

ÜNİVERSİTE BADMİNTON TAKIMI OYUNCULARININ KALP DEBİSİ, VO₂MAX VE SOLUNUM FONKSİYON TESTLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Yıldız YAPRAK¹ Alper ASLAN¹

Geliş Tarihi: 06.08.2007

Kabul Tarihi: 17.01.2008

ÖZET

Badminton antrenmanlarına bağlı kardiopulmoner özelliklerde meydana gelebilecek değişimlerin belirlenmesi amacıyla yapılan bu çalışmaya üniversite badminton takımında 2 ile 4 yıldır yer alan BESYO (Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu) öğrencileri (1. grup) ile herhangi bir spor dalıyla aktif olarak uğraşmayan BESYO öğrencileri (2. grup) gönüllü olarak katılmıştır (n:33, yaş: 23.12±2.80 yıl, boy: 170.50±6.90 cm, VA (Vücut Ağırlığı): 61.40±9.30 kg, BKİ (Beden Kitle İndeksi): 21.55 ± 1.90 kg/m²). Teste alınma sırası rastgele olarak belirlenen araştırma grubunun ilk gün boy, VA (vücut ağırlığı), dinlenim KAH (Kalp Atım Hızı), dinlenim TA (Arterial Basınç), deri kıvrımı ölçümü, solunum fonksiyon testi ve Quark b₂ gaz analiz cihazında kalp debisi (Q) ölçümü (CO₂ rebreathing), ikinci gün ise maksimal oksijen tüketimi (VO₂max) ölçümü yapılmıştır.

Dataların analizi için SPSS 10.0 paket programında aritmetik ortalama, standart sapma ve farklar için Mann-Whitney U testi kullanılmış, güven aralığı 0.95 olarak kabul edilmiştir.

1. grup'da VO₂max, Q ve SV (atım volümü) sırasıyla 52.70 ml/kg/dk, 22.69 L, 183.21 ml; 2. grup'da ise 51.06 ml/kg/dk, 18.14 L, 138.40 ml ölçülmüştür. Her üç parametre badmintoncularda daha yüksek çıkmasına rağmen aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (p>0.05).

Yapılan çalışma sonucunda müfredatları gereği aldıkları uygulamalı derslerin BESYO öğrencilerinin aerobik kapasitelerini olumlu olarak etkilediği, fakat buna ilave olarak 2-4 yıl süresince yapılan badminton antrenmanlarının aerobik dayanıklılığı anlamlı şekilde artırmadığı saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Badminton, Maksimal oksijen tüketimi, Kalp debisi, Solunum fonksiyon testleri.

COMPARE THE MEASUREMENTS OF CARDIAC OUTPUT, VO₂MAX AND PULMONARY FUNCTION TESTS IN UNIVERSITY BADMINTON PLAYERS

ABSTRACT

The purpose of this research was to examine the effects of badminton training on cardiopulmonary function in university badminton players (also physical education students). 33 students (19 badminton player, 14 control) were volunteered (n:33, age: 23.12±2.80 years, height: 170.50±6.90 cm, weight (BW): 61.40±9.30 kg, BMI (Body Mass Index): 21.55 ± 1.90 kg/m²). First day; spirometer test, gas analysis (VO₂max) and anthropometric measurements; second day cardiac output (Q) were determined.

For data analysis, SPSS 10.0 packet programme was used. The comparisons were made using Mann-Whitney U test. The level of significance was set at p<0.05.

The findings showed that there were not statistically significant differences between in 1. group and 2. group in the view point of VO₂max, Q and pulmonary function test. VO₂max, Q and SV measurements were found respectively 52.70 ml/kg/min, 22.69 L, 183.21 ml in 1. group and 51.06 ml/kg/min, 18.14 L, 138.40 ml in 2. group.

Consequently, badminton training had positive effects in VO₂max, Q and MVV parameters, however these parameters were not significant.

Key Words: Badminton, Maximal oxygen uptake, Cardiac output, Pulmonary function tests.

GİRİŞ

Badminton sporu hızlı hareket etmeyi gerektiren, büyük oranda alaktik anaerobik, az miktarda laktik anaerobik, uzun sürdüğü için de aerobik metabolizmanın devrede olduğu olimpik bir oyundur. Badminton sporu squash, tenis ve voleybol gibi kısa süreli fakat yüksek şiddet içeren tekrarlardan oluşan bir karaktere sahiptir (1). Bu oyun dalında akılcılık, zerafet, hız, yetenek, hareketlilik, reaksiyon çabukluğu gibi faktörlerin ön plana çıkmasına bağlı olarak oyun zevkli bir

¹ Mustafa Kemal Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu

hale gelmektedir (2). Badminton topunun maksimal hızının 320 km/saat (tenis topu 220 km/saat, buz hokeyi topu 150 km/saat) olduğu göz önünde bulundurulursa kısa reaksiyon süresi, çok çabuk karar verme gibi özelliklerde ön plana çıkmaktadır (3).

Egzersiz sırasında artan metabolik gereksinimler kalp atım sayısı, atım volümü ve kan akımının artışı ile sağlanabilmektedir. Kalp debisi (Q), sol ventrikülün bir dakikada periferik gönderdiği kan miktarıdır ve bu yaklaşık 5 L dir. Egzersiz sırasında Q aktif sporcularda 5-8 kat artarken, sporcu olmayanlarda 3-5 kat artar. Egzersiz sırasında Q mitral darlığı olanlarda 9.5 L, sedanterlerde 20 L, sporcularda ise 30.4 L ölçülmüştür (4). Kalbin bu atım hacmi ne kadar fazla olursa maksimum oksijen tüketimi de (VO_2max) o derece yüksek olur. Etkili bir antrenman sonunda maksimal egzersizde kalp debisi artar (5). Tıpta olduğu kadar fizyoloji ile ilgili çalışmalarda Q'un ölçülmesine ilişkin noninvaziv metodlar geçerli ve güvenilirdir (6). Özellikle egzersiz esnasında kişinin Q'sunun belirlenmesi için venöz CO_2 içeriğinin tahmin edilmesine dayanan ve Fick metodu denilen "yeniden solunum (rebreathing) tekniği" kullanılmaktadır (5).

Aerobik kapasite; kardiopulmoner sistemin O_2 'yi aktif kaslara dağıtması ve bu kasların maksimum fiziksel iş sırasında O_2 ve enerji substratlarını kullanabilmesidir. Fiziksel iş sırasında ulaşılan VO_2max 'ın ölçülmesi ile aerobik kapasiteye ulaşılır (7), ki bunun miktarı yaşa, cinsiyete, vücut kompozisyonuna bağlıdır. VO_2max yapılan antrenmanla artmakta, kişi hareketsiz kaldığı zaman ise miktarı azalmaktadır (8).

Statik akciğer volümleri bir zaman sınırlaması olmaksızın solunum sistemindeki mevcut havanın hacmini değerlendirmek için birçok klinik uygulama ve araştırmada kullanılır. Dinamik akciğer volümlerinde ise belli bir zaman diliminde hareket eden havanın hızı ve hacmi ölçülür (4). Akciğer volüm ve kapasiteleri vücudun genişliği ve yapısından etkilendiği için iri ve atletik tiplerin ölçüm değerleri, küçük ve astenik tiplere oranla daha fazladır (9). Yine erkeklerin değerleri kadınlardan daha fazladır. 14 yaşından sonra erkeklerin vücut yapılarının genişlemesiyle pulmoner ventilasyonları daha fazla olur. Göğüs kafesinin genişlemesi ve toraks boşluğunun daha geniş olması nedeniyle daha fazla hava girer, ventilasyon artar. Aynı boy ve kilodaki erkek ve kadın karşılaştırıldığında bile erkeğin sonuçları kadından %20-25 oranında daha fazladır. Pulmoner ventilasyon kadınlarda 15, erkeklerde ise 25 yaşlarında pik değere ulaşır (5). Kişinin yaşı arttıkça akciğerlerin doğal elastikiyetinde azalma meydana gelir, hacim ve kapasiteler azalmaya başlar. Eğer kişide aşırı obesite varsa abdominal kitle diyafragmanın aşağı inişini zorlaştıracak böylece solunum fonksiyonları da daha düşük çıkacaktır (10).

Bu çalışmada badminton antrenmanlarına bağlı olarak değişebilecek kardiopulmoner özelliklerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma Grubu

Çukurova Üniversitesi Badminton takımında 2-4 yıldır oynayan, haftada en az 2 kez Badminton antrenmanı yapan 19 Badminton oyuncusu [1. grup (7 bayan+12 erkek=19)] ve herhangi bir spor dalı ile ilgilenmeyen 14 Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu (BESYO) öğrencisi [2. grup (7 bayan+7 erkek=14)]. Tüm araştırma grubu toplam 33 kişidir [1.grup+2.grup (19+14=33)].

Veri Toplama Araçları

Ergospirometre (Quark PFT, Cosmed, İtalya)
Skinfold kaliper (Harpender)
Boy ve kilo ölçer (Seca)

Verilerin Toplanması

Teste alınma sırası rastgele olarak belirlenen araştırma grubuna ilk gün boy, VA (Vücut Ağırlığı), dinlenme KAH (Kalp Atım Hızı) ve dinlenme TA (Arterial Kan Basıncı), deri kıvrımı ölçümü, solunum fonksiyon testi ve Q ölçümü, ikinci gün ise VO_2max ölçümü yapılmıştır.

1.Spirometrik ölçümler: Cosmed marka spirometre ile yapılmıştır.

Maksimal İstemli Ventilasyon (MVV): Sandalyede oturan araştırma grubunun burnu hava kaçışını önlemek amacıyla mandalla sıkıştırıldıktan sonra 12 sn. boyunca maksimal ekspirasyon ve inspirasyon yapmıştır.

Zorlu Vital Kapasite (FVC): Ayakta duran araştırma grubunun burnu hava kaçışını önlemek amacıyla mandalla sıkıştırıldıktan sonra, araştırma grubu iki kez normal, sonra maksimal ve daha sonra tekrar normal ekspirasyon ve inspirasyon yapmışlardır.

Yavaş Vital Kapasite (SVC): Ayakta duran araştırma grubunun burnu hava kaçışını önlemek amacıyla mandalla sıkıştırıldıktan sonra komut gelene kadar normal inspirasyon ve ekspirasyon, komut geldikten sonra maksimal ve yavaş yavaş inspirasyon ve ekspirasyon yapmışlardır.

YAPRAK, Y., ASLAN, A., " Üniversite Badminton Takımı Oyuncularının Kalp Debisi, VO₂max ve Solunum Fonksiyon Testlerinin Karşılaştırılması"

2. Q Ölçümü: Cosmed marka ergospirometre ile yapılan ölçümde, özel Q maskesi takılan araştırma grubu bisikletle 50 wattlık yükte kararlı denge (Steady State) durumuna gelinceye kadar pedal çevirmiştir. Testin başlamasıyla beraber 20 sn. boyunca Q balonundan inspirasyon - ekspirasyon yapmış ve sonra test sonlandırılmıştır.

3. VO₂ max Ölçümü: Gaz analizi için koşu bandında Bruce protokolü uygulanmış ve her 3-4 saniyede bir gaz analizi Quark b₂ gaz analizi cihazı ile otomatik olarak yapılmıştır. Test, kişi yorulduğunu söylediğinde, oksijen tüketimi artık yükselmediğinde ve R değeri 1.10' a ulaştığında sonlandırılmıştır (8).

4. Vücut Yağ Yüzdesi (VYY) Ölçümü: Araştırma grubunun kaliper ile suprailiak, triseps ve uyluk bölgesindeki deri kıvrımları üç kez ölçülüp ortalamaları alınmıştır. Heyward'ın (8), belirttiğine göre Jackson ve arkadaşlarının 1980 yılında geliştirmiş oldukları formüle göre vücut dansitesi hesaplanıp, daha sonra VYY bulunmuştur.

$$\begin{aligned} \text{Vücut Dansitesi} &= 1.099421-0.0009929(\Sigma 3f)+0.0000023 (\Sigma 3f)^2 -0.0001392 (\text{yaş}). \\ \% \text{ yağ} &= (4.95/\text{Vücut Dansitesi})-4.5 \times 100 \\ (\Sigma 3f &= \text{Triseps} + \text{uyluk} + \text{suprailiak DK}) \end{aligned}$$

- Triseps Deri Kıvrımı Ölçümü: Akromion ve olekranon arasındaki mesafenin orta noktasından dikey olarak alınmıştır.
- Uyluk Deri Kıvrımı Ölçümü: Patellanın üst kısmı ile kasık katlantısı arasındaki mesafenin orta noktasından dikey olarak alınmıştır.
- Suprailiak Deri Kıvrımı Ölçümü: İliak çıkıntı ile koltukaltı çizgisinin kesiştiği yerin anterioru'ndan diagonal olarak alınmıştır.

Verilerin Analizi

Her bir grup için VO₂max, solunum fonksiyon testleri ve antropometrik ölçümlerin aritmetik ortalaması ve standart sapması belirlendikten sonra, iki grup arasındaki farkı belirlemek için nonparametrik testlerden "Mann-Whitney U testi" kullanılmıştır. SPSS 10.0 paket programında yapılan istatistiksel işlemlerde güven aralığı 0.95 olarak kabul edilmiştir.

Kısaltmalar

Q: Kalp Debisi, SV: Atım Volümü, VO₂max: Maksimal Oksijen Tüketimi, KAH: Kalp Atım Hızı, TA: Arterial Kan Basıncı, MVV: Maksimal İstemli Ventilasyon, SVC: Yavaş Vital Kapasite, FVC: Zorlu Vital Kapasite, EVC: Ekspiratori Vital Kapasite, BKİ: Beden Kitle İndeksi, VYY: Vücut Yağ Yüzdesi.

BULGULAR

Tablo 1. Araştırma Grubunun Fiziksel Özellikleri

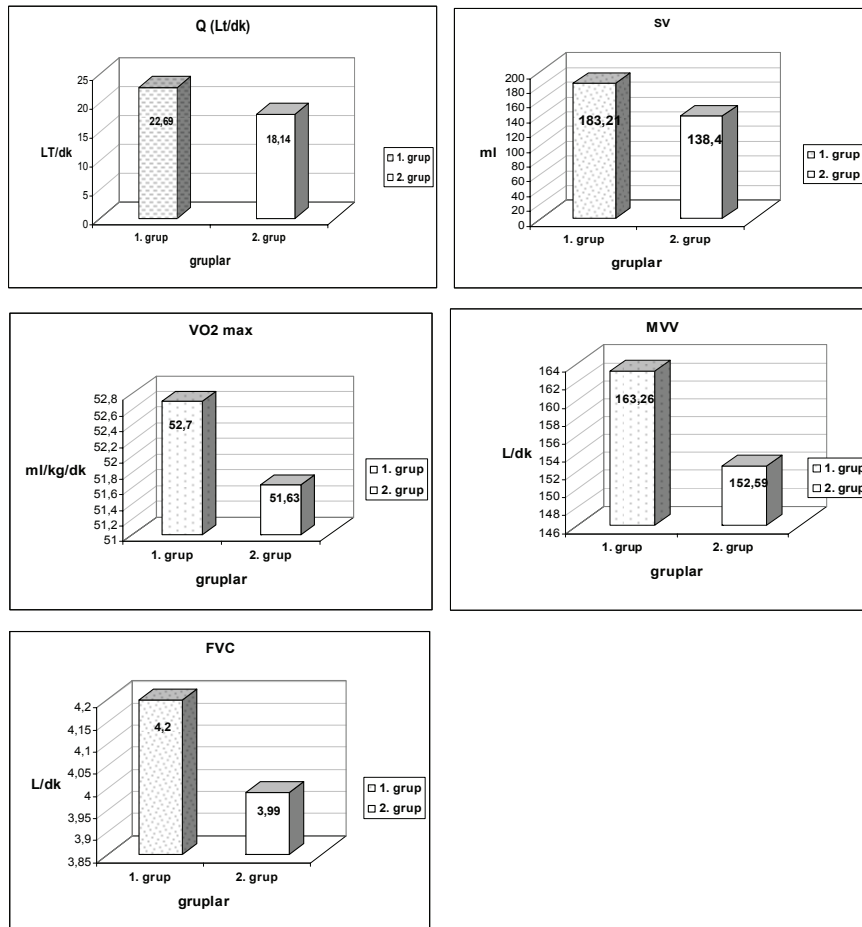
Değişkenler	1. grup (19 kişi)		2. grup (14 kişi)	
	X	SD	X	SD
Yaş (Yıl)	23.42 ± 2.24		22.07 ± 2.52	
Boy (cm)	171.15 ± 6.44		167.07 ± 7.77	
VA (kg)	64.15 ± 6.90		59.71 ± 10.63	
BKİ (kg/m ²)	21.87 ± 1.67		21.22 ± 2.17	
VYY (%)	14.10 ± 7.25		14.71 ± 4.43	

Tablo 2. Araştırma Grubunun VO₂max ve Q Ölçüm Sonuçları

Değişkenler	1. Grup (19 kişi)		2. grup (14 kişi)	
	X	SD	X	SD
TA (sistol) mmHg	117.31 ± 14.38		116.00 ± 17.01	
TA (diastol) mmHg	70.57 ± 6.70		73.50 ± 10.64	
Dinlenim KAH	74.05 ± 13.24		75.50 ± 7.82	
VO ₂ max (ml/kg/ dk)	52.70 ± 10.02		51.06 ± 7.19	
VO ₂ max' a ulaşma süresi (sn)	15.62 ± 1.63		15.24 ± 1.59	
Q (L/dk)	22.69 ± 7.84		18.14 ± 5.22	
SV (ml/vurum)	183.21 ± 73.34		138.40 ± 48.08	
Q KAH (vurum/dk)	127.71 ± 21.72		134.80 ± 26.99	

Tablo 3. Araştırma Grubunun Solunum Fonksiyon Testleri

Değişkenler	1. grup (19 kişi)		2. grup (14 kişi)	
	X	SD	X	SD
FVC (L)	4.20 ± 1.06		3.99 ± 0.99	
FVC %	91.73 ± 15.57		92.38 ± 11.99	
FEV1 (L)	3.98 ± 1.03		3.65 ± 0.61	
FEV1 %	97.67 ± 17.66		97.36 ± 9.18	
EVC (L)	4.68 ± 0.82		4.43 ± 1.07	
EVC %	98.25 ± 6.24		101.90 ± 10.21	
MVV (L/dk)	163.26 ± 34.85		152.59 ± 32.18	
MVV %	118.52 ± 15.95		116.09 ± 16.48	

Şekil 1: Araştırma Grubunun Q, SV, VO₂max, MVV ve FVC Değerleri**TARTIŞMA VE SONUÇ:**

Badminton diğer raket sporlarında olduğu gibi yüksek şiddetle seyrettiği için anaerobik, yaklaşık 30-45 dakika sürdüğü için de aerobik dayanıklılığı gerektiren bir spor dalıdır. Bu özelliklerinden dolayı badmintoncularda dayanıklılık parametrelerinden olan VO₂max ve Q sonuçlarının daha yüksek olması beklenir. Bu çalışma ile Üniversite badmintoncularının kardiopulmoner fonksiyonları ölçülüp, kontrol grubu ile karşılaştırılmış ve aradaki farka bakılmıştır.

Yaş, boy, VA ve BKİ açısından birbirine benzer olan grupların VYY'si de 14 bulunmuştur. Bu bize her iki grubun da yağ miktarının normal sınırlar içerisinde olduğunu, spor için elverişli bir vücut yapısına sahip olduklarını göstermektedir.

YAPRAK, Y., ASLAN, A., "Üniversite Badminton Takımı Oyuncularının Kalp Debisi, VO₂max ve Solunum Fonksiyon Testlerinin Karşılaştırılması"

Aerobik kapasitenin göstergelerinden biri olan VO₂max sonucunu incelediğimizde her iki grubun da yüksek değerlerde oksijen tüketimine sahip oldukları görülmektedir. Badmintoncularda 52.70 ml/kg/dk. olarak bulunan VO₂max değeri literatürdeki badmintoncuların ölçüm sonuçları ile de benzerlik göstermektedir. Dünyadaki bazı spor branşlarında elit sporcuların ölçümlerine baktığımızda badmintoncuların VO₂max değerinin 50-60 ml/kg/dk., uzun mesafe koşucularının ise 80-90 ml/kg/dk. arasında olduğu görülmektedir (4).

Faude ve arkadaşları (11), 12 milli badmintoncuda (8 bayan, 4 erkek) yaptıkları ölçümde VO₂max değerini bayanlarda 50.3 ml/kg/dk., erkeklerde 61.8 ml/kg/dk. olarak bulmuşlardır. Yaklaşık 45 dk. süren bir badminton maçında ralliler arasında veya şiddetli geçen oyunlarda hızlı toparlanma için iyi bir aerobik kapasitenin gerekli olduğu çalışmalarda vurgulanmaktadır (11).

Elit badminton oyuncularının maçları analiz edildiğinde topun oyunda kalma süresinin 6-8 saniye, oyunun durduğu sürelerin ise yaklaşık 15 saniye kadar sürdüğü, özellikle tekler kategorisinde ralliler arasında hızlı bir şekilde CP deposunun yenilenebilmesi için anaerobik alaktik enerji sisteminin de devreye girdiği rapor edilmiştir (1,12). Faude ve arkadaşları (11), hızlı bir şekilde devam eden badminton maçında kaslara oksijenin gönderilmesi için kalp atımının maksimal 169'a kadar çıktığını tesbit etmişlerdir. Yine maç esnasında Majumdar'ın (12), belirttiğine göre Faude ve arkadaşları, kan laktatını 1.9 mmol, kendisi ise 8-10.5 mmol arasında ölçmüşlerdir.

Badmintonu diğer spor dalları ile karşılaştırdığımızda; Sınırkavak ve arkadaşları (13), BESYO öğrencisi olup hentbol takımında oynayan erkeklerde ve bayanlarda VO₂max değerini 32 ve 30 ml/kg/dk., kayak kroscularında ise 39.7 ml/kg/dk. olarak bulmuşlardır. McArdle ise (4), VO₂max değerinin yine koşuculara 60-80 ml/kg/dk., sürat patencilerinde 54-76 ml/kg/dk., spor yapmayanlarda ise 38-44 ml/kg/dk. arasında olduğunu belirtmiştir.

Q sonuçlarına baktığımızda badmintoncuların Q'su ve SV'si badmintoncu olmayanlardan sırasıyla 4.4 L/dk. ve 45 ml/vurum daha fazla bulunmuştur. Fakat iki grubun ölçümleri arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir. SV'nin artması dayanıklılık antrenmanlarının olumlu bir etkisidir ve buna bağlı olarak da Q'da artış olmaktadır. Q'nun belirleyicilerinden biri olan KAH (Q KAH) badmintoncularda dakikada 7 vurum daha az bulunmuştur. Bu da bir maç süresinde daha az KAH ile kaslara aynı miktarda O₂'nin gönderileceğini, yani kalbin daha ekonomik kasılmasıyla, performansın daha uzun süre yapılabileceğini göstermektedir. Literatürde dinlenim SV değeri Üniversiteli koşuculara 116 ml., üniversiteli güreşçilerde 75 ml., dünya klasmanında yer alan koşuculara ve güreşçilerde sırasıyla 113 ml. ve 68 ml. ölçülmüştür. Yine egzersiz sırasında SV mitral darlığı olanlarda 50 ml., sedanterlerde 100 ml., sporcularda ise 160 ml. ölçülmüştür (4). Yaprak (14), 35-40 yaş arası sedanter bayanlarda egzersiz esnasında Q değerini 19.9 L/dk., SV değerini ise 123 ml. bulmuştur.

Solunum fonksiyon testlerinden FVC, FEV1, EVC sonuçları her iki grupta da benzerlik göstermektedir. Bu çalışmada solunum kaslarının kuvvetinin bir göstergesi olan MVV badmintoncularda 163, kontrol grubunda ise 152 L/dk. ölçülmüştür. MVV yaş ve vücut yüzeyine bağlı olarak değişmekte, maksimal egzersizde miktar %25 artmakta, obstruktif akciğer hastalığı olanlarda ise %40 azalmaktadır (15). MVV genç erkeklerde 140-180 L, genç bayanlarda 80-120 L, Amerikan kayak takımında ise ortalama 192 L ölçülmüştür (4). Bu çalışmada normal değerlerin üzerinde olan MVV sonuçları badmintoncularda dakikada 11 L daha fazla olmasına rağmen istatistiksel olarak bu fark anlamlı değildir.

Sonuç olarak; bu çalışma ile müfredatları gereği aldıkları uygulamalı derslerin BESYO öğrencilerinin aerobik kapasitelerini olumlu olarak etkilediği, buna ilave olarak 2-4 yıl süresince yapılan badminton antrenmanlarının ise aerobik dayanıklılığı anlamlı şekilde artırmadığı saptanmıştır. Bunun nedeni badminton sporunda anaerobik enerji sisteminin daha baskın olması ve antrenman süresinin aerobik kapasitede anlamlı artış yaptıracak yeterlilikte olmaması olabilir. Bu sonuçlar doğrultusunda antrenman sıklığının veya antrenman yaşının artmasına bağlı olarak Q, SV, VO₂max değerlerinde meydana gelen artışın daha da fazla olacağı söylenebilir.

KAYNAKLAR

1. **Cabello Manrique, D., Gonzalez-Badillo, J.J.**, "Analysis of the Characteristics of Competitive Badminton", Br J Sports Med. 37(1):62-6, 2003.
2. **Salman, M., Salman, S.**, Badminton. Ankara, 1994
3. **Cümsütoğlu M. R., Kale R.**, Uçan Tüytüp Badminton, Başak Ofset, İstanbul,1994.
4. **McArdle, W.D., Katch, F.I., Katch, V.L.**, Essentials of Exercise Physiology. 2. ed. Lippincott Williams & Wilkins, London, 2000.
5. **Wasserman, K., Hansen, J. E., Sue, D. Y., Casaburi, R., Whipp, B. S.**, Principles of Exercise Testing & Interpretation. 3. Edith, Lippincott Williams & Wilkins, New York, 1999.
6. **Vanhees, L., Defoor, J., Schepers, S.**, "Comparision of Cardiac Output Measurement by Two Automated Methods of CO₂ Rebreating." Med.& Sci. in Sports & Exer. 32 (5), 2000.
7. **Amonette, W.E. & Dupler, T.L.**, "The Effects of Respiratory Muscle Training on VO₂Max, The Ventilatory Threshold and Pulmonary Function". J Exerc Physiol. 5 (2), 48-55, 2002.
8. **Heyward, V. H.**, Advanced Assessment & Exercise Prescription. 2. Edith, Human Kinetics Books Champaign, Illinois, 1991.
9. **Guyton, A.C.**, Human Physiology and Mechanisms of Disease. 4. Edith. W. B. Saunders Company. London, 1987.
10. **Spirdusa, W.W.**, Physical Dimensions of Aging. Champaign: Human Kinetics. 1995.

11. **Faude, O., Meyer, T., Rosenberger, F., Fries, M., Huber, G., Kindermann, W.**, "Physiological Characteristics of Badminton Match Play", *European j. Applied Physiology*. 100:4, 479-485, 2007.
12. **Majumdar, P, Khanna, G.L., Malik, V.**, "Physiological Analysis to Quantify Training Load in Badminton", *Br J Sports Med*, 31:342–5, 1997.
13. **Sınırkavak, G., Dal, U., Çetinkaya, Ö.**, "Elit Sporcularda Vücut Kompozisyonu ile Maksimal Oksijen Kapasitesi Arasındaki İlişki", *C. Ü. Tıp Fakültesi Dergisi* 26 (4):171 – 176, 2004.
14. **Yaprak, Y.**, "Obez Bayanlarda Aerobik ve Kuvvet Çalışmasının Oksijen Kullanımına ve Kalp Debisine Etkileri", *Ankara Üniversitesi SPORMETRE Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, Cilt: 2, Sayı:2, 2004.
15. **Eston, R., Reilly, T.**, *Kinanthropometry and Exercise Physiology Laboratory Manual*. Melbourne: E & FN Span. 1996.