

Geliş Tarihi (Received): 12.08.2019  
Kabul Tarihi (Accepted): 26.11.2019  
SPORMETRE, 2019,17(4),211-219  
DOI: 10.33689/spormetre.605119

## YÜKSEK ŞİDDETLİ İNTERVAL ANTRENMAN PROGRAMININ FİZYOLOJİK PARAMETRELER VE SOLUNUM KAS KUVVETİ ÜZERİNE ETKİSİ

Özgür Bostancı<sup>1</sup>, Muhammet Hakan Mayda<sup>1</sup>, Mehmet İsmail Tosun<sup>1</sup>, Menderes Kabadayı<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Yaşar Doğu Spor Bilimleri Fakültesi, Samsun/Türkiye

**Öz:** Yüksek şiddetli interval antrenman (YŞİA) ve geleneksel antrenman yöntemleri ile ilgili sedanterler ve sporcularda birçok çalışma yapılmasına rağmen elit atletlerde solunum kas kuvvetine etkisi ile ilgili olarak yapılan ilk çalışmadır. Bu doğrultuda, çalışmanın amacı YŞİA metodunun ve geleneksel atletizm antrenman programının solunum kaslarına ve bazı fizyolojik parametrelere etkisini inceleyerek aralarındaki farkı araştırmaktır. Araştırmaya 18-22 yaş aralığında 16 elit atlet gönüllü olarak katılmıştır. Sporcular, çift kör deney dizaynı kullanılarak deney (n:8, YŞİA) ve kontrol (n:8, geleneksel) olmak üzere rastgele iki gruba ayrılmıştır. Deneklere antrenman programı öncesi ve sonrasında boy uzunluğu, vücut ağırlığı, vücut kitle indeksi (VKİ), anaerobik güç, aerobik kapasite, maksimal inspiratuar basınç (MIP), maksimal ekspiratuar basınç (MEP), dinlenik kalp atım, esneklik ve durarak uzun atlama testleri uygulanmıştır. Ön-son test farkları için bağımlı örneklem t testi, gruplara göre değişimi belirlemek için bağımsız örneklem t testi kullanılmıştır. YŞİA ve geleneksel atletizm antrenmanları sonrasında tüm parametrelerde anlamlı artış görülmüştür ( $p<0,05$ ). İki antrenman grubundaki yüzdesel değişimler karşılaştırıldığında ise esneklik dışında tüm parametrelerde deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı gelişim elde edilmiştir ( $p<0,05$ ). Sonuç olarak, elit atletlerde 6 haftalık YŞİA'nın geleneksel atletizm antrenman programına göre solunum kas kuvvetine ve diğer fizyolojik parametrelere olumlu etkisinin daha fazla olduğu tespit edilmiştir. YŞİA'nın sporcuların fizyolojik uyum düzeyinde kısa sürede olumlu yanıt verdiği göz önüne alındığında elit sporcular arasındaki rekabete olumlu katkılar sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca solunum kasları ile ilgili elde ettiğimiz sonuçlar literatüre önemli katkılar sağlayabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Yüksek şiddetli interval antrenman, atlet, solunum kası

## THE EFFECT OF HIGH INTENSITY INTERVAL TRAINING PROGRAM ON PHYSIOLOGICAL PARAMETERS AND RESPIRATORY MUSCLE STRENGTH

**Abstract:** Although a great number of studies have been conducted on sedentary individuals and athletes related to high intensity interval training (HIIT) and traditional training methods, this is the first study on the effect of high intensity interval training on respiratory muscle strength in elite athletes. In this respect, the aim of this study is to investigate the effect of HIIT method and traditional athletics training program on respiratory muscles and some physiological parameters and to analyze the difference between them. 16 elite athletes aged between 18 and 22 participated in the study voluntarily. The athletes were randomly divided into two groups: experimental (n: 8, HIIT) and control (n: 8, traditional) using double-blind experimental design. Height, body weight, body mass index (BMI), anaerobic power, aerobic capacity, maximal inspiratory pressure (MIP), maximal expiratory pressure (MEP), resting heart rate, flexibility and standing long jump tests were applied to the subjects before and after the training program. Paired Samples T test was used for pre and post-test differences and Independent Samples T test was used to determine the change according to groups. Significant increase was observed in all parameters after HIIT and traditional athletics training ( $p<0,05$ ). When the percentage changes in the two training groups were compared, statistically significant improvement was found in favour of the experimental group in all parameters except flexibility ( $p<0,05$ ). As a result, it was found that 6-week-long HIIT caused more positive effects on respiratory muscle strength and other physiological parameters than traditional athletics training program in elite athletes. Considering that HIIT responds positively to the physiological adaptation level of the athletes in a short time, it is thought that it will make a positive contribution to the competition among elite athletes. In addition, our results on respiratory muscles can make important contributions to the literature.

**Key Words:** High intensity interval training, athlete, respiratory muscle

## GİRİŞ

Uzun ve kısa mesafe koşucularında performansı geliştirmek için uygulanan antrenman metotlarının birçoğu yapılan branşla ilişkili olarak uzun süreli koşular içermektedir. Fakat uzun süreli koşular sporcunun maksimal kuvvet sergilemesinde ve antrenman esnası stres düzeyi gibi değişkenlerde olumsuzluğa yol açmaktadır (Mcmillan ve ark., 2005; Buchheit ve Laursen, 2013). Bu yüzden spor bilimciler tarafından sporda başarılı performansın sürdürülebilirliğini sağlamak ve kısa hazırlık dönemlerini etkin değerlendirmek için yeni antrenman modelleri araştırılmakta ve uygulanmaktadır (Issurin, 2010).

Bu antrenman modelleri arasında yer alan yüksek şiddetli interval antrenman (YŞİA) yönteminin, sedanterler ve sporcular için sağlık, performans gibi çeşitli parametreler üzerine olumlu etkilerinin olduğu bilinmektedir (Samuel ve ark., 2013; Gist ve ark., 2014; Astorino ve ark., 2012). YŞİA sporcuların kısa sürede aerobik ve anaerobik kapasitelerini geliştirmesinin (McKay ve ark., 2009) yanı sıra obezite, kardiyovasküler, diyabet gibi önemli hastalıklara yakalanma riskini azaltarak, bireylerin yaşam kalitesinde iyileşme sağlamaktadır (Babraj ve ark., 2009; Oliveira ve ark., 2010; Whyte ve ark., 2010; Akgül ve ark., 2016).

Ayrıca YŞİA yönteminin uzun süren dayanıklılık antrenmanlarına bir alternatif olabileceği (Vanderburg ve Bracko, 2013), geleneksel aerobik antrenman programları ile karşılaştırıldığında zamanın ekonomik ve etkili kullanılması, metabolik fonksiyonlar ile sportif performansı kısa sürede geliştirmesi sebebiyle daha fazla ilgi görmeye başlamıştır (Girard ve ark., 2018; Bayati ve ark., 2011; Samuel ve ark., 2013; Akgül ve ark., 2017). İki hafta gibi kısa süreli YŞİA programı sayesinde metabolik fonksiyonların yanı sıra aerobik ve anaerobik kapasitenin anlamlı şekilde artırdığını gösteren araştırmalar da bulunmaktadır (Alan ve ark., 2014; Babraj ve ark., 2009). YŞİA fizyolojik parametreleri ve performansı artırırken aynı zamanda sporcuların MaxVO<sub>2</sub> değerinin %90'ın üzerinde uzun süre kalmasını sağlayan antrenman protokolü de içermektedir (Buchheit ve Laursen, 2013). Bu doğrultuda bireysel ve takım sporlarında fiziksel performansı kısa sürede geliştirmek ve başarıyı kolaylaştırmak için kullanılabilecek en etkili antrenman programlarından bir tanesinin de YŞİA olduğu düşünülmektedir.

YŞİA metodu ile ilgili sedanter ve sporcularda birçok çalışma yapılmasına rağmen (Samuel ve ark., 2013; Gist ve ark., 2014; Bayati ve ark., 2011; Akgül ve ark., 2017) orta mesafe atletlerde YŞİA metodunun özellikle solunum kas kuvvetine etkisi ile ilgili olarak yapılan ilk çalışmadır.

Çalışmanın hipotezi, performansı en üst düzeyde kullanması gereken orta mesafe koşucularında YŞİA metodunun solunum kaslarına ve bazı fizyolojik parametrelere etkisini inceleyerek YŞİA metodu ile geleneksel atletizm antrenman metodunun etkileri arasındaki farkı ortaya koymaktır.

## YÖNTEM

### DeneySEL Yaklaşım

Araştırmaya katılan deneklere çalışmanın amacı ve yöntemi hakkında bilgi verilerek, uygulanacak testler tanıtılıp, pilot ölçümler yapılmıştır. 6 haftalık antrenman programı başlamadan 2 gün önce ve antrenman programının bitiminden 2 gün sonra testler uygulanmıştır. Tüm ölçümler günün aynı saatlerinde (10.00-12.00 arasında) gerçekleştirilmiştir. Sporculara boy uzunluğu, vücut ağırlığı, vücut kitle indeksleri (VKİ), anaerobik güç, aerobik kapasite, maksimal inspiratuar basınç (MIP), maksimal ekspiratuar basınç (MEP), dinlenik kalp atım,

esneklik ve durarak uzun atlama testleri uygulanmıştır. Araştırma rastgele, çift kör deney dizaynı kullanılarak tasarlanmıştır.

### **Örneklem Grubu**

Araştırmaya deney (n: 8) ve kontrol (n:8) grubu olmak üzere toplam 16 elit orta mesafe koşucusu gönüllü olarak katılmıştır (Tablo 1). Aktif olarak antrenmanlara devam etmeleri ve en az 2 yıl spor geçmişine sahip olmaları genel kriter olarak belirlenmiştir.

### **Yüksek Şiddetli İnterval Antrenman Protokolü**

Çalışmada deney grubuna, YŞİA metodu (haftada 4 gün toplam 6 hafta) uygulanmıştır. YŞİA metodunda 1200 metrelik antrenman mesafesi interval hale getirilerek 100 metre ve 200 metre koşu mesafelerinde 4'er tekrar yaptırılmıştır. YŞİA şiddeti deney grubu sporcularının kalp atımlarının 180-185 aralığına getirilmesiyle belirlenmiştir. Tekrarlar arasında bire üç (koşu süresinin 3 katı) pasif dinlenme yapılmış ve kalp atım sayısının 140'a düşme kriterine dikkat edilmiştir. Setler arasında kalp atım sayısının 120'ye düşmesi beklenmiş ve pasif dinlenme yapılmıştır. Kontrol grubu ise sadece aerobik koşular içeren klasik atletizm antrenman programına (haftada 4 gün toplam 6 hafta) katılmıştır. Deneklere antrenman öncesi ısınma için 10 dakika jogging, branşa uygun alt ve üst ekstremitelere yönelik esneme hareketleri, antrenman sonrası soğuma için de 10 dakikalık alt ve üst ekstremitelere yönelik esneme hareketleri yaptırılmıştır (Fox ve ark., 1999; Bompa ve Haff, 2015).

### **Vücut Ağırlığı, Boy Uzunluğu Ölçümü ve VKİ Hesaplama**

Deneklerin vücut ağırlıkları 0,1 kg hassaslıktaki kantar ile kg cinsinden, boy uzunlukları bu kantarda sabit olan dijital boy ölçer (SECA, Germany) ile cm cinsinden kayıt edildi. VKİ ise vücut ağırlığının (kg), boy uzunluğunun (m) karesine bölünmesiyle hesaplanmıştır.

### **Dikey Sıçrama Testi ve Anaerobik Güç Hesaplama**

İlk olarak deneklerin topuklarını yerden kaldırmadan dizleri tam ekstansiyonda iken baskın kollarıyla erişebildikleri en üst nokta işaretlenmiştir. Deneklerden dizleri 90° bükülü ve adım almadan çift ayakla dikey sıçrama yapmaları istenmiştir. Test üç kez tekrar ettirilerek en iyi sonuç kaydedilmiştir. Sıçrama mesafesi (D) ve vücut ağırlığı kullanılarak bireyin anaerobik güç değeri belirtilen formüle göre hesaplandı (Mayda ve ark., 2016).

Anaerobik güç (kg\*m/sn) =  $\sqrt{4,9 * (\text{Vücut ağırlığı}) * \sqrt{D}}$

D: Dikey olarak sıçranan mesafe (m)

### **Aerobik Kapasite**

Deneklerin aerobik kapasitelerini ölçmek için 20 metre mekik koşu testi uygulandı. Kaydedilen tekrar sayısına bağlı olarak değerlendirme tablosundan MaxVO<sub>2</sub> seviyeleri ml/kg/dk cinsinden hesaplandı (Pamuk ve ark., 2008; Lang ve ark., 2018).

### **Solunum Kas Kuvveti (MIP-MEP) Ölçümü**

Deneklerin solunum kas kuvvetlerini belirlemek için MicroRPM (CareFusion Micro Medical, Kent, UK) cihazı kullanıldı. MIP ölçümü için uygun filtre ve ağızlık takıldıktan sonra burun bölgesi hava yolu bir klipsle kapalı duruma getirildi. Denek ayakta rezidüel volümden bir seferde maksimal hızda inspirasyon yaparak 1-3 saniye sürdürmesi ile testi tamamladı. Deneklerden MEP ölçümü için, total akciğer kapasitesinden sonra kapalı solunum yoluna karşı 1-3 saniye maksimal ekspirasyon yapması istendi. En iyi iki ölçüm arasında %5'lik bir fark kalana kadar ölçüm tekrarlandı ve elde edilen ortalama cmH<sub>2</sub>O cinsinden kaydedildi (Bostancı ve ark., 2019).

### Dinlenik Kalp Atım Sayısı Ölçümü

Kalp atım ölçümleri (atım/dak) dijital göstergeli klasik koldan sarmalı tansiyon aleti ile ölçülmüştür. Ölçümler bütün deneklerin sol kolundan ve dinlenik durumdayken alınmıştır (Sarıtay ve ark., 2018).

### Esneklik Testi

Deneklerin esneklik değerleri otur-uzan test sehvası kullanılarak ölçülmüştür. Diz eklemi tam ekstansiyondayken mümkün olduğunca ileri uzanması istenmiştir. İki tekrar yaptırılarak en iyi sonuç kaydedilmiştir (Colakoglu ve ark., 2014).

### Durarak Uzun Atlama Testi

Deneklerden belirlenen çizginin gerisinden hız almadan ayakları bitişik şekilde en uzak mesafeye atlaması istenmiştir. Test iki defa tekrar ettirilerek en iyi sonuç kaydedilmiştir (Ayan ve ark., 2009).

### İstatistiksel Analiz

Verilerin istatistiksel analizi SPSS 22,0 (SPSS Inc., Chicago, IL) istatistik programı kullanılarak yapılmıştır. Veriler ortalama, standart sapma, yüzdesel değişim ve etki büyüklüğü (Cohen's d) şeklinde sunulmuştur. Verilerin normal dağılım gösterdikleri Shapiro-Wilk testi uygulanarak belirlenmiştir. Deney ve kontrol grubunun ön-son test sonuçları arasındaki farklılığın analizi için bağımlı t testi, gruplara göre değişimi belirlemek için ise bağımsız t testi kullanılmıştır. İstatistiksel sonuçlar  $p < 0,05$  ve  $p < 0,001$  anlamlılık düzeyinde değerlendirilmiştir.

## BULGULAR

**Tablo 1.** Araştırmaya katılan atletlerin tanımlayıcı bilgileri

Değişkenler	Ön-test (Ort±SS)		Son-test (Ort±SS)	
	Deney Grubu	Kontrol Grubu	Deney Grubu	Kontrol Grubu
Yaş (yıl)	20,75±1,75	20,25±1,49	20,75±1,75	20,25±1,49
Boy (cm)	166,01±0,09	167,35±1,20	166,01±0,09	167,35±1,20
Ağırlık (kg)	61,79±8,25	60,60±9,81	60,81±7,93	60,06±10,19
VKİ (kg/m <sup>2</sup> )	22,58±0,61	21,57±2,05	21,86±1,05	21,10±2,11

Ort: Ortalama SS: Standart Sapma VKİ: Vücut Kitle İndeksi

**Tablo 2.** Ön-son test verilerinin karşılaştırılması

		Deney Grubu (n: 8)		Kontrol Grubu (n:8)	
		Ort±SS	Yüzdesel Değişim	Ort±SS	Yüzdesel Değişim
Anaerobik Güç (kg- m/s)	Ön-test	83,58±18,01	%5,13	82,03±22,43	%1,33
	Son-test	87,71±18,09†		83,15±22,87*	
Aerobik Kapasite (ml/kg/dk)	Ön-test	48,65±4,86	%4,28	44,83±3,11	%1,12
	Son-test	50,71±4,87†		45,33±3,16*	
MIP (cmH <sub>2</sub> O)	Ön-test	95,00±4,10	%20,09	91,13±9,28	%6,78
	Son-test	114,12±7,36†		97,38±11,06*	

MEP (cmH <sub>2</sub> O)	Ön-test	153,50±14,86	%11,95	146,75±12,35	%4,39
	Son-test	171,38±12,85†		153,25±13,84†	
Dinlenik Kalp Atım (atım/dk)	Ön-test	58,75±1,04	% -8,10	57,00±1,85	% -2,20
	Son-test	54,00±2,14†		55,75±2,49*	
Esneklik (cm)	Ön-test	14,93±3,22	%27,85	12,99±4,71	%15,99
	Son-test	18,66±3,03*		14,65±4,46*	
Durarak Uzun Atlama (cm)	Ön-test	202,75±16,74	%4,44	199,13±31,38	%1,39
	Son-test	211,88±19,82*		201,75±30,68*	

\*p<0,05 †p<0,001 Ort: Ortalama SS: Standart Sapma

6 haftalık YŞİA ve geleneksel atletizm antrenmanları sonrası tüm parametrelerde anlamlı artış gözlenmiştir (p<0,05). Ancak YŞİA programında anaerobik kapasite, aerobik kapasite, MIP, MEP ve dinlenik kalp atım ortalamalarında önemli değişim gözlenmiştir (p<0,001). Geleneksel atletizm programı yapan gruptaki en önemli değişim sadece MEP değerinde bulunmuştur (p<0,001).

**Tablo 3.** Ön ve son testler arasındaki yüzdesel değişimin analizi

		Ort±SS	Cohen's d	p
Anaerobik (kg-m/s)	Deney	5,13±2,54	1,93	<b>0,002*</b>
	Kontrol	1,33±1,13		
Aerobik (ml/kg/dk)	Deney	4,28±1,12	3,54	< <b>0,001</b> †
	Kontrol	1,12±0,58		
MIP (cmH <sub>2</sub> O)	Deney	20,09±4,92	3,07	< <b>0,001</b> †
	Kontrol	6,78±3,67		
MEP (cmH <sub>2</sub> O)	Deney	11,95±5,66	1,79	<b>0,006*</b>
	Kontrol	4,39±1,91		
Dinlenik Kalp atım (atım/dk)	Deney	-8,10±2,57	2,29	< <b>0,001</b> †
	Kontrol	-2,20±2,59		
Esneklik (cm)	Deney	27,85±23,28	0,60	0,253
	Kontrol	15,99±15,87		
Durarak Uzun Atlama (cm)	Deney	4,44±2,89	1,42	<b>0,021*</b>
	Kontrol	1,39±0,95		

\*p<0,05 †p<0,001 Ort: Ortalama SS: Standart Sapma Cohen's d: Etki Büyüklüğü

Deney ve kontrol grubunun ön-son testleri arasındaki yüzdesel değişimler karşılaştırıldığında esneklik dışında tüm parametrelerde deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmüştür (p<0,05; p<0,001).

## TARTIŞMA VE SONUÇ

Çalışmanın amacı 6 haftalık YŞİA'nın orta mesafe koşucularında anaerobik güç, aerobik

kapasite, MIP-MEP, dinlenik kalp atım, esneklik ve durarak uzun atlama parametrelerine etkileri araştırılarak, YŞİA ile geleneksel atletizm antrenmanları arasındaki farkı incelemektir. YŞİA programının fizyolojik faydalarını araştıran birçok çalışma bulunmasına rağmen (Girard ve ark., 2018; Buchheit ve Laursen, 2013; Gist ve ark., 2014), geleneksel antrenmanlarla YŞİA'nın etkilerinin karşılaştırıldığı çalışmalar sınırlı sayıdadır (Daussin ve ark., 2007; Revan ve ark., 2008; Milanović ve ark., 2015).

Çalışmada her iki grupta da ön-son test arasındaki tüm değişkenlerde istatistiksel olarak anlamlılık saptanmıştır ( $p < 0,05$ ). Fakat çalışmanın ana bulguları incelendiğinde MIP değeri deney grubunda %20,09, kontrol grubunda %6,78; MEP değeri deney grubunda %11,95 kontrol grubunda %4,39; anaerobik kapasite deney grubunda %5,13 kontrol grubunda %1,33; aerobik kapasite deney grubunda %4,28 kontrol grubunda %1,12; dinlenik kalp atım sayısı deney grubunda %8,10, kontrol grubunda ise %2,20 oranında gelişim göstermiştir. Ayrıca deney ve kontrol grubunun ön-son test değerleri arasındaki yüzdesel değişimlerin analizinde esneklik dışında tüm değişkenlerde YŞİA grubu lehine önemli farklılık elde edilmiştir ( $p < 0,05$ ).

Bu sonuçların olası fizyolojik mekanizması, YŞİA metodunun mitokondride bulunan ve genetik kodların ana düzenleyicisi olan PGC-1 $\alpha$  (Peroxisome proliferator-activated receptor gamma coactivator) reseptör aktivasyonunu etkilemesi ile açıklanmaktadır. ATP üretiminin artması için bu reseptörün uyarılması ve daha aktif hale gelmesi gerekmektedir (Bartlett ve ark., 2012; Gibala ve ark., 2012). YŞİA bu reseptörü geleneksel antrenman programlarından daha çok etkilemekte ve uyarmaktadır. Uyarılan PGC-1 $\alpha$  reseptör aktivasyonunun artması daha fazla enerji elde edilmesini sağlayarak kasın oksidasyon kapasitesinin gelişmesini kolaylaştırmaktadır (Little, 2010; Gibala ve ark., 2012; Akgül ve ark., 2017).

Araştırmalar incelendiğinde egzersizin ve antrenman metodlarının solunum fonksiyonlarına ve solunum kas kuvvetine olumlu etkilerinin olduğu görülmektedir (Badaam Khaled ve ark., 2013; Bostancı ve ark., 2017). Antrenmanlar sonucunda hücre düzeyindeki oksijen alış verişinin artışı kardiyovasküler sistemin gelişmesine bağlı olan bir artıştır. Egzersizde artan metabolizma için gerekli olan oksijeni sağlamak amacıyla solunum hacminde artış meydana gelir. Yapılan egzersiz devamlı hale geldikçe solunum kasları gelişerek süreklilik gösterecektir. Egzersiz esnasında alınan oksijenin %16'sının solunum kasları tarafından kullanılması bu gelişimin önemini vurgulamaktadır (McConnell, 2011; Janssens ve ark., 2013; Tong ve ark., 2016). 6 haftalık YŞİA sonrası MİP değerinin %20,09, MEP değerinin de %11,95 artmış olması çalışmanın önemini ortaya koymaktadır. YŞİA metodunun elit atletlerde solunum kas kuvveti üzerine etkisini inceleyen çalışma literatürde bulunmamaktadır. Ancak YŞİA'nın ve geleneksel antrenman metodlarının solunum fonksiyonlarını geliştirdiğine yönelik araştırmalar mevcuttur (Dunham ve Harms, 2012; Sever ve Cıcioğlu, 2018).

Sonuç olarak YŞİA metodu özellikle solunum kasları, aerobik ve anaerobik kapasiteyi geliştirerek, bireylerin fizyolojik uyum düzeyinde kısa sürede artış meydana getirmiştir. Altı haftada organizmanın bu antrenman yöntemine olumlu yanıt verdiği göz önüne alındığında elit sporcular arasındaki rekabete olumlu katkılar sağlayacağı düşünülmektedir. Antrenman yönteminin en önemli amaçlarından biri olan en kısa sürede en iyi performansa ulaşma ilkesine uyan bir programdır. Bu antrenman modeli müsabaka öncesi kamplarda veya eksik antrenman tamamlama dönemlerinde kullanılabilir. Ayrıca bu çalışmada YŞİA metodunun solunum kaslarında meydana getirdiği yararların literatür için önemli bir kaynak olacağı düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

Akgül, M.Ş., Gürses, V.V., Karabıyık, H., Koz, M. (2016). İki haftalık yüksek şiddetli interval antrenmanın kadınların aerobik göstergeleri üzerine etkisi. *International Journal of Sport Culture and Science*, 4 (Special Issue 1), 298-305.

Akgül, M.Ş., Koz, M., Gürses, V.V., Kürkçü, R. (2017). Yüksek şiddetli interval antrenman. *Sportmetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 15(2), 39-46.

Astorino, T.A., Allen, R.P., Roberson, D.W., Jurancich, M. (2012). Effect of high-intensity interval training on cardiovascular function, VO<sub>2</sub>max, and muscular force. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(1), 138-145.

Ayan, V., Mülazimoğlu, O. (2009). Sporda yetenek seçimi ve spora yönlendirmede 8-10 yaş grubu erkek çocuklarının fiziksel özelliklerinin ve bazı performans profillerinin incelenmesi (Ankara Örneği). *FÜ Sağ. Bil. Tıp Derg*, 23(3), 113-118.

Babraj, J.A., Vollaard, N.B., Keast, C., Guppy, F.M., Cottrell, G., Timmons, J.A. (2009). Extremely short duration high intensity interval training substantially improves insulin action in young healthy males. *BMC Endocrine Disorders*, 9(3),18-22.

Badaam Khaled, M., Munibuddin, A., Khan, S. T., Choudhari, S. P., Doiphode, R. (2013). Effect of traditional aerobic exercises versus sprint interval training on pulmonary function tests in young sedentary males: a randomised controlled trial. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*, 7(9), 1890.

Bartlett, J.D., Hwa Joo, C., Jeong, T.S., Louhelainen, J., Cochran, A.J., Gibala, M.J., Gregson, W., Close, G.L., Drust, B., Morton, J.P. (2012). Matched work high-intensity interval and continuous running induce similar increases in PGC-1 $\alpha$  mRNA, AMPK, p38, and p53 phosphorylation in human skeletal muscle. *Journal of Applied Physiology*, 112(7), 1135-1143.

Bayati, M., Farzad, B., Gharakhanlou, R., Agha-Alinejad, H. (2011). A practical model of low-volume high-intensity interval training induces performance and metabolic adaptations that resemble ‘all-out’sprint interval training. *Journal of Sports Science & Medicine*, 10(3), 571.

Bompa, T.O., Haff, G.G. (2015). Dönemleme: Antrenman kuramı ve yöntemi. *Çev. Tanju Bağırhan*, *Beşinci Basım*, Ankara: Spor Yayınevi ve Kitabevi.

Bostancı, Ö., Mayda, H., Yılmaz, C., Kabadayı, M., Yılmaz, A. K., Özdal, M. (2019). Inspiratory muscle training improves pulmonary functions and respiratory muscle strength in healthy male smokers. *Respiratory Physiology & Neurobiology*, 264, 28-32.

Bostancı, O., Ozdal, M., Mayda, H., Kabadayı, M. (2017). The effect of preparation period trainings on respiratory muscle strength of hearing impaired judokas. *Archives of Budo Science of Martial Arts and Extreme Sports*, 13, 97-102.

Buchheit, M., Laursen, P.B. (2013). High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle. *Sports Medicine*, 43(10), 927-954.

Colakoglu, T., Er, F., Ipekoglu, G., Karacan, S., Colakoglu, F.F., Zorba, E. (2014). Evaluation of physical, physiological and some performance parameters of the turkish elite orienteers. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 152, 403-408.

Daussin, F.N., Ponsot, E., Dufour, S.P., Lonsdorfer-Wolf, E., Doutreleau, S., Geny, B., Piquard, F., Richard, R. (2007). Improvement of vo<sub>2</sub> max; by cardiac output and oxygen extraction adaptation during intermittent versus continuous endurance training. *Eur J Appl Physiol*, 101, 377-83.

Dunham, C., Harms, C.A. (2012). Effects of high-intensity interval training on pulmonary function. *European Journal of Applied Physiology*, 112(8), 3061-3068.

Fox, E.L., Bowers, R.W., Foss, M.L. (1999). Physiological foundations of physical education and sports. Beden Eğitimi ve Sporun Fizyolojik Temelleri. Ankara: Bağırhan Yayınevi.

Gibala, M.J., Little, J.P., MacDonald, M.J., Hawley, J.A. (2012). Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *The Journal of Physiology*, 590(5), 1077-1084.

Girard, J., Feng, B., Chapman, C. (2018). The effects of high-intensity interval training on athletic performance measures: a systematic review. *Physical Therapy Reviews*, 23(2), 151-160.

Gist, N.H., Fedewa, M.V., Dishman, R.K., Cureton, K.J. (2014). Sprint interval training effects on aerobic capacity: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 44(2), 269-279.

Issurin, V.B. (2010). New horizons for the methodology and physiology of training periodization. *Sports Medicine*, 40(3), 189-206.

Janssens, L., Brumagne, S., McConnell, A.K., Raymaekers, J., Goossens, N., Gayan-Ramirez, G., Troosters, T. (2013). The assessment of inspiratory muscle fatigue in healthy individuals: a systematic review. *Respiratory Medicine*, 107(3), 331-346.

Lang, J.J., Belanger, K., Poitras, V., Janssen, I., Tomkinson, G. R., Tremblay, M.S. (2018). Systematic review of the relationship between 20 m shuttle run performance and health indicators among children and youth. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21(4), 383-397.

Little, J.P., Safdar, A., Cermak, N., Tarnopolsky, M.A., Gibala, M.J. (2010). Acute endurance exercise increases the nuclear abundance of PGC-1 $\alpha$  in trained human skeletal muscle. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 298(4), 912-917.

Mayda, M.H., Karakoc, O., Ozdal, M. (2016). The investigation of some physical, physiological and anthropometric parameters of visually impaired and non-impaired a national male judoka. *Journal of Education and Training Studies*, 4(6), 192-198.

McConnell, A. (2011). Breathe strong, perform better. United States of America: Human Kinetics.

McKay, B.R., Paterson, D.H., Kowalchuk, J.M. (2009). Effect of short-term high-intensity interval training vs. continuous training on O<sub>2</sub> uptake kinetics, muscle deoxygenation, and exercise performance. *Journal of Applied Physiology*, 107(1), 128-138.

McMillan, K., Helgerud, J., Macdonald, R., Hoff, J. (2005). Physiological adaptations to soccer specific endurance training in professional youth soccer players. *British Journal of Sports Medicine*, 39(5), 273-277.

Milanović, Z., Sporiš, G., Weston, M. (2015). Effectiveness of high-intensity interval training (HIT) and continuous endurance training for VO<sub>2</sub>max improvements: a systematic review and meta-analysis of controlled trials. *Sports Medicine*, 45(10), 1469-1481.

Oliveira, L.P., Lawless, C.E. (2010). Hypertension update and cardiovascular risk reduction in physically active individuals and athletes. *The Physician and Sports Medicine*, 38(1), 11-20.

Pamuk, Ö., Kaplan, T., Taşkın, H., Erkmen, N. (2008). Basketbolcularda bazı fiziksel ve fizyolojik parametrelerin farklı liglere göre incelenmesi. *Sportmetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 6(3), 141-144.

Revan, S., Balcı, Ş.S., Pepe, H., Aydoğmuş, M. (2008). Sürekli ve interval koşu antrenmanlarının vücut kompozisyonu ve aerobik kapasite üzerine etkileri. *Sportmetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 6(4), 193-197.

Samuel, G.J., Martinez, N., Campbell, B.I. (2013). The impact of high-intensity interval training on metabolic syndrome. *Strength and Conditioning Journal*, 35(2): 63-65.

Sarıtaş, N., Hayta, Ü., Kaya, M. (2018). Erkek judocu ve haltercilerin bazı fiziksel ve fizyolojik bulgularının incelenmesi. *Gaziantep Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi*, 3(4), 200-211.

Sever, M.O., Cıcioglu, H.I. (2018). The Effect of the interval training during 8-week preparation period on the athletic performances of 9-12 year old swimmers. *International Journal of Sport Culture and Science*, 6(1), 113-125.

Tong, T. K., McConnell, A. K., Lin, H., Nie, J., Zhang, H., Wang, J. (2016). “Functional” inspiratory and core muscle training enhances running performance and economy. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(10), 2942-2951.

Vanderburg, H., Bracko, M. (2013). YŞİA and cardio research to practice: more than tabata-the YŞİA protokol work-out experiences. *ACSM's*, 17, 12-15.

Whyte, L.J., Gill, J.M., Cathcart, A.J. (2010). Effect of 2 weeks of sprint interval training on health-related outcomes in sedentary overweight/obese men. *Metabolism*, 59(10), 1421-1428.