göz ya da parmak-göz koordinasyonun değerlendirilmesi amacıyla da kullanılmaktadır (Gardner ve Broman 1979; Postuma ve ark., 2006). Çalışmada

kullanılan "Model 32020A" Purdue Pegboard Test bataryası; 1 adet test tahtası, 50 adet çubuk (pin), 40 adet çember (collar) ve 25 adet puldan (washer) oluşmaktadır. Test tahtasının üzerinde sağ ve sol planda birbirine paralel şekilde sıralanmış 25'er adet delik bulunmaktadır. PP testi, masada oturma pozisyonundayken uygulandı ve tüm katılımcılar testin her bir basamağında verilecek görevleri olabildiğince hızlı yapması konusunda bilgilendirildi. Katılımcıların bir kez ön deneme yapmasına izin verildikten sonra esas test aşamasına geçildi. Bu test toplamda 5 aşamadan oluşmaktadır ve puanlama yöntemi kısaca şu şekildedir; 1) Sağ el puanı: 30 sn içinde sağ el ile takılan çubuk sayısı kaydedilir, 2) Sol el puanı: 30 sn içinde sol el ile takılan çubuk sayısı kaydedilir, 3) Çift el puanı: Her iki el birlikte kullanılır ve 30 sn içinde takılan çubuk çiftlerinin sayısı kaydedilir, 4) Toplam puan: 1., 2. ve 3. test basamaklarına ait puanların matematiksel toplamı kaydedilir, 5) Birleştirme puanı: dominant elle başlanmak suretiyle her iki el de sırasıyla kullanılarak 4 parçadan oluşan birleştirme işlemi yapılır (sırasıyla, 1 çubuk, 1 pul, 1 çember, 1 pul). 1 dk içinde "birleştirilen set sayısı×4" şeklinde puanlama yapılır ve tamamlanamamış setler varsa o setlerin parça sayısı da puana eklenir.

İstatistiksel analiz

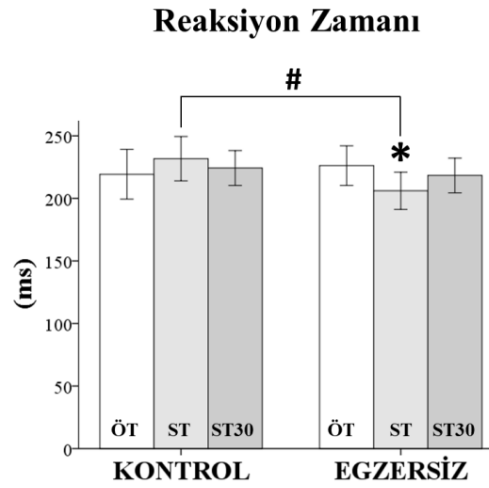
Elde edilen verilerin grup bazındaki ortalamaları, standart sapmalarıyla birlikte sunulmuştur. Ön değerlendirme sonuçlarından elde edilen değişkenler açısından kontrol ve egzersiz gruplarının kıyaslanmasında ve cinsiyete bağlı farklılaşmaların saptanmasında bağımsız gruplar t-testi kullanıldı. Sedanter kişilerde egzersizin reaksiyon zamanı ve el beceri düzeyine etkisini gösterebilmek için 2(Grup: Egzersiz-Kontrol)x3(Ölçüm: 1-2-3) son faktörde tekrarlı ölçüm karma ANOVA deseni oluşturuldu. Ayrıca değişkenler arasındaki olası ilişkilerin saptanması için Pearson korelasyon testi yapıldı. $P < 0,05$ düzeyi istatistiki olarak anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

Ruler-Drop testi-reaksiyon zamanı bulguları

Katılımcıların reaksiyon zamanlarını incelemek için 2 (Grup: Egzersiz-Kontrol) x 3 (Ölçüm: ÖT-ST-ST30) son faktörde tekrarlı ölçüm ANOVA yürütülmüştür. Analiz sonuçları sadece grup*ölçüm etkileşim etkisinin anlamlı olduğunu göstermiştir ($F(2, 76)=7,53, p < 0,001$). Etkileşimin kaynağını incelemek için egzersiz ve kontrol grupları ön test (ÖT), son-test (ST) ve son-test-30.dk (ST30) puanları açısından birbiriyle karşılaştırılmıştır. İkili karşılaştırmalar, ST' de egzersiz grubunun ($\bar{X}=206,10, SS=31,84$)

kontrol grubundan ($\bar{X}=231,75, SS=37,81$) daha kısa bir tepki süresi olduğunu göstermiştir ($t(38)=2,32, p < 0,05$). Egzersiz ve deney gruplarının ÖT skorları, ST ve ST30 skorlarıyla karşılaştırıldığında ise egzersiz grubunun ST' deki tepki süresinin ÖT'dekinden ($\bar{X}=226,22, SS=7,56$) daha kısa olduğu görülmüştür ($t(19)=3,47, p < 0,01$). Kontrol grubunda ise ölçümler arasında anlamlı farklılaşma gözlenmemiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Kontrol ve egzersiz gruplarının reaksiyon zamanlarına ait değişimler. *grup içi ÖT'ye kıyasla $p < 0,05$ düzeyinde farklılaşmayı, #gruplararası $p < 0,05$ düzeyinde farklılaşmayı ifade etmektedir. ÖT: ön-test, ST: son test, ST30: son-test 30 dk.

Purdue-Pegboard (PP) el-beceri testi bulguları

Katılımcıların PP-sağ el performansları, reaksiyon zamanı için kullanılan benzer analiz yöntemiyle incelendiğinde sadece ölçüm ana etkisinin anlamlı olduğu ($F(2, 76)=13,49, p < 0,001$) ve ÖT' deki skorun ($\bar{X}=15,63, SS=1,57$) ST ve ST30'daki skorlardan (sırasıyla $\bar{X}=16,73, SS=1,39$;

$\bar{X}=16,95,SS=1,34$) daha düşük olduğunu göstermiştir ($p<0,001$). Etkileşim etkisi anlamlı olmamakla birlikte, bir önceki analizde takip edilen yaklaşımla ikili karşılaştırmalar yürütülmüştür. Analiz bulguları, egzersiz ve kontrol gruplarının ÖT, ST ve ST30 skorlarının farklılaşmadığını göstermiştir. Gruplar kendi içinde karşılaştırıldığında ise egzersiz grubunda ST ($\bar{X}=16,55,SS=1,93$) ve ST30 ($\bar{X}=16,90,SS=2,05$) skorlarının ÖT' ye göre ($\bar{X}=15,75,SS=2,40$) arttığı görülmüştür (sırasıyla, $t(19)=2,32, p<0,05$; $t(19)=2,33, p<0,05$). Benzer şekilde kontrol grubunda da ST ($\bar{X}=16,90,SS=2,02$) ve ST30 ($\bar{X}=17,00,SS=1,72$) skorlarının ÖT'ye göre ($\bar{X}=15,50,SS=1,96$) anlamlı şekilde arttığı gözlenmiştir (sırasıyla, $t(19)=4,17, p<0,001$; $t(19)=3,81, p<0,001$) (Şekil 2A).

Katılımcıların PP-sol el performansları incelendiğinde sadece ölçüm ana etkisinin anlamlı olduğu ($F(2, 76)=7,54, p<0,01$) ve ÖT' deki skorun ($\bar{X}=13,88,SS=1,64$) ST30'dakinden ($\bar{X}=15,08,SS=1,28$) anlamlı şekilde düşük olduğu görülmüştür ($p<0,001$). Egzersiz ve kontrol grupları ÖT, ST ve ST30 skorları açısından farklılaşmamıştır. Kontrol grubunun ÖT' deki PP-sol el skorunun ($\bar{X}=13,30,SS=1,87$) ST30'dakinden ($\bar{X}=15,05,SS=1,57$) anlamlı şekilde düşük olduğu bulunurken ($t(19)=4,03, p<0,001$), egzersiz grubunda benzer bir farklılaşma görülmemiştir (Şekil 2B).

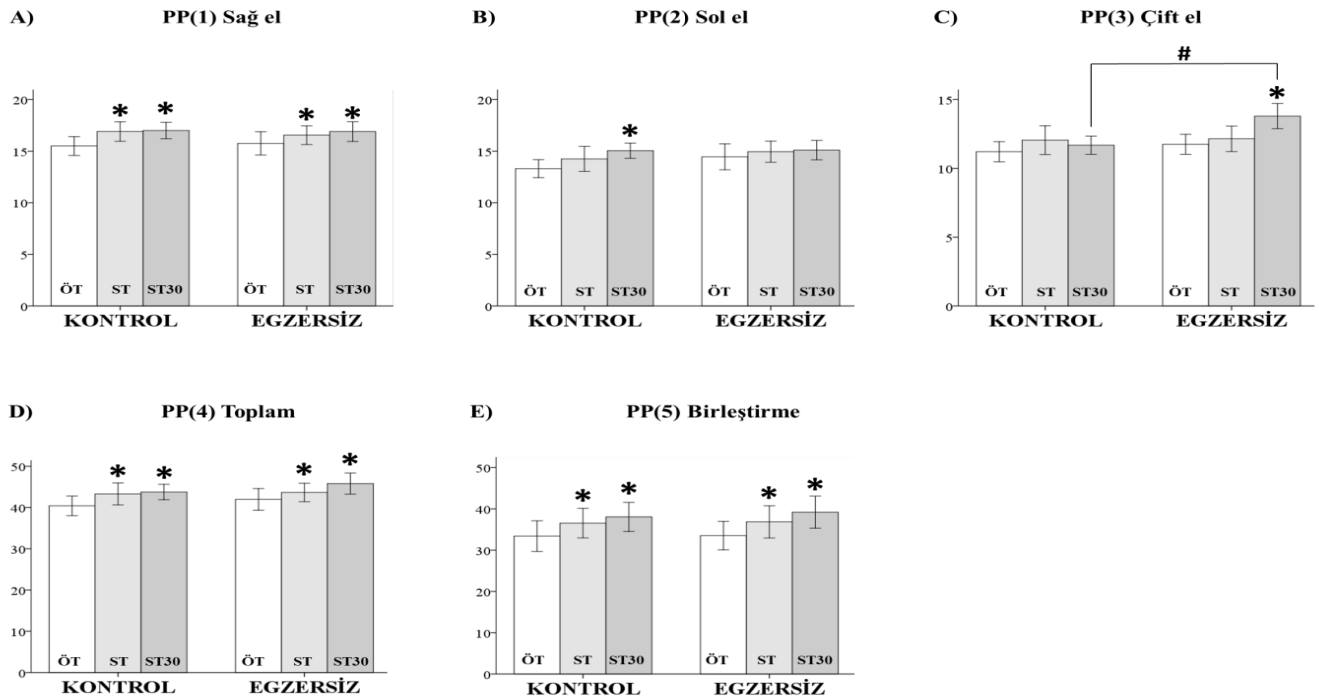
Katılımcıların PP-çift el performansları incelendiğinde, ölçüm ana etkisi ve ölçüm*grup etkileşim etkisinin anlamlı olduğu görülmüştür (sırasıyla, $F(2, 76)=12,04, p<0,001$; $F(2, 76)=8,51, p<0,001$). Ölçüm etkisi incelendiğinde katılımcıların ÖT skorlarının ($\bar{X}=11,48,SS=1,10$), ST ($\bar{X}=12,10,SS=1,50$) ve ST30 ($\bar{X}=12,74,SS=1,03$) skorlarından daha düşük olduğu görülmüştür (sırasıyla, $p<0,01$; $p<0,001$). Ölçüm*grup etkileşim etkisi incelendiğinde, egzersiz grubunun ST30'daki skorunun ($\bar{X}=13,80,SS=1,96$) kontrol grubunununkinden ($\bar{X}=11,70,SS=1,34$) anlamlı şekilde daha yüksek olduğu görülmüştür ($t(38)=3,95, p<0,001$). Ayrıca, egzersiz grubundakilerin ÖT skorlarının ($\bar{X}=11,75,SS=1,55$), ST30 skorlarından ($\bar{X}=13,80,SS=1,96$) anlamlı şekilde daha düşük olduğu bulunurken ($t(19)=5,71, p<0,001$), kontrol grubunda benzer bir farklılaşma görülmemiştir (Şekil 2C).

Katılımcıların PP-toplam puanları incelendiğinde sadece ölçüm ana etkisinin anlamlı olduğu ($F(2, 76)=20,55, p<0,001$) ve katılımcıların ÖT'deki skorlarının ($\bar{X}=41,18,SS=3,78$), ST ($\bar{X}=43,48,SS=3,71$) ve ST30'dakinden ($\bar{X}=44,78,SS=3,40$) anlamlı şekilde daha düşük olduğu gözlenmiştir ($p<0,001$). İkili farklılaşmalar, egzersiz ve kontrol gruplarının ÖT, ST ve ST30 puanları açısından farklılaşmadığını göstermiştir. Egzersiz grubunda ÖT' deki

skorun ($\bar{X}=41,95,SS=5,60$) anlamlı şekilde ST ($\bar{X}=43,65,SS=4,78$) ve ST30'daki ($\bar{X}=45,80,SS=5,48$) skordardan daha düşük olduğu görülmüştür (sırasıyla, $t(19)=3,10, p<0,01$; $t(19)=4,25, p<0,001$). Benzer şekilde, kontrol grubunun da ÖT' deki skorlarının ($\bar{X}=40,40,SS=5,08$) ST ($\bar{X}=43,30,SS=5,67$) ve ST30'dakilerden ($\bar{X}=43,75,SS=4,01$) daha düşük olduğu bulunmuştur (sırasıyla, $t(19)=4,50, p<0,001$; $t(19)=3,68, p<0,01$) (Şekil 2D).

Son olarak, katılımcıların PP-birleştirme skorları incelendiğinde ölçüm ana etkisinin anlamlı olduğu ($F(2, 76)=27.86, p<0,001$) ve katılımcıların ÖT'deki skorlarının ($\bar{X}=33,45,SS=5,41$), ST ($\bar{X}=36,70,SS=5,65$) ve ST30'dakinden ($\bar{X}=38,63,SS=5,60$) daha

düşük olduğu görülmüştür ($p<0,001$). Egzersiz ve kontrol gruplarının ÖT, ST ve ST30 puanları açısından farklılaşmadığı gözlenmiştir. Egzersiz grubunun ÖT' deki skorunun ($\bar{X}=33,50,SS=7,38$), ST ($\bar{X}=36,85,SS=8,31$) ve ST30'dakinden ($\bar{X}=39,20,SS=8,30$) daha düşük olduğu görülmüştür (sırasıyla, $t(19)=3,29, p<0,01$; $t(19)=6,37, p<0,001$). Benzer şekilde, kontrol grubunun da ÖT' deki skorunun ($\bar{X}=33,40,SS=7,90$), ST ($\bar{X}=36,55,SS=7,66$) ve ST30'dakinden ($\bar{X}=38,05,SS=7,54$) daha düşük olduğu bulunmuştur (sırasıyla, $t(19)=3,53, p<0,01$; $t(19)=4,06, p<0,001$) (Şekil 2E).



Şekil 2. Kontrol ve egzersiz gruplarının Purdue-Pegboard (PP) el-beceri testi sonuçları. *grup içi ÖT'ye kıyasla $p < 0,05$ düzeyinde farklılaşmayı, #gruplararası $p < 0,05$ düzeyinde farklılaşmayı ifade etmektedir. ÖT: ön-test, ST: son test, ST30: son-test 30 dk.

Reaksiyon zamanı ile el-beceri düzeyi arasındaki ilişki

Toplam 40 katılımcının ön test bulguları kullanılarak yapılan Pearson korelasyon testi sonucunda parmakların reaksiyon zamanı ile PP-sağ el ve PP-sol el için ayrı ayrı yapılan el beceri test puanları arasında anlamlı ilişki bulunmadı, ancak reaksiyon zamanı ile bilateral el kullanımını gerektiren PP-çift el, PP-toplam ve PP-birleştirme puanları arasında negatif yönde ilişki bulundu (sırasıyla, $r=-0,434$, $p=0,005$; $r=-0,338$, $p=0,033$; $r=-0,359$, $p=0,023$).

Cinsiyete bağlı farklılaşmalar

Çalışmaya katılan kadın ve erkek katılımcıların yapılan ön değerlendirme parametrelerinden sadece beden kitle indeksleri açısından anlamlı şekilde farklılaştıkları bulundu (sırasıyla, $X=21,8$, $SS=2,83$; $X=27,27$, $SS=3,75$; $p<0,05$). Yaş, IPAQ, istirahat kalp hızı, sistolik ve diyastolik kan basınçları ile ÖT' de yapılan Ruler- Drop ve Purdue-Pegboard test sonuçlarında anlamlı bir farklılaşma bulunmadı.

TARTIŞMA

Çalışma bulgularımız orta şiddette yapılan aerobik egzersizden hemen sonra parmakların reaksiyon zamanında kısalma olduğunu göstermiştir. Aerobik egzersiz esnasında ateşlenen sempatik sistem aktivasyonu kardiyovasküler ve solunum sistemi üzerinden kalpte, iskelet kasında ve

nöral sistemde doku perfüzyonu ve oksijenasyonunu artırır. Buna ek olarak, egzersize bağlı olarak doku düzeyinde artan metabolik aktivite lokal kontrol mekanizmaları üzerinden de perfüzyon ve oksijenasyondaki artışa katkı sağlar (Rivera-Brown ve Frontera, 2012; Wilmore ve Knuttgen, 2003). Nöromusküler sistemin metabolik aktivitesindeki artış bu sistemin cevap oluşturma yetisini fasilite edeceğinden egzersizin hemen sonrasında yapılan reaksiyon zamanı ölçümlerinde yanıt oluşturma sürelerinin kıaldığı görülmüştür. Ancak egzersizden 30 dk sonra yapılan ölçümlerde bu etki gözlenmemiştir. Çünkü egzersiz tamamlandıktan sonraki 30 dk'lık istirahat süreci egzersiz sonrası toparlanma evresine karşılık gelmektedir. Bu durum tek seferlik yapılan aerobik egzersizin reaksiyon zamanı üzerine akut bir etkisi olduğuna işaret etmektedir. Egzersiz yaptırılmayan kontrol grubunda ise ön-test ve son-testlerde reaksiyon zamanı açısından herhangi bir farklılaşma görülmemiştir. 30 dk'lık istirahat ya da 30 dk'lık egzersizden hemen sonra yapılan ölçümlerde kontrol grubuna kıyasla egzersiz grubunda reaksiyon zamanının anlamlı düzeyde daha kısa olduğu bulunmuştur (Şekil 1).

El becerisi ve el-göz koordinasyonun değerlendirilmesinde kullandığımız PP test sonuçlarından "çift el" puanı hariç "sağ el", "sol el", "toplam" ve "birleştirme" puanları

incelenlendiğinde bu puanlarda sadece ölçüm ana etkisi anlamlı bulunmuştur. Hem egzersiz hem de kontrol grubunda son-test puanlarının ön-test sonuçlarına kıyasla artış göstermesi, tekrarlı ölçümlere bağlı öğrenmenin etkisine işaret etmektedir (Şekil 2). Bilateral el kullanımını gerektiren “çift el” puanında ise ölçüm ana etkisinin yanı sıra ölçüm*grup etkileşim etkisinin de anlamlı olduğu görülmüştür. Kontrol grubunda ön- ve son-testler arasında farklılaşma bulunmazken, egzersiz grubunun egzersizden 30 dk sonraki “çift el” puanının, ön-test puanına ve ayrıca kontrol grubuna kıyasla daha yüksek olduğu bulunmuştur (Şekil 2). Bulgularımız egzersizin el becerisi üzerindeki etkisinin bilateral el aktivitesi gerektiren, ancak PP testinin “birleştirme” basamağı kadar da kompleks olmayan el becerilerinde ortaya çıktığını göstermiştir. Ancak, bu etki reaksiyon zamanında olduğu gibi egzersizin hemen sonrasında ortaya çıkmamıştır. Reaksiyon zamanı ile el becerisi arasındaki kuvvetli bir ilişki vardır ve reaksiyon zamanındaki kısılma, sonrasında el beceri hızındaki artışa olanak sağlayabilmektedir (Frolov ve ark., 2020; Jankovic ve ark., 1999). Bizim bulgularımız da reaksiyon zamanı ile bilateral el becerisi gerektiren PP puanları (çift el, toplam ve birleştirme) arasında negatif yönde ilişki olduğunu göstermiştir. Reaksiyon zamanı ile unilateral el becerisi gerektiren PP puanları

(sağ el, sol el) arasında ise benzer bir ilişki görülmemiştir. Bu durum unilateral el aktivitelerine kıyasla bilateral aktivitelerin daha kompleks oluşuyla ilişkili olabilir. Görece daha basit ve daha az sayıda nöromusküler kavşak ateşlemesi gerektiren bir fiziksel aktivitenin normalde de çok daha kolay ve hızlı ortaya çıkıyor olması, beklenen etkinin gözlenmesini zorlaştıracaktır. Dolayısıyla, unilateral aktivitelerde egzersize bağlı beklenen etkilerin gözlenebilmesi için hem reaksiyon zamanı ölçümlerinde hem de el becerisinin değerlendirilmesinde çok daha hassas ölçüm olanağı sağlayan yöntemlerin kullanılması gerektiğini düşünmekteyiz. PP-el beceri testinin birleştirme aşaması da çift-el aşaması gibi bilateral el kullanımını gerektirmektedir, ancak birleştirme aşaması çift-ele kıyasla çok daha kompleks bir beceridir ve tek seferlik yaptırılan aerobik egzersiz kontrol grubuna kıyasla birleştirme puanında anlamlı düzeyde artışa neden olmamıştır. Bu durum daha kompleks el becerilerinin geliştirilmesinde tek seferlik yaptırılan aerobik egzersizin yeterli olmadığını ya da kompleks el becerilerini geliştirmeye yönelik daha spesifik egzersiz tiplerinin tercih edilmesi gerektiğini düşündürmektedir.

Aerobik egzersiz, akut olarak el fonksiyonlarında reaksiyon zamanını kısaltmakla beraber, uzun dönem adaptasyonlarında motor-koordinasyonda

ve performansta artış sağlamaktadır (Garg ve ark., 2013; Netz ve ark., 2016; Rivera-Brown ve Frontera, 2012). Planinsec ve Pisot (2006), zeka seviyesi daha yüksek olan adölesanların motor-koordinasyon becerilerinin de çok daha iyi olduğunu göstermiştir. Dolayısıyla, egzersiz gibi motor-koordinasyonu ve beraberinde bilişsel performansı artıracak yöntemlerin gençlerde akademik becerilerin kazanımı ve geliştirilmesine katkı sağlayabileceği düşünülmektedir (Lipošek ve ark., 2018; Reigali ve ark., 2019).

Ön değerlendirme bulgularımızı cinsiyet farklılığı açısından incelediğimizde benzer yaş, fiziksel aktivite ve kardiyovasküler fitness düzeylerine sahip olan kadın ve erkekler arasında reaksiyon zamanı ve el-beceri düzeyleri açısından farklılaşma olmadığını gördük. Reaksiyon zamanı her iki cinsiyette de kronolojik yaşlanmayla beraber uzamaktadır ve kadınlara kıyasla erkeklerde görsel/işitsel uyaranlara karşı oluşturulan reaksiyon zamanının daha kısa olduğunu bildiren çalışmalar mevcuttur (Bellis, 1993; Dane ve Erzurumluoglu, 2003). Diğer taraftan, bir meta analiz çalışmasında görsel reaksiyon zamanı açısından cinsiyetler arasındaki farklılaşmanın artık kaybolduğu ve bu durumun kadınların günlük yaşamda beden koordinasyonlarını geliştirecek fiziksel aktivitelere (sportif faaliyet, araba kullanımı vb) katılımlarındaki artışla ilişkili

olabileceği belirtilmektedir (Silverman, 2006). Mathiowetz ve arkadaşları (1986) PP-el beceri testinin sağ el, sol el ve çift el değerlendirmelerinde kız çocuklarının erkek çocuklara kıyasla daha yüksek puanlar aldığını göstermiştir.

Sonuç olarak, çalışma bulgularımız orta şiddette yapılan akut aerobik egzersizin reaksiyon zamanında kısalma sağlayarak, ince-motor beceri ve el-göz koordinasyonu gerektiren aktivitelerde performans artışına katkı sağlayabileceğine işaret etmektedir. El becerisindeki artışa, kısalmış reaksiyon zamanının eşlik etmektedir ve reaksiyon zamanı ile el becerisi arasındaki bu ilişki unilateral el aktivitelerinden ziyade görece kompleks bilateral el aktivitesi gerektiren ince motor becerilerde gözlenmektedir.

SONUÇ

Sonuç olarak, tek seferlik yapılan aerobik egzersizin bile nöromusküler sistemde performans artışına katkı sağlayabileceğini söyleyebiliriz, ancak performans değişimindeki etkinin kalıcı hale gelmesinde egzersizin devamlılığı önemli bir faktördür.

Çalışmanın limitasyonları

Bu çalışmanın en önemli limitasyonu reaksiyon zamanının değerlendirilmesinde kullanılan Ruler-drop testine alternatif olabilecek ve çok daha hassas ölçüm olanağı sağlayan bilgisayar tabanlı bir sistemin temin edilememişidir.

Çıkar çatışması bildirimi

Yazarların makalede sunulan veriler ve/veya makalenin konusu ile ilgili olarak herhangi bir kişi ya da kuruluş ile çıkar ilişkisi bulunmamaktadır.

KAYNAKLAR

Bellis CJ (1933) Reaction time and chronological age. *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine* 30(6):801-803.

Colcombe SJ, Erickson KI, Scalf PE, Kim JS, Prakash R, McAuley E, Elavsky S, Marquez DX, Hu L, Kramer AF (2006) Aerobic exercise training increases brain volume in aging humans. *The Journals of Gerontology* 61(11):1166-1170.

Craig CL, Marshall AL, Sjostrom M, Bauman AE, Booth ML, Ainsworth BE, Pratt M, Ekelund U, Yngve U, Sallis JF, Oja P (2003) International physical activity questionnaire: 12-country reliability and validity. *Medicine Science and Sports Exercise* 35:1381-1395.

Dane S, Erzurumluoglu A (2003) Sex and handedness differences in eye-hand visual reaction times in handball players. *International Journal of Neuroscience* 113(7):923-929.

Erickson KI, Voss MW, Prakash RS, Basak C, Szabo A, Chaddock L, Kim JS, Heo S, Alves H, White SM, Wojcicki TR, Mailey E, Vieira VJ, Martin SA, Pence BD, Woods JA, McAuley E, Kramer AF (2011) Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. *PNAS* 108(7):3017-3022.

Frolov NS, Pitsik EN, Maksimenko VA, Grubov VV, Kiselev AR, Wang Z, Hramov AE (2020) Age-related slowing down in the motor initiation in elderly adults. *PLoS One* 15(9):e0233942.

Gardner RA, Broman M (1979) The purde pegboard: normative data on 1334 school children.

Journal of Clinical Child & Adolescent Psychology 8(3):156-162.

Garg M, Lata H, Walia L, Goyal O (2013) Effect of aerobic exercise on auditory and visual reaction times: a prospective study. *Indian Journal of Physiology and Pharmacology* 57(2):138-145.

Golding LA (2000) YMCA fitness testing and assessment manual. 4th edition. Champaign, IL: Human Kinetics.

Jankovic J, Ben-Arie L, Schwartz K, Chen K, Khan M, Lai EC, Krauss JK, Grossman R (1999) Movement and reaction times and fine coordination tasks following pallidotomy. *Movement Disorders* 14(1):57-62.

Lipošek S, planinšec J, leskošek B, Pajtler A (2018) Physical activity of university students and its relation to physical fitness and academic success. *Annales Kinesiologiae* 9(2):89-104.

Mathiowetz V, Rogers SL, Dowe-Keval M, Donahoe L, Rennells C (1986) The purdue pegboard: norms for 14- to 19-year-olds. *American Journal of Occupational Therapy* 40: 174-179.

Netz Y, Abu-Rukun M, Tsuk S, Dwolatzky T, Carasso R, Levin O, Dunsky A (2016) Acute aerobic activity enhances response inhibition for less than 30 min. *Brain and Cognition* 109:59-65.

Pescatello LS, Arena R, Riebe D, Thompson PD (2014) ACSM's guidelines for exercise testing and prescription. 9th edition. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins.

Planinsec J, Pisot R (2006) Motor coordination and intelligence level in adolescents. *Adolescence* 41(164):1-11.

Postuma RB, Lang AE, Massicotte-Marquez J, Montplaisir J (2006) Potential early markers of parkinson disease in idiopathic rem sleep behavior disorder. *Neurology* 66:845-851.

Reigali RE, Barrero S, Martin I, Morales-Sanchez V, Mier RJR, Hernandez-Mendo A (2019) Relationships between reaction time, selective

attention, physical activity, and physical fitness in children. *Frontiers in Psychology* 10(2278): 1-8.

Rivera-Brown AM, Frontera WR (2012) Principles of exercise physiology: responses to acute exercise and long-term adaptations to training. *PM&R* 4(11):797-804.

Rossi GD, Malaguti A, Rossi DS (2014) Practice effects associated with repeated assessment of a clinical test of reaction time. *Journal of Athletic Training* 49(3):356-359.

Silverman IW (2006) Sex differences in simple visual reaction time: a historical meta-analysis. *Sex Roles* 54: 57-69.

Weinstein AM (2010) Computer and video game addiction-a comparison between game users and non-game users. *The American Journal of Drug and Alcohol Abuse* 36:268-276.

Wilmore J, Knuttgen H (2003) Aerobic exercise and endurance improving fitness for health benefits. *The Physician and Sportsmedicine* 31(5):45-51.