




Futbolcularda Anaerobik Güç Testinin Metabolik Etkilerinin İncelenmesi

Investigation of Metabolic Effects of Anaerobic Power Test in Football Players

Araştırma Makalesi / Research Article

-  Serdar ŞERARE¹
 Betül AKYOL²
 Ömer ŞENEL¹
 İdris Buğra ÇERİK³
 Meryem OTU⁴

¹ Gazi Üniversitesi, Spor Bilimleri Fakültesi,
ANKARA

² İnönü Üniversitesi, Spor Bilimleri
Fakültesi, MALATYA

³ Cumhuriyet Üniversitesi, Tıp Fakültesi,
SİVAS

⁴ Cumhuriyet Üniversitesi, Sağlık
Hizmetleri Uygulama ve Araştırma
Hastanesi, SİVAS

Sorumlu Yazar / Corresponding Author
Serdar ŞERARE
serdarserare@windowslive.com

Geliş Tarihi / Received : 01.03.2023
Kabul Tarihi / Accepted : 21.07.2023
Yayın Tarihi / Published : 30.10.2023

Etik Bilgilendirme / Ethical Statement
Bu araştırma, Gazi Üniversitesi Etik
Kurululu'nun 25.07.2022 tarih ve 2022-588
sayılı kararı ile etik açıdan uygun
bulunmuştur.

DOI: 10.53434/gbesbd.1228727

Öz

Bu çalışmanın amacı amatör futbolculara uygulanan anaerobik güç testinin metabolik etkilerini tespit etmektir. Çalışmaya yaş ortalamaları; 19,77±1,6 yıl olan, lig döneminde bulunan bölgesel amatör liginden (BAL) ve yerel amatör liginden (YAL) toplam 22 erkek futbolcu gönüllü olarak katılmıştır. Çalışmada anaerobik güç testi olarak wingate anaerobik güç testi (WanT) uygulanmıştır. Test öncesi (TÖ) dinlenik durumda iken ve test sonrası (TS) tüm katılımcıların sol kol dirsek venasından kan örnekleri alınmış ve solunum fonksiyonu testi (SFT) uygulanmıştır. WanT'in metabolik etkileri, TÖ ve TS elde edilen zorlu vital kapasite (FVC), zorlu ekspirasyon hacmi (FEV₁), laktik asit (LA), parsiyel oksijen basıncı (PO₂), parsiyel karbondioksit basıncı (PCO₂), plazma asit-baz dengesi (pH), bikarbonat (HCO₃⁻), oksihemoglobin (O₂Hb), karboksihemoglobin (COHb) ve oksijen saturasyonu (SO₂) düzeylerinin istatistiksel karşılaştırılmasıyla tespit edilmiştir. İstatistiksel analizleri SPSS 22.0 paket programında gerçekleştirilmiştir. Futbolcuların TÖ ve TS metabolik değişkenlerinin karşılaştırmaları bağımlı örneklem t testi ile, iki ayrı futbol ligi grubunun karşılaştırmaları için bağımsız örneklem t testi gerçekleştirilerek anlamlılık düzeyi (p<0.05) olarak kabul edilmiştir. Sonuç olarak 30 saniye süren WanT'in amatör futbolcuların FEV₁, LA ve PCO₂ düzeylerini anlamlı bir şekilde yükselttiği, COHb, HCO₃⁻ ve plazma pH seviyesini anlamlı bir şekilde düşürdüğü sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Wingate anaerobik güç testi, Solunum fonksiyonu testi, Metabolik parametreler, Futbolcular

Abstract

The aim of this study is to determine the metabolic effects of anaerobic power test applied to amateur football players. A total of 22 male football players (age: 19.77±1.6 years) were recruited voluntarily from the regional amateur league (RAL) and the local amateur league (LAL), participated in the study voluntarily. Wingate anaerobic power test (WanT) was used as anaerobic power test in the study. Blood samples were taken from the left arm elbow vein of all participants before the test (TB) at rest and after the test (TA), and pulmonary function test (PFT) was performed. Metabolic effects of WanT, TB and TA forced vital capacity (FVC), forced expiratory volume (FEV₁), lactic acid (LA), partial oxygen pressure (PO₂), partial carbon dioxide pressure (PCO₂), plasma acid-base balance (pH), bicarbonate (HCO₃⁻), oxyhaemoglobin (O₂Hb), carboxyhaemoglobin (COHb) and oxygen saturation (SO₂) levels were determined by statistical comparisons. Statistical analyses were performed in SPSS 22.0 package program. Paired sample t test was used for comparison of the metabolic variables of footballers' TB and TA and independent sample t-test was used for comparisons of two separate football league groups and the level of significance was accepted as p<0.05. As a result, it was concluded that WanT, which lasted for 30 seconds, significantly increased the FEV₁, LA and PCO₂ levels of amateur football players, and decreased COHb, HCO₃⁻ and plasma pH significantly.

Keywords: Wingate anaerobic power test, Respiratory function test, Metabolic parameters, Soccer players

Giriş

Futbol profesyonel ve amatör seviyede çeşitli liglerden oluşan, dünyada popülaritesi en yüksek spor branşlarından birisidir (Randers ve diğerleri, 2021). Bir futbol maçı sırasında 30 ila 40 sprint, 1200 den fazla öngörülemeyen aktivite değişiklikleri gerçekleşir (Mohr, Krstrup ve Bangsbo, 2003). Futbol aerobik ve anaerobik enerji sistemlerinin geçişli olarak kullanıldığı çok yönlü bir spor dalıdır (Wiewiorski, Wurm, Barg, Weber ve Valderrabano, 2016). Futbol maçı boyunca toplam enerji tüketiminin çoğunu aerobik enerji sisteminin karşıladığı bildirilmesine rağmen anaerobik enerji sistemini gerektiren çok sayıda yüksek şiddetli hareket gerçekleştirilir (Bangsbo, Mohr ve Krstrup, 2006). Özellikle futbol maçının kontratak ve baskı altındaki sonucu etkileyecek zamanlarında anaerobik performansa ihtiyaç duyulmaktadır (Özkan, Aşçı ve Açıkada, 2007). Günümüz futbolunda oynanan oyunun şiddetinin giderek artış göstermesine paralel olarak futbolcuların anaerobik güç ve performanslarının önemi de artış göstermektedir (Bangsbo ve Michalsic, 2002). Futbolcular için önemli bir parametre olan anaerobik performansı geliştirecek antrenmanların, şiddet ve yoğunluğunu belirleyebilmek için futbolcuların fiziksel ve fizyolojik sınırlarının iyi bilinmesi gerekmektedir. Elde edilen mevcut verilere dayandırılarak antrenmanların planlanması, anaerobik performansın gelişimine önemli katkı sağlayacaktır (Erkmen, Kaplan ve Taşkın, 2005).

Anaerobik güç, kısa süreli ve yüksek yoğunluklu bir harekette kişinin fosfojen sistemini kullanabilme yeteneği olarak bilinmektedir (Reiser, Maines, Eisenmann ve Wilkinson, 2002). Başarılı antrenman dönemi geçiren sporcular daha az fosfojen ve glikojen kullanarak daha düşük seviyede LA üretirler. Ayrıca kan ve kas LA seviyesini çabuk tolere edebilirler. Metabolik toleransın gelişmesi bikarbonat tamponlanma kapasitesinin yüksekliğine, Oksijen (O_2) borcunun çabuk ödenmesine ve LA'nın daha hızlı bastırılmasına neden olur (Astrand ve Rodahl, 1986). Antrenman düzeyi ile ilişkisi olan anaerobik performans (Özkan, Köylü ve Ersöz, 2010) anaerobik saha ve laboratuvar testleri ile ölçülebilmektedir.

Anaerobik performansın ölçülmesinde yaygın olarak kullanılan wingate anaerobik güç testi, yüksek güç değerlerine ulaşılması, egzersize geniş kas demetlerini dahil etmesi, kastaki alaktik ve anaerobik glikolizis hızının ölçülebilmesi gibi nedenlerle (Mc Ardle, Katch ve Katch, 2000) performans laboratuvarlarında sıklıkla kullanılmaktadır (Thomas ve diğerleri, 2002). Anaerobik güç testleri ile ATP fosfokreatin (ATP PCr) enerji sistemi miktarının tahmini, tükenme oranı, O_2 borcu, toparlanma alaktik asit kapasitesi hesaplanabilir ve ATP PCr tükenme hızı direkt ölçülebilir. Testlerin sonucunda veriler formülize edilerek anaerobik performans değerlendirilebileceği gibi kan ve solunum ölçümleri yapılarak da değerlendirilebilir (Mc Ardle, Katch ve Katch, 2000). Akciğerlere maksimum seviyede bir inspirasyonla alındıktan sonra maksimum seviyede ekspirasyonla çıkartılan hava zorlu vital kapasiteyi (FVC) (Singh, Chowdhary, Chhangani

ve Purohit, 2007) gösterir iken, ekspirasyonla ilk birinci saniyesinde çıkartılan hava miktarı zorlu ekspirasyon hacmini (FEV_1) gösterir. Efora bağlı olduklarından egzersiz için önemli parametrelerdir (Brusasco, Crapo ve Viegi, 2005). Egzersizde hücreler metabolizma için fazla O_2 'e ihtiyaç duymaya başladığında interstiyel sıvı PO_2 miktarı azalırken PCO_2 artar ve metabolik asidoz oluşur (Kaya, 1994). Metabolik asidozun oluşumuna paralel olarak LA oluşur ve yoğunluğu arttığında pH'nın düşmesiyle yorgunluk görülür (Çakmakçı, Aslan ve Çakmakçı, 2010). Plazmada taşınan HCO_3^- 'in LA ya yanıtı gerçekleştiğinde ise toparlanma gerçekleşir ve pH dengesi stabil edilir (Kaya, 1994). Kan ve kastan LA'nın uzaklaştırılması ve oksimiyoglobin (O_2Hb) depolarının yenilenmesi temel gereksinimler olup (Günay, Tamer ve Cicioğlu, 2006) çabuk ve daha kısa sürede toparlanması sporcuların rakiplerine karşı daha etkin performans sergilemesini sağlar (Bompa, 2003).

Günümüz futbolunda müsabakaların yoğunluğunda ve koşulan mesafedeki artış kaçınılmaz olmuştur. Bu nedenle futbol takımları performansı en iyi oyuncular ile müsabakalara çıkmak istemektedirler (Günay ve Yüce 2008). Profesyonel ya da amatör futbolda başarılı bir sezon gerçekleştirilmesi için antrenman planlaması da oldukça önemlidir (Göral ve Saygın, 2012). Futbolcuların aerobik ve anaerobik performanslarını istenilen seviye taşıyabilmek için öncelikle futbolcuların aerobik ve anaerobik kapasitelerinin tespit edilmesi ve bu verilere dayanarak antrenman planlaması yapılmalıdır (Akgün, 1992). Profesyonel ya da amatör lig antrenörleri uygulayacakları antrenman planlamalarını bilimsel çalışmalar ile desteklemelidir (Vanderford ve diğerleri, 2004). Futbol antrenörlerinin sporcularının anaerobik performanslarını değerlendirirken belirli aralıklarla uygulayacakları anaerobik güç testlerine verilen metabolik yanıtları bilmesi, bireysel ve takım performansını, ayrıca antrenman yükünü takip edebilmek açısından oldukça önemlidir. Sporcuların aerobik ve anaerobik kapasitelerini metabolik açıdan değerlendirebilmek için ise referans değerlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu kapsamda bu araştırmanın amacı, amatör futbolculara uygulanan anaerobik güç testinin metabolik etkilerini tespit etmektir. Bildiğimiz kadarıyla amatör futbolcularda anaerobik güç testinin kan ve solunum parametrelerine etkilerinin kapsamlı bir şekilde değerlendirildiği yeteri kadar çalışma yoktur.

Bu bilgiler doğrultusunda çalışmamızın hipotezleri şu şekildedir. Hipotez 1: Anaerobik güç testi amatör futbolcuların solunum parametrelerinden olan FVC düzeylerinde önemli derecede azalışa, FEV_1 düzeylerinde önemli derecede artışa neden olacaktır. Hipotez 2: Anaerobik güç testi amatör futbolcuların kan parametrelerinden olan LA, PCO_2 , COHb düzeylerinde önemli artışa, pH, HCO_3^- , PO_2 , SO_2 , O_2Hb düzeylerinde ise önemli azalışa neden olacaktır.

Yöntem

Deneysel Yaklaşım

Deneysel araştırma modeli olan çalışmamız Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Fiziksel Tıp Kardiyopulmoner ve Rehabilitasyon Üniversitesinde, kardiyoloji alanında uzman kişiler nezaretinde gerçekleştirilmiştir. Futbolcularda anaerobik güç testinin metabolik etkilerinin araştırıldığı çalışmada, anaerobik güç testi olarak WanT protokolü uygulanmıştır. Müsabaka döneminde bulunan amatör futbolcuların, bisiklet ergometresine alışmaları için testten önce en az iki kez üniversitemizi ziyaret etmeleri ve bisiklet ergometresi üzerinde yüksüz bir şekilde küçük sprintler gerçekleştirmeleri sağlanmıştır (Zwaag, Naaktgeboren, Van Herwaarden, Pickkers ve Kox, 2022).

Alıştırma günlerinden sonra katılımcılar antropometrik ölçümler ve anaerobik güç testleri için 1 gün arayla toplam 2 defa ünitemizi ziyaret etmişlerdir. Antropometrik ölçümler ve anaerobik güç testleri günün erken saatlerinde 8:00-10:00 saatleri arasında gerçekleştirilmiştir. Katılımcılardan testten 48 saat önce yoğun antrenman veya egzersizleri kesmeleri, kafein kullanımlarını minimuma indirmeleri, alkol almamaları (Ramos ve diğerleri, 2021) ve bu süreç içerisinde diyetlerinde majör değişiklikler yapmamaları istenmiştir (Hulston ve diğerleri, 2010). Müsabaka döneminde olan katılımcıların WanT öncesi dinlenik durumda iken ve WanT sonrası toparlanma gerçekleştirilmeden önce venöz kan örnekleri alınmış, devamında SFT uygulanmıştır. Kan ve solunum parametrelerinden elde edilen sayısal değerler istatistiksel olarak analiz edilmiştir.

Araştırma Grubu

Anaerobik güç her mevkideki futbolcu için gerekli olduğundan katılımcı futbolcular arasın da mevki ayrımı yapılmamıştır (Fang, Kim ve Choi, 2021). Çalışmaya BAL (n=11) ve YAL (n=11) futbol liglerinde futbol oynayan yaş ortalaması 19,77±1,68 yıl olan 22 erkek futbolcu, gönüllü katılım formunu okuyup imzaladıktan sonra katılmıştır. Profesyonel sporcu olmamak, bölgesel amatör ya da yerel amatör liglerde aralıksız en az 5 yıl aktif futbol yaşantısına devam etmek, en az 8 hafta ve haftada en az 3 gün futbola özgü antrenman yapmak dahil edilme kriterleri olarak kabul edilir iken, bu kriterlerin dışında kalınması hariç tutulma kriterleri olarak kabul edilmiştir.

Veri Toplama Araçları

Deneklerin boy ölçümleri duvara sabitlenmiş 1 mm hassasiyetinde F. Bosch Medizintechnik (Almanya) marka metal boy ölçerle, vücut ağırlık (VA) ölçümleri Felix Magro marka 100 gr. hassasiyetindeki tartı ile ölçülmüştür. Vücut kütle indeksi (VKİ) Dünya Sağlık Örgütü (WHO)'nün belirlemiş olduğu vücut ağırlığının, boy uzunluğunun karesine bölünmesi (kg/m^2) formülüyle hesaplanmıştır (Nuttall, 2015).

WanT testi: Kefeli bir Monark 824 E model (İsveç) bisiklet ergometresinde gerçekleştirilmiştir. Tüm deneklerin vücut ağırlıklarının her bir kg'ı için 75 gr/kg yük hesaplanarak WanT test ağırlığı için kullanıldı. Test öncesi denekler bisiklet ergometresi üzerinde 5 dakika hafif sprintlerle hazırlandıktan sonra ısınmada oluşacak yorgunluğu, kas ısısını ve kan akışını dengelemek için 2 dakika boşta pedal çevirerek ya da ergometre üzerinde oturarak dinlenmişlerdir. Hızlanma aşamasında mukavemetsiz en kısa zaman diliminde en yüksek pedal döngüsüne ulaşmaları istenmiştir. Katılımcılar bu seviyeye ulaştıklarında önceden hesaplanan vücut ağırlıklarının 75 gr/kg başına denk gelen ağırlık, görevli araştırmacı tarafından ergometrenin ağırlık askısına bırakılarak test başlatılmıştır. Denekler mukavemete karşı 30 saniyelik zaman diliminde supramaksimal pedal döngüsünde pedal çevirmişlerdir ve bu süre içerisinde sözlü olarak motive edilmişlerdir.

SFT testi: Solunum fonksiyonlarını ölçmek için Carefusion Jeager Masterscreen PFT System model (Almanya) Ergo spirometre cihazı kullanılmıştır. SFT, WanT öncesi ve WanT sonrası uygulanmıştır. WanT öncesi, katılımcılar ısınmaya başlamadan önce venöz kan örnekleri alındıktan hemen sonra uygulanmıştır. WanT sonrası ise WanT biter bitmez kan örneklerinin alınmasından hemen sonra tekrar uygulanmıştır. Spirometre ölçümlerinde deneklerin burunları kısaçıkla sıkıştırılarak sonuçlar maksimum inspirasyon'un ardından maksimum zorlayarak ekspresyonun üç defa gerçekleştirilmesi sonucunu en iyi değer veri olarak alındı. Litre/yüzde (L/%) ölçü birimi olarak kullanılmıştır.

Kan örnekleri. Tüm katılımcılardan WanT öncesi ısınmaya başlamadan SFT testinden önce ve WanT'tan hemen sonra yine SFT testinden önce olmak üzere toplam 2 kez kardiyoloji alanında uzman kişiler tarafından sol kol dirsek venasından (v. brachialis) usulüne uygun olarak 5ml'lik heparinli kuru enjektör ile kan örnekleri alındı. Kan ölçümlerinin daha sağlıklı ölçülebilmesi ve daha iyi sonuç alınabilmesi için çalışma günün erken saatlerinde ve denekler aç karnına yapıldı. Kan gazları analizi için ABL 800 cihazı, kullanıldı. Artan kanlar ependorf tüplerinde – 80 C° deki hastane soğuk tüp deposuna muhafaza altına alındı. PO₂ ve PCO₂ için milimetreciva (mmHg), LA ve HCO₃ için (mmol/L), SO₂ için (%), O₂Hb ve COHb için gram/litre (g/L), pH için (pH) ölçü birimi olarak kullanıldı.

Verilerin Analizi

Denek sayısının belirlenmesi için Akyol ve Serare (2018) anaerobik test sonrası aktif ve pasif toparlanma süreçleri ile ilgili yaptıkları çalışma referans alınmış olup, GPower 3.1 ile yapılan güç analizinde α 0,005 β 1- β = 0,80 alındığında doğru istatistiksel sonuçlara ulaşabilmek için her bir guruba en az 10 birey alınması gerektiğine karar verilmiş ve testin gücü $p=0,8346$ bulunmuştur. Verilerin normal dağılıp dağılmadığı shapiro wilk testi ile belirlenmiştir. Normal dağılım gösterdiği anlaşılan veriler için parametrik bir test uygulanması gerektiğine karar verilmiştir. Tüm katılımcıların test öncesi ve sonrası karşılaştırmaları bağımlı örneklem t testi ile gruplara arası farklılıklar ise bağımsız örneklem t testi ile belirlenmiştir. Yapılan istatistikler için SPSS

22 istatistik paket programı kullanılarak anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak kabul edilmiştir.

Etik Beyan

Çalışmaya Gazi Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kulunun 25.07.2022 tarih ve onay kararı alındıktan sonra başlanmıştır.

Bulgular

Katılımcıların yaş, boy, vücut ağırlığı ve vücut kütle indeksi değişkenlerinin tanımlayıcı istatistikleri: ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerleri Tablo 1'de, tüm katılımcıların test öncesi ve test sonrası solunum ve kan parametrelerinin karşılaştırmalarını içeren bağımlı örneklem t testi sonuçları Tablo 2'de, YAL ve BAL futbolcu grupları arasındaki solunum ve kan parametrelerinin karşılaştırmalarını içeren bağımsız örneklem t testi sonuçları Tablo 3'de verilmiştir.

Tablo 1. Futbolcuların demografik özelliklerinin tanımlanmasına ve karşılaştırılmasına ilişkin istatistiksel sonuçlar

	Lig	($\bar{X} \pm SS$)	t	p
Yaş (yıl)	Yerel	19,36± 0,92	1,14	0,266
	Bölgesel	20,18± 2,18		
Boy (cm)	Yerel	176,64± 6,87	1,60	0,123
	Bölgesel	180,91± 5,50		
VA (kg)	Yerel	70,81± 9,51	1,30	0,205
	Bölgesel	75,58± 7,42		
VKİ (kg/m ²)	Yerel	22,60± 2,23	0,53	0,597
	Bölgesel	23,10± 2,04		

VA: Vücut Ağırlığı, VKİ: Vücut Kütle İndeksi, * $p < 0,05$

Tablo 1 de BAL ve YAL gruplarından oluşan 22 futbolcunun demografik özellikleri açısından anlamlı bir fark saptanmamıştır.

Tablo 2. Wingate anaerobik güç testi öncesi ve sonrası futbolcuların solunum ve kan parametrelerinin ilişkin istatistiksel sonuçlar

Değişkenler	Ön test ($\bar{X} \pm SS$)	Son test ($\bar{X} \pm SS$)	t	p
FEV ₁ L/%	102,9±24,1	111,5±21,1	2,1	0,039*
FVC (L/%)	110,8±14,4	108,7±15,3	1,8	0,080
LA (mmol/L)	1,61±0,47	9,24±2,15	16,4	0,001*
pH	7,37±0,04	7,2±0,05	11,3	0,001*
PCO ₂ (mmHg)	45,43±5,5	52,7±10,0	4,2	0,001*
PO ₂ mmHg	42,1±11,8	46,3±18,9	1,4	0,175
HCO ₃ (mmol/L)	25,8±2,7	21,4±2,7	8,6	0,001*
SO ₂ (%)	65,5±17,5	60,3±22,2	1,4	0,158
O ₂ Hb (g/L)	63,8±16,9	59,1±21,7	1,37	0,184
COHb (g/L)	1,72±0,93	1,18±0,68	5,4	0,001*

FEV₁: Zorlu Ekspirasyon Hacmi, FVC: Zorlu Vital Kapasite, LA: Laktik Asit, PCO₂: Parsiyel Karbondioksit Basıncı, PO₂: Parsiyel Oksijen Basıncı, HCO₃: Bikarbonat, SO₂: Oksijen Saturasyonu, O₂Hb: Oksihemoglobin, COHb: Karboksihemoglobin, * $p < 0,05$.

Tablo 2 de BAL ve YAL 22 futbolcunun anaerobik test öncesine göre test sonrasında FEV₁, LA ve PCO₂, düzeylerinde anlamlı derecede artış saptanmış iken, pH, HCO₃ ve COHb düzeylerinde anlamlı derecede azalış saptanmıştır ($p < 0,005$).

Tablo 3. Wingate anaerobik güç testi öncesi ve sonrası yerel ve bölgesel lig oyuncuların solunum ve kan parametrelerinin karşılaştırılmasına ilişkin veriler

Değişkenler	Lig	Ön test ($\bar{X} \pm SS$)	t	p	Son test ($\bar{X} \pm SS$)	t	p
FEV ₁ (L/%)	YAL	111,09± 25,34	1,65	0,114	120,55 ± 20,22	2,18	0,041*
	BAL	94,72± 20,90			102,45 ± 18,65		
FVC (L/%)	YAL	116,82± 15,82	2,10	0,048*	115,18 ± 15,43	2,11	0,047*
	BAL	104,82± 10,40			102,36 ± 12,84		
LA (mmol/L)	YAL	1,23 ± 3,40	2,27	0,034*	8,62 ± 1,94	1,37	0,183
	BAL	1,82 ± 0,50			9,86 ± 2,26		
pH (pH)	YAL	7,38 ± 0,03	1,07	0,295	7,24 ± 0,05	1,02	0,320
	BAL	7,36 ± 0,04			7,22 ± 0,04		
PCO ₂ (mmHg)	YAL	45,32 ± 5,82	0,086	0,932	53,16± 11,79	0,195	0,847
	BAL	45,53± 5,56			52,30 ± 8,49		
PO ₂ (mmHg)	YAL	40,23± 10,08	0,744	0,465	47,87 ± 23,73	0,369	0,716
	BAL	44,04± 13,64			44,82 ± 13,67		
HCO ₃ (mmol/L)	YAL	26,35 ± 1,67	0,838	0,412	21,89 ± 2,93	0,828	0,418
	BAL	25,37 ± 3,50			20,91 ± 2,56		
SO ₂ (%)	YAL	64,74 ± 16,83	0,199	0,845	59,23 ± 26,57	0,229	0,821
	BAL	66,26 ± 18,95			61,46 ± 18,26		
O ₂ Hb (g/L)	YAL	63,12 ± 16,25	,198	0,845	58,06 ± 25,92	0,226	0,824
	BAL	64,59 ± 18,45			60,20 ± 17,93		
COHb (g/L)	YAL	1,67 ± 0,80	0,246	0,808	1,018 ± 0,58	1,13	0,270
	BAL	1,77 ± 1,08			1,34 ± 0,75		

YAL: Yerel Amatör Ligi, BAL: Bölgesel Amatör Ligi, FEV₁: Zorlu Ekspirasyon Hacmi, FVC: Zorlu Vital Kapasite, LA: Laktik Asit, PCO₂: Parsiyel Karbondioksit Basıncı, PO₂: Parsiyel Oksijen Basıncı, HCO₃: Bikarbonat, SO₂: Oksijen Saturasyonu, O₂Hb: Oksihemoglobin, COHb: Karboksihemoglobin, * $p < 0,05$.

Tablo 3'de WanT öncesi her iki futbolcu grubunun FEV₁ düzeyleri arasında anlamlı fark saptanmaz iken, test sonrası FEV₁ düzeyleri arasında YAL grubu açısından BAL grubuna göre anlamlı fark saptanmıştır ($p < 0,05$). FVC değerleri karşılaştırıldığında hem test öncesi hem de test sonrası YAL grubu açısından BAL grubuna göre anlamlı fark saptanmıştır ($p < 0,05$). WanT öncesi LA düzeyinde BAL grubu açısından YAL grubuna göre an-

lamli fark saptanmış iken ($p<0.05$), test sonrasında yapılan ölçümde LA düzeylerinde BAL ve YAL grupları arasında anlamlı fark saptanmamıştır. WanT öncesi ve sonrası ölçümlerde pH, PCO_2 , PO_2 , HCO_3^- , SO_2 , O_2Hb , COHb, düzeyleri açısından BAL ve YAL futbolcu gurupları arasında anlamlı fark saptanmamıştır.

Tartışma

Profesyonel ve amatör futbol müsabakaları analiz edildiğinde, sporcuların yüksek bir anaerobik güç ve performansla sahip olmaları gerektiği ifade edilebilir (Arı ve Apaydın, 2022). Takım ya da ferdi sporcular açısından anaerobik performansın geliştirilmesi için yapılan antrenman programları bilimsel veriler ışığında planlanmalı, sporcular değerlendirilir iken, fiziksel ve metabolik referanslara önem verilmelidir (Özer ve Kılınç, 2012). Buradan hareketle sunulan çalışmada amatör futbolculara uygulanan anaerobik güç testinin metabolik etkilerini tespit etmek amaçlanmıştır. Çalışma sonuçları anaerobik güç testinin amatör futbolcuların FEV_1 , LA ve PCO_2 düzeylerini anlamlı bir şekilde yükselttiğini, COHb, HCO_3^- ve plazma pH'ını ise anlamlı bir şekilde azalttığını ortaya koymuştur. Anaerobik güç testinin hipotez 1 de belirttiğimiz FEV_1 , düzeyini artıracığı yönündeki hipotezimiz doğrulanır iken, FVC düzeyini azaltacağı yönündeki hipotezimiz kısmen doğrulanmıştır. Anaerobik güç testinin hipotez 2 de belirttiğimiz LA, PCO_2 , düzeylerini artıracığı, pH ve HCO_3^- düzeylerini azaltacağı yönündeki hipotezimiz doğrulanır iken, SO_2 ve O_2Hb düzeyini azaltacağı hipotezimiz kısmen doğrulanmış, PO_2 , düzeyini azaltacağı ve COHb düzeyini artıracığı yönündeki hipotezimiz doğrulanmamıştır.

Düzenli ve linear bir şekilde artan antrenmanlar kişinin solunum hacmi ve frekansında belirgin bir değişiklik meydana getirmektedir (Soykan, Beyleroğlu, Kılıçarslan ve Bayındır, 2019). Vital kapasitenin artması antrenmanların yüklenmesiyle ilişkilidir (Prokop, 1983). Nitekim Leischik ve Dworrak (2014) direnç egzersizinin solunum kaslarını artırdığını, Campoi ve diğerleri (2019) futbol antrenmanının futbolcularda sedanterlere kıyasla daha fazla inspiratuar kas gücünü geliştirdiğini bildirmişlerdir. Ayrıca literatürde vital kapasiteyi yaşın ve vücut kütlelerinin etkilediği bildirilmiştir (Jensen, Secher, Fiskestrand, Cristensen ve Lund, 1984). Çalışmamızda 22 futbolcunun FVC düzeylerinde test öncesine göre test sonrasında düşüş görülmeyle anlamlı farklılık saptanmamıştır. BAL ve YAL futbolcularının FVC düzeyleri birbiri ile karşılaştırıldığında ise hem test öncesinde hem de test sonrasında YAL grubunun FVC düzeyi BAL grubuna göre anlamlı derecede yüksek olduğu saptanmıştır. Bunun nedeni net olarak ortaya konulamamakla bulgularımızı destekler nitelikte olan çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmaların birinde Göral (2014) amatör futbolcuların FVC düzeylerinin profesyonel futbolcuların FVC düzeylerine yakın olduğunu saptamıştır. Bulgularımızı destekleyen bir başka çalışmada Soykan ve diğerleri (2019) amatör futbolcuların antrenman dönemi yaptıkları ölçümlerde FVC ve FEV_1 düzeylerinin alan yazında bulunan profesyonel futbolcuların bulguları ile örtüşüğünü bildirmişlerdir. FVC düzeyindeki bulgularımızın aksine Albayrak, Kayserilioğlu, Dinçer, Kaşıkçıoğlu ve Ünal (2002) yaptıkları çalışmada profesyonel

futbolcuların amatörlere göre yaş, boy ve vücut ağırlıklarının daha yüksek olmasına paralel dinlenik durumda ölçülen FVC düzeylerini daha yüksek saptamışlardır. Ancak FEV_1 değerlerini daha düşük saptamışlardır. Bizim çalışmamızda 22 futbolcunun FEV_1 düzeyinin test öncesine göre test sonrasında anlamlı derecede yükseldiği saptanmıştır (FEV_1 (L/%) TÖ $102, \pm 24$ - TS $111,5 \pm 21$). Bu sonuç hipotezimizi doğrulamıştır. BAL ve YAL futbolcularının TS ölçülen FEV_1 düzeyleri birbiri ile karşılaştırıldığında, YAL futbolcuları açısından anlamlı derecede yüksek olduğu saptanmıştır. Albayrak ve diğerleri (2002) bulguları bizim bulgularımızı desteklemektedir. Albayrak ve diğerleri (2002) ayrıca popülasyonda % 84 üzerinde FEV_1 oranını iyi bir değer olduğunu bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda müsabaka döneminde bulunan 22 amatör futbolcunun TÖ ve TS FEV_1 düzeyleri Albayrak ve diğerleri (2002) de belirtilen % 84'lük oranla kıyaslandığında en düşük L/% 94,72 görülmesi, her iki grubunda oldukça iyi FEV_1 düzeylerine sahip olduklarını göstermektedir. Literatüre bakıldığında birbirine denk olmayan grupların FVC düzeylerinde benzer sonuçlar çıktığına rastlanmaktadır. Bununla beraber amatör futbolcularda anaerobik güç testinin solunumsal etkilerini değerlendirebilmek için elde ettiğimiz FEV_1 düzeyleri referans olabilir. Müsabaka döneminde bulunan BAL ve YAL grubunun FVC ve FEV_1 düzeylerinde oluşan bu farklılıklar, tam olarak ortaya konamasa da solunum parametrelerine etki eden antrenmanlara ayırdıkları sürelerden kaynaklanıyor olabilir.

Futbol müsabakalarında kısa süreli şiddetli koşuların maksimal LA kararlı denge şeklinde tekrar edebilmesi için futbolcuların iyi antrene edilerek, laktat toleransının gelişmiş olması gerekmektedir (Helgerud Engen, Wisloff ve Hoff, 2001). Dayanıklılık antrenmanları, laktat klirensini artırmakta, LA oluşumunu düşürmekte ve kas LA konsantrasyonunu azaltmaktadır (Dubouchaud, Butterfield, Wolfel, Bergman ve Brooks, 2000). İyi antrene edilmiş bir bireyde 7 mmol kan LA düzeyinde kararlı denge bildirilmiştir (Oyono ve diğerleri, 1990). İyi antrene olmuş sporcuların daha düşük seviyede LA ürettiği bilinir iken (Astrand ve Rodahl, 1986), LA değişkeninin anaerobik güç performansını belirlemede önemli parametre olduğu söylenebilir (LaFontaine, Londree ve Spath, 1981). Yaptığımız çalışmada 22 futbolcunun LA düzeyinin test öncesine göre test sonrasında anlamlı derecede yükseldiği saptanmıştır (LA (mmol/L) TÖ $1,61, \pm 0$, TS $9,24 \pm 2$). Elde edilen bulgular hipotezimizi doğrulamıştır. BAL ve YAL futbolcularının LA düzeyi birbiri ile karşılaştırıldığında ise BAL gurubunun test öncesi LA düzeyinin YAL gurubundan anlamlı derecede yüksek olduğu saptanır iken, test sonrasında anlamlı farklılık saptanmamıştır. Literatürde sedanter bireyler ile amatör ve profesyonel futbolcularda dinlenik olarak ortalama 2 mmol/L altında LA düzeyinin saptanması (Akyol ve Şerare, 2018; Andre ve diğerleri, 2020, Ünal, Ünal, Baltacı, Mogulkoç ve Kayserilioğlu, 2005), dinlenik durumda farklılıkların normal olduğunu göstermekle, anaerobik test sonrası BAL ve YAL futbolcularımızda anlamlı bir farkın saptanmaması antrenman düzeylerinin benzer düzeyde olduğunu göstermektedir. Andre ve diğerleri (2020) 27 amatör futbolcu ile yaptıkları çalışmada, WanT öncesi LA değerlerini 1. grupta 1.57 ± 0 , mmol/L, 2. grupta 1.84 ± 0

mmol/L, WanT sonrası 1. grupta 12.41 ± 0 mmol/L, 2. grupta ise 13.87 ± 0 mmol/L olarak saptamışlardır. Test öncesine göre test sonrasında LA düzeyinde önemli artış görülmekle bizim bulgularımızı desteklemektedir. Ayrıca LA düzeyinin test sonrasında bizim çalışmamızdaki BAL ve YAL gruplarına göre daha fazla artış gösterdiği görülmektedir. Yer zaman ve koşullar farklı olsa da WanT sonrası LA düzeyleri sonuçlarının daha fazla olması bizim çalışmamıza katılan BAL ve YAL gruplarının antrenman düzeyinin daha iyi olduğunu gösterebilir. Akyol ve Şerare (2018) ise aktif ve pasif toparlanma gurubu olarak ikiye ayırdığı 28 futbolcuya WanT uygulamışlardır. Aktif gurubun TÖ 1.31 ± 0 mmol/L olan LA düzeylerinin TS 8.17 ± 1 mmol/L'e yükseldiği, pasif gurubun TÖ 1.84 ± 0 mmol/L olan LA düzeyinin TS 8.85 ± 2 mmol/L'e yükseldiğini saptamışlardır. Akyol ve Şerarenin sonuçları bizim sonuçlarımıza benzerdir. Papaevangelou ve diğerleri (2012) 29 Profesyonel, 21 yaş altı (U21) ve 17 yaş altı (U17) yarı profesyonel olan 26 futbolcuya treadmillde artan yükte tükenene kadar egzersiz yaptırmışlar. TS LA düzeylerini profesyoneller 9.82 ± 1 mmol/L, U21 9.13 ± 1 mmol/L, U17 8.22 ± 2 mmol/L olarak saptamışlar. Her ne kadar test protokolü farklı olsa da elde ettikleri LA düzeyleri bizim çalışmamızı destekler niteliktedir. Dellal, Haas, Penas ve Camarı (2011) 20 profesyonel ve 20 amatör futbolcuya, futbola özgü 2ye 2, 3e 3 ve 4e 4 şeklinde serbest mücadele içeren sınırlandırılmış dar alan oyunları oynatmışlar ve oyundan 3 dakika sonra LA ölçümleri yapmışlardır. Yapılan sınırlandırılmış dar alan oyunlarında ergometredeki güç çıktısı ile başlangıçtaki kan laktat konsantrasyonu arasında orta seviyede ilişki saptamışlardır. Yapılan başka bir çalışmada ise bir futbol müsabakasında 4.0 mmol/L'den 12 mmol/L'a kadar değişen kan laktat düzeyleri saptanmıştır (Reilly, 1997). Yapılan çalışmaların dizaynı, ölçüm yöntemleri, deneklerin kondisyon seviyeleri, egzersizin tipi, yoğunluğu ve süresi farklı sonuçlara, yol açıyor (Aksu, Faruk, Turgay ve Dalip, 2008) olsa da literatürdeki çalışmaların sonuçları çalışmamızı destekler niteliktedir. Çalışmamızda futbolcuların TS kan LA düzeyinin 7 mmol/L üzerinde ölçülmesi literatür ile benzerlik göstermekle amatör futbol antrenörleri için referans olabilir.

Laktat ve hidrojen iyonuna katabolize olan LA'nın artışı, pH'ın düşmesine ve daha asidoz hale gelmesine neden olur. Vücut sıvı ve dokularının pH'ı makul bir aralıkta stabil etmesi için vücutta kimyasal tepkimelere yol açarak, CO₂ üretiminin artmasına sebep olur (Haynes, 2018). Çalışma gruplarımızın LA düzeylerindeki artışın tersine WanT sonrası pH seviyesi 7 pH oranının altına düşmesine de anlamlı derecede düştüğü saptanmıştır. Elde edilen bulgular anaerobik güç testinin pH düzeyinde düşüşlere neden olacağı hipotezimizi doğrulamıştır. BAL ve YAL futbolcularının pH düzeyleri karşılaştırıldığında ise aralarında anlamlı bir fark saptanmamıştır. Krstrup ve diğerleri (2005) Danimarka 4. lig müsabakasında futbolculardan maç öncesi, maç sonrası, ilk yarı ve ikinci yarının yoğun egzersiz dönemlerinden sonra kas (suyu) biyopsisi almışlar. Maç öncesinde kas pH düzeyi 7.24 ± 0.02 'ye ilk yarının yoğun egzersiz döneminde 6.96 ± 0.03 'a düştüğü, ikinci yarının yoğun egzersiz döneminde 7.07 ± 0 'a yükseldiği ve maç sonunda 7.17 ± 0 'a yükseldiğini saptamışlardır. Uzun

süren yoğun egzersiz dönemlerinde 7 pH altında düşebileceği görülmekle 30 saniye ile sınırlı olan anaerobik güç testinin pH düzeyini önemli derecede azaltacağı ancak 7 pH altında düşürmediği görülmektedir. Nitekim Zajac ve diğerleri (2020) 20 elit futbolcuyu takviye grubu ve plasebo grubu olarak ikiye ayırmışlar ve her iki gruba da 6×35 metre tekrarlı sprint yetenek testi uygulamışlar. Sonuç olarak plasebo grubun TÖ ve TS pH düzeylerinde anlamlı derecede bir fark saptaması her ne kadar farklı bir protokol olsa da bulgularımızı desteklemektedir.

Kasların O₂ tüketimi dinlenik durumda dakikada $9-12$ mililitre (ml) iken yoğun egzersiz esnasında bu değer $300-600$ ml ye çıkabilir (Scano, Grazzina, Stendardia ve Gigliottia, 2006). Egzersiz esnasında kan PCO₂ artar ve buna paralel olarak pH düşerken kasın ısısı yükselir. Yoğunluğu artan egzersizde ortalama pulmoner arter basıncında egzersizin başlangıç dakikalarından itibaren artış görülür, sonra kayda değer ölçüde azalma görülür (Lonsdorfer Wolf ve diğerleri, 2003). Egzersiz durumunda solunum sistemi inspirasyon O₂ volümünden çok, espirasyon CO₂ volümüyle ilişkilidir (Haouzi, 2006). Hemoglobinin O₂'e bağlanma yüzdesi saturasyonu (SO₂) düştüğünde CO₂ miktarı artar. Yoğun egzersizde SO₂ azaldığında dokuların akciğerlere CO₂ taşıma oranında artış görülür (Gökbel, 2012). Çalışmamızda 30 saniye süren WanT sonrası 22 futbolcunun SO₂ düzeyinde önemli derecede bir azalış saptanmamıştır. BAL ve YAL gruplarının test öncesi ve test sonrası SO₂ düzeyleri arasında ise anlamlı farklılık saptanmamıştır. Çalışmamız da 22 futbolcunun TÖ değerlerine oranla TS pH düzeylerinde anlamlı derecede azalma saptanır iken, PCO₂ düzeylerinin anlamlı derecede yükseldiği saptanmıştır (TÖ $45,43 \pm 5$ mmHg, TS $52,7 \pm 10$ mmHg). PO₂ düzeylerinde ise önemli fark saptanmamıştır. PCO₂ üzerine kurduğumuz hipotez doğrulanır iken, PO₂ üzerine kurduğumuz hipotez doğrulanmamıştır. PCO₂ ile pH arasında negatif yönlü bir ilişki olduğu görülmektedir. Aerobik ortamdaki anaerobik ortama geçildiğinde artan asidoz ortam PCO₂ artışına neden olur iken, pH düzeyini düşürmektedir. Maksimal düzeyde yapılan bir egzersizi değerlendirebilmek için önemli bir parametre olduğunu göstermektedir. Hussain, Smith, Medbak, Wood ve Whipp, (1996) WanT her gün egzersiz yapan 10 sağlıklı genç erkek katılımcının PCO₂ düzeylerinin anlamlı bir şekilde yükseldiği, PCO₂ düzeylerinin 30 dakikada sonra dahi başlangıç seviyesine dönmediğini bildirmişlerdir. Katılımcılar her ne kadar futbolcu olmasalar da WanT'in PO₂ düzeyini artırdığını göstermektedir. Anaerobik güç testinin aksine Gaeini, Kashef, Joudaki Nejad, Kazemi, (2010) yaş ortalamaları 17.66 ± 0 olan 27 erkek futbolcunun aerobik kapasitesini ölçmek için uyguladıkları Bruce protokolünün PCO₂ düzeylerinde azalmaya yol açtığını bildirmişlerdir. Ayrıca PCO₂ ile yüksek yoğunluklu aralıklı aktivitelerin performans yeteneği arasında anlamlı bir ilişki bulmuşlardır. Ortaya konulan bu durum maksimal seviyede yaptığımız WanT sonuçlarını desteklemekle PCO₂ düzeyini anaerobik egzersizin etkilediği ancak O₂'li ortamda artırımı olarak gerçekleştirilen tükenme egzersizlerinin artırmadığını işaret etmektedir. Egzersizde PCO₂ düzeylerindeki artışlar yorgunluk miktarlarını gösterir. PCO₂'deki yüksek düzeyler, kasların O₂ kullanımı ve atık madde üretiminin artışını işaret eder

(Abbasian, Golzar, Onvani ve Sargazi, 2012). BAL ve YAL futbolcularının PCO₂ ve PO₂ düzeyleri TÖ ve TS karşılaştırıldığında ise anlamlı fark saptanmamıştır. Bu sonuç antrenman düzeylerinin benzer olduğunu işaret etmekte olup antrenörler için referans olabilir.

LA birikiminin bir indeksi olarak CO₂ fazlalığının kullanılmasının arkasındaki mantık, doku pH'ında LA' nin ayrıştığı ve HCO³ ve diğer hücre tamponları tarafından H⁺ iyonu üretildiği varsayımına dayanmaktadır. HCO³ tarafından tamponlanan miktar karbonik asit üretimine yol açmakta, bu da karbonik asit ve CO₂'de ayrışmaktadır. Bu şekilde, aşırı CO₂ (CO₂ fazlası) üretilir ve normalde bir aerobik sistemden oluşan CO₂'nin üzerine eklenir (Angius ve diğerleri, 2013). Çalışmamız da anaerobik güç testi olarak WanT kullanılsa da anaerobik enerji sistemine katkısının daha çok olduğu belirtilen, geçerlilik ve güvenilirliği yapılmış olan maksimal anaerobik mekik koşusu testi gibi anaerobik saha testleri de kullanılmaktadır (Gharbi, Dardouri, Haj-Sassi, Chamari ve Souissi, 2015). Bu çalışmalardan birinde Marcello, Rampinini ve Bangsbo, (2009) fizyolojik tepkilerini araştırmak için benzer VO₂maks değerine sahip yaş ortalamaları 25 ± 4 yıl olan profesyonel (3.lig) ve yaş ortalamaları yaş 26±6 yıl olan amatör futbolculara 6x40 metre tekrarlı sprint testi uygulamışlar. Profesyonel futbolcuların amatörler göre daha yüksek HCO³ düzeylerine sahip olduklarını bildirmişlerdir (profesyonel 20.1±2 mmol/L, amatör 17.7±1 mmol/L). Bizim çalışmamızda pH düzeylerindeki düşüşe ve PCO₂ düzeylerindeki artışa paralel olarak 22 futbolcunun HCO³ düzeylerinin TS anlamlı derecede düştüğü saptanmıştır (TÖ 25,8±2 mmol/L - TS 21,4±2 mmol/L). Anaerobik güç testinin HCO³ düzeyini azaltacağı yönündeki hipotezimiz doğrulanmıştır. BAL ve YAL gruplarının HCO³ düzeyleri karşılaştırıldığında ise aralarında anlamlı bir fark saptanmamıştır. Her ne kadar uygulanan testler farklı olsa da bizim çalışmamızdaki BAL ve YAL gruplarının TS saptanan HCO³ düzeylerinin Marcello, Rampinini ve Bangsbo, (2009) da bulunan profesyonel ve amatör futbolcu gruplarından daha fazla HCO³ düzeyine ulaşılması, testimizin ve bulgularımızın doğruluğunu göstermekte olup amatör futbolcular için referans olabilir.

Egzersiz esnasında kaslara O₂ sağlanması açısından önem arz eden O₂Hb ile COHb düzeyleri üzerine yapılan çalışmalarda Nieman ve Pedersen (1999) egzersiz sonrası sedanter bireylerin hemoglobinin değerlerinde artış saptamışlar. Ünal (1998) sedanter erkek öğrencilerin anaerobik egzersiz sonrası hemoglobinin değerlerinde artış saptamışlar, yine İbiş, İbiş, Hazar ve Gökdemir (2010) yaş ortalamaları 21,6±1 yıl olan sedanter erkek bireylere uyguladıkları anaerobik test sonrası Hb düzeylerinde artış saptamışlardır. Bu sonuçların aksine bizim çalışmamızda 22 futbolcunun WanT öncesine göre WanT sonrası kan gazı O₂Hb düzeyinde azalma saptansa da bu azalma anlamlı derecede değildir. COHb düzeyinde ise anlamlı bir azalma saptanmıştır (COHb (g/L) TÖ 1,72± 0 – TS 1,18±0). BAL ve YAL futbolcularının O₂Hb ve COHb düzeyleri birbiri ile karşılaştırıldığında ise hem TÖ hem de TS anlamlı farklılık saptanmamıştır. Hemoglobinin düzeyi açısın-

dan çalışmamızı desteklemeyen 3 çalışmanın da katılımcı gruplarının sedanter bireylerden oluşması, sedanter bireylerde farklı etkilerinin olabileceğini göstermektedir. Sedanter bireylerin aksine Çevrim, Biçer, Karataş, Gürsul (2008) profesyonel ve amatör futbolculara antrenman öncesine göre antrenman sonrası yaptığı ölçümlerde Hb miktarlarında anlamlı farklılık saptanmış olmaları bulgularımızı destekler niteliktedir. Ayrıca Silva ve diğerleri (2008) yaş ortalamaları 22.75 olan 12 Brezilyalı profesyonel erkek futbolcuyu 12 haftalık hazırlık dönemi antrenmanına tabi tutmuşlardır. Altı haftalık antrenman sonrası Hb 15.28±0 g/L, on iki hafta sonra Hb 14.93±0 g/L olarak saptamışlar. Her ne kadar bizim çalışma protokolümüz anaerobik bir test olsa da hem Çevrim, Biçer, Karataş, Gürsul (2008) hem de Silva ve diğerleri (2008) profesyonel futbolcu gruplarının bulgularına benzemesi çalışmamızı desteklemekte ayrıca sedanter bireyler ile antrenmanlı sporcular arasında farklı etkilerin olduğunu göstermektedir.

Çalışmamızın bazı sınırlılıklar şunlardır: çalışmada BAL ve YAL gruplarımızın her ikisi de benzer tarihlerde futbola özgü hazırlık dönemi geçirseler de farklı antrenörler tarafından antrene edildiler. Dolayısıyla farklı antrenman yöntemlerine, yoğunluklarına ve sıklıklarına maruz kaldılar. Ayrıca her ne kadar WanT testine 48 saat kala yoğun egzersiz kesmeleri istense de yakın tarih de oynadıkları müsabakaların sporcular üzerindeki etkisi bilinmemektedir. Gelecekteki çalışmalarda tüm grupların aynı antrenman programlarına tabi tutulmalarına, benzer maksimal O₂ kullanım kapasitelerine (VO₂maks) sahip futbolcular üzerine çalışılmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada anaerobik güç testinin amatör futbolcularda oluşturacağı metabolik etkileri tespit etmek amaçlanmıştır. Ölçümlerimiz sonucunda anaerobik güç testi amatör futbolcuların FVC düzeylerini etkilememiş, FEV₁ düzeyini ise dinlenik durumuna göre önemli derecede artırmıştır. Müsabaka döneminde bulunan amatör futbolcuların anaerobik güç testine vereceği solunumsal yanıtları değerlendirebilmek için bulgularımız referans olabilir. Ancak iki farklı grubun anaerobik güç testi sonrası solunum parametrelerini karşılaştırabilmek için VO₂maks kapasitelerini belirleyen testler uygulanarak, benzer VO₂ maks grupları üzerine çalışılması daha doğru olabilir.

Egzersiz tipi, şiddeti, süresi, kullanılan yöntem, ölçüm zamanı, yaş, cinsiyet ve antrenman durumları yorgunluğun belirleyicisi olan metabolik parametreleri etkilediği bilinmekle, amatör futbolcuların dinlenik durumda 2 mmoL altındaki LA düzeyinin, 30 saniye süren bir anaerobik güç testi sonrası 7 mmoL üzerine çıkabileceği anlaşılmıştır. Sağlıklı bir amatör futbolcunun dinlenik durumda ölçülen ortalama 7.35 ve 7.45 aralığında bulunan pH düzeyini, anaerobik güç testinin önemli oranda düşüreceği saptansa da 7 pH düzeyinin altına inmeyeceği anlaşılmıştır. Ancak literatürde bir futbol maçının yoğun egzersiz döneminde 7 pH altına inebileceği bildirilmiştir. pH düzeyinin düşü-

şüne paralel olarak anaerobik güç testinin HCO³ düzeyini de etkileyerek önemli derecede düşüreceği, PCO₂ düzeyini önemli derecede yükselteceği, COHb düzeyini ise önemli derecede düşüreceği anlaşılmıştır. Futbolcuların anaerobik güç düzeylerini değerlendirmek için yaygın olarak LA düzeyindeki değişimler referans olarak kabul görmektedir. Ancak daha doğru ve kombine değerlendirme yapabilmek için LA değişkeninin yanı sıra pH, HCO³, PCO₂, COHb düzeylerindeki değişimlerde referans alınabilir. Gelecekteki çalışmalarda anaerobik egzersizin metabolik etkilerini daha net ortaya koyabilmek için WanT testinden daha uzun süren test protokolleri tercih edilebilir. WanT'a erişimin uzak olduğu sahalarda maksimal anaerobik mekik koşusu testi gibi anaerobik saha testleri de kullanılabilir. Ayrıca sonuçların daha net ve doğru bir şekilde ortaya konabilmesi için tüm futbolcu gruplarının aynı antrenman programlarına tabi tutulmasına ve benzer maksimal O₂ kullanım kapasitelerine (VO_{2maks}) sahip futbolcular üzerine çalışılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

Yazar notu

Cumhuriyet Üniversitesi Fiziksel Tıp, Kardiyopulmoner ve Rehabilitasyon Ünitesi personeli Levent DOĞAN'a ve Spor bilimleri öğrencisi Emirhan ÇELEBİ'ye teşekkür ederiz.

Finans Kaynakları

Bu çalışmanın hazırlanması ve yazımı sırasında kurum ve/veya kuruluşlardan herhangi bir maddi destek alınmamıştır.

Çıkar Çatışması

Bu araştırmanın yazarları arasında bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Yazar Katkıları

Araştırma Fikri: BA; Araştırma Tasarımı: BA, ÖŞ; Verilerin Toplanması: SŞ, İBÇ, MO; Verilerin Analizi: SŞ; Makale Yazımı: SŞ; Eleştirel İnceleme: ÖŞ, BA

Kaynaklar

1. **Abbasian, S., Golzar, S., Onvani, V. ve Sargazi, L.** (2012). The predict of rast test from want test in elite athletes. *Research Journal of Recent Sciences*, 2277, 2502.
2. **Akgün, N.** (1992). *Egzersiz fizyolojisi*. İzmir: Ege Üniversitesi Basımevi.
3. **Aksu, A. Ç., Faruk, Turgay F. ve Dalip, M.** (2008). Futbol antrenmanlarının laktat eşikleri ile laktat eliminasyonu üzerine etkileri. *Spor Hekimliği Dergisi*, (43), 141-149.
4. **Akyol, B. ve Şerare, S.** (2018). Investigation of blood hormone and respiratory parameters in active and passi ve tolerance period after anaerobic test in football players. *Journal of Education and Training Studies*, 6(9a), 61-89.
5. **Albayrak, S. Y., Kayserilioğlu, A., Dinçer, C., Kaşıkçıoğlu, E. ve Ünal, M.** (2002). Profesyonel ve amatör futbolcuların hematolojik ve solunum parametrelerinin karşılaştırılması. *İstanbul Tıp Fakültesi Mecmuası*, 65(1), 30-33.
6. **Andre, M. J. G., Martin, M. J, Innoncent, M. S., Georges, M. V., Bernard, P. T., Alphonse, M. ve Robert, M. J.** (2020). The effects

of aerobic capacity level on biochemical changes in response to anaerobic exercise and during post-exercise recovery in football players. *Journal Advances in Sport and Physical Education*, 3(9), 160-168.

7. **Angius, L., Cominu, M., Filippi, M., Piredda, C., Migliaccio, G. M., Pinna, M. ve Crisafulli, A.** (2013). Measurement of pulmonary gas exchange variables and lactic anaerobic capacity during field testing in elite indoor football players. *Journal Sports Med Phys Fitness*, 53(5), 461-469.
8. **Ari, E. ve Apaydın, N.** (2022). Amatör futbol oyuncularının anaerobik güç ve ivmelenme parametrelerinin bazı fiziksel özelliklere göre incelenmesi. *Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 11(3), 1191-1201.
9. **Astrand, P. O. ve Rodahl, K.** (1986). *Textbook of work physiology physiological bases of exercise* (3th ed). London: Mcraw Hill.
10. **Bangsbo, J., Mohr, M. ve Krstrup, P.** (2006). Physical and metabolic demands of training and match play in the elite football player. *Journal of Sports Sciences*, 24(07), 665-674.
11. **Bangsbo, J. ve Michalsic, L.** (2002) Assessment of the physiological capacity of elite soccer players. *Science and Football*, (4), 53-62.
12. **Bompa, T. O.** (2003). *Dönemleme antrenman kuramı ve yöntemi*. Ankara: Dumat Ofset.
13. **Brusasco, V., Crapo, R. ve Viegi, G.** (2005). American thoracic society; european respiratory society. Comin Together: The ATS/ERS consensus on clinical pulmonary function testing. *European Respiratory Journal*, (26), 1-2.
14. **Campo, H. G., Campo, E. G., Lopes, R. F. T., Alves S. A., Regueiro, E. M. G., Regalo, S. C. H., Taube, O. L. S., Silva, G. P., Verrı, E. D. ve Fabrın, S. C. V.** (2019). Effects of physical activity on aerobic capacity, pulmonary function and respiratory muscle strength of football athletes and sedentary individuals. Is there a correlation between these variables? *Journal of Physical Education and Sport*, 19(4), 2466-2471.
15. **Çakmakçı, O., Aslan, F. ve Çakmakçı, E.** (2010). Elit boksörlerde 12 haftalık antrenman uygulamasının asit baz dengesi üzerine etkisi. *Turk Journal Sports Medicine*, 45(12), 91-97.
16. **Çevrim, H., Biçer, Y., Karataş, Ö., Gürsul, C. ve Biçer Z.** (2008). Profesyonel ve amatör futbolcuların antrenman sonrası bazı kan parametrelerinin değerlendirilmesi. *Spor Hekimliği Dergisi*, (43), 17-24.
17. **Dellal, A., Haas, S. H., Penas, C. P. ve Camarı, K.** (2011). Small sided games in soccer: amateur vs. professional players, physiological responses, physical, and technical activities. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 25(9), 2371-2381.
18. **Dubouchaud, H., Butterfield, G. E., Wolfel, E. E., Bergman, B. C. ve Brooks, G. A.** (2000). Endurance training, expression, and physiology of LDH, MCT1, and MCT4 in human skeletal muscle. *American Journal Physiol Endocrinol Metabolism*, (278), 571-579.
19. **Fang, B., Kim, Y. ve Choi, M.** (2021). Effect of cycle-based high-intensity interval training and moderate to moderate-intensity continuous training in adolescent soccer players. *In Healthcare*, 9(12), 1628.
20. **Gaeini, A. A., Kashef, M., Joudaki, N. H. ve Kazemi, F.** (2010). The Relationship between blood buffer capacity and aerobic power with ability to perform high intensity intermittent activities in young football players. *Researcher in Sport Science Quarterly*, 1(1), 38-44.
21. **Gökbel, H.** (2012). Solunum sisteminin egzersize akut ve kronik uyumu. *Solunum Dergisi*, 14(1), 9-11.

22. Gharbi, Z., Dardouri, W., Haj-Sassi, R., Chamari, K. ve Souissi, N. (2015). Aerobic and anaerobic determinants of repeated sprint ability in team sports athletes. *Biology of Sport*, 32(3), 207-212.
23. Göral, K. ve Saygın, Ö. (2012). Birinci ligde yer alan bir futbol takımının sezon performansının incelenmesi. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*, 9(2), 1017-1031.
24. Göral, K. (2014). Futbolcularda maksimal aerobik güç, zorlu vital kapasite ve vücut kompozisyonu ilişkisinin incelenmesi. *Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 8(2), 173-179.
25. Günay, M., Tamer, K. ve Cicioğlu, İ. (2006). *Spor fizyolojisi ve performans ölçümü*. Ankara: Gazi Kitabevi.
26. Günay, M. ve Yüce, A. İ. (2008). *Futbol antrenmanının bilimsel temelleri*. Ankara: Gazi Kitabevi.
27. Haouzi, P. (2006). Theories on the nature of the coupling between ventilation and gas exchange during exercise. *Respir Physiol and Neurobiology*, (151), 267-279.
28. Haynes, J. M. (2018). Basic spirometry testing and interpretation for the primary care provider. *Canadian Journal of Respiratory Therapy*, 54(4), 92-98.
29. Helgerud, J., Engen, L. C., Wisloff, U. ve Hoff, J. (2001). Aerobic endurance training improves soccer performance. *Medicine Science Sports Exercise*, (33), 1925-1926.
30. Hulston, C. J., Venables, M. C., Mann, C. H., Martin, C., Philp, A., Baar, K. ve Jeukendrup, A. E. (2010). Training with low muscle glycogen enhances fat metabolism in well-trained cyclists. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 42(11), 2046-2055.
31. Hussain, S. T., Smith, R. E., Medbak, S., Wood, R. F. ve Whipp, B. J. (1996). Haemodynamic and metabolic responses of the lower limb after high intensity exercise in humans. *Experimental Physiology: Translation and Integration*, 81(2), 173-187.
32. İbiş, S., Hazar, S. ve Gökdemir, K. (2010). Aerobik ve anaerobik egzersizlerin hematolojik parametrelere akut etkisi. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*, 7(1), 71-81.
33. Jensen, K., Secher, N. H., Fiskestrand, A., Cristensen, N. J. ve Lund, J. O. (1984). Influence of body weight on physiologic variables measured during maximal dynamic exercise. *Acta Physiologica Scandinavica*, 121(3), 39.
34. Kaya, M. (1994). *Masajın egzersiz sonrası toparlanmaya etkisi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Ankara Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
35. Krusturup, P., Mohr, M., Steensberg, A., Bencke, J., Kjaer, M. ve Bangsbo, J. (2005). Muscle and blood metabolites during a soccer game: Implications for sprint performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38(6), 1165-1174.
36. LaFontaine, T. P., Londeree, B. R. ve Spath, W. K. (1981). The maximal steady state versus selected running events. *Medicine Science Sports Exercise*, (13), 190-193.
37. Leischik, R. ve Dworak, B. (2014). Ugly duckling or nosferatu? cardiac injury in endurance sport screening recommendations. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, 18(21), 3274-3290.
38. Lonsdorfer-Wolf, E., Richard, R., Doutreleau, S., Billat, V. L., Oswald-Mammosser, M. ve Lonsdorfer, J. (2003). Pulmonary hemodynamics during a strenuous intermittent exercise in healthy subjects. *Medicine Science Sports Exercise*, 1866-1874.
39. Marcello Iaia, F., Rampinini, E. ve Bangsbo, J. (2009). High intensity training in football. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, (4), 291-306.
40. McArdle, W. D., Katch, F. I. ve Katch, V. L. (2000). *Essentials of exercise physiology*. Philadelphia: Lippincott Williams
41. Mohr, M., Krusturup, P. ve Bangsbo, J. (2003). Match performance of high standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal Sports Science*, 21(7), 519-528.
42. Nuttall, F. Q. (2015). Body mass index: obesity, BMI, and health: a critical review. *Nutrition Today*, 50(3), 117-128.
43. Nieman, D. C. ve Pedersen, B. K. (1999). Exercise and immune function: recent development. *Sports Medicine*, (27), 73-80.
44. Oyono, E. S., Heitz, A., Marbach, J., Ott, C., Gartner, M., Pape, A., Vollmer, J. C. ve Freund, H. (1990). Blood lactate during constant-load exercise at aerobic and anaerobic thresholds. *European Journal of Applied Physiology*, (60), 321-330.
45. Özer, Ö. ve Kılınc, F. (2012). Elit ferdi ve takım sporcuların kuvvet, sürat ve esneklik performanslarının karşılaştırılması. *Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi*, 9(1), 360-371.
46. Özkan, A., Aşçı, A. ve Açıkada, C. (2007, November). Determination of the optimal load for the wingate anaerobic test. *4. International Mediterranean Sport Sciences kongresine sunulan bildiri*, Antalya.
47. Özkan, A., Köylü, Y. ve Ersöz, G. (2010). *Anaerobik performans ve ölçüm yöntemleri*. Ankara: Gazi Kitabevi Yayınevi.
48. Ünal, M. (1998). *Aerobik ve anaerobik akut/kronik egzersizlerin immün parametreler üzerine etkileri* (Doktora Tezi). İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
49. Papaevangelou, E., Metexas, T., Riganas, C., Mandroukas, A. ve Vamvakoudis, E. (2012). Evaluation of soccer performance in professional, semi-professional and amateur players of the same club. *Journal of Physical Education and Sport*, 12(3), 362-370.
50. Prokop, L. (1983). *Spor hekimliği, spor hekimliğine giriş*. İstanbul: Bayer Türk Kimya Sanayi Limited Şirketi.
51. Ramos, C., Cheng, A. J., Kamandulis, S., Subocius, A., Brazaitis, M., Venckunas, T. ve Chaillou, T. (2021). Carbohydrate restriction following strenuous glycogen-depleting exercise does not potentiate the acute molecular response associated with mitochondrial biogenesis in human skeletal muscle. *European Journal of Applied Physiology*, 121(4), 1219-1232.
52. Randers, M. B., Knudsen, N. S., Thomasen, M. M. D., Panduro, J., Larsen, M. N., Mohr, M., Milanovic, Z., Krusturup, P. ve Andersen, T. B. (2021). Danger zone assessment in small sided recreational football: providing data for consideration in relation to COVID-19 transmission. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, 7(1), e000911.
53. Rampinini, E., Sassi, A., Morelli, A., Mazzoni, S., Fanchini, M. ve Coutts, A. J. (2009). Repeated sprint ability in professional and amateur soccer players. *Applied Physiology Nutrition Metabolism*, 34(6), 1048-1054.
54. Reilly, T. (1997). Energetics of high-intensity exercise (soccer) with particular reference to fatigue. *Journal Sports Science*, 15(3), 257-263.
55. Reiser, R. F., Maines, J. M., Eisenmann, J. C. ve Wilkinson, J. G. (2002). Standing and seated wingate protocols in human cycling. A comparison of standard parameters. *European Journal of Applied Physiology*, (88), 152-157.
56. Scano, G., Grazzina, M., Stendardia, L. ve Gigliottia, F. (2006). Respiratory muscle energetics during exercise in healthy subjects and patients with copd. *Respiratory Medicine*, 100(11), 1896-1906.
57. Singh, S. K., Chowdhary, G. R., Chhangani, V. D. ve Purohit, G. (2007). Quantification of reduction in forced vital capacity of sand stone quarry workers. *International Journal of Environmental Public Health*, 4(4), 296-300.

58. **Silva A. S. R., Santhiago V., Papoti M. ve Gobatto, C. A.** (2008). Hematological parameters and anaerobic threshold in Brazilian soccer players throughout a training program. *International Journal of Laboratory Hematology*, 30(2), 158–166.
59. **Soykan, Ö., Beyleroğlu, M., Kılıçarslan, S. ve Bayındır, O.** (2019). Futbolda hazırlık dönemi antrenmanları solunum parametreleri üzerine etkisinin incelenmesi. *Niğde Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 13(2), 97-104.
60. **Thomas, C., Plowman, S. A. ve Looney, M. A.** (2002). Reliability and validity of the anaerobic speed test and the field anaerobic shuttle test for measuring anaerobic work capacity in soccer players. *Department of Kinesiology and Physical Education*, 6(3), 187-205.
61. **Ünal, M., Ünal, D. O., Baltacı, A. K., Moğulkoc, R. ve Kayserili-oğlu, A.** (2005). Investigation of serum leptin levels in professional male football players and healthy sedentary males. *Neuroendocrinology Letters*, 26(2), 148-151.
62. **Vanderford, M. L., Meyers, M. C., Skelly, W. A., Stewart, C. C. ve Hamilton, K. L.** (2004). Physiological and sport specific skill response of olympic youth soccer athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(2), 334-342.
63. **Wiewiorski, M., Wurm, M., Barg, A., Weber, M. ve Valderrabano, V.** (2016). Football/soccer. V. Valderrabano, M. Easley, (Eds.), *Foot and Ankle Sports Orthopaedics içinde (s. 459-465)*. Cham: Springer.
64. **Zajac, A., Golas, A., Chycki, J., Halz, M. ve Michalczyk, M. M.** (2020). The effects of long-term magnesium creatine chelate supplementation on repeated sprint ability (RAST) in elite soccer players. *Nutrients*, 12(10), 2961.
65. **Zwaag, J., Naaktgeboren, R., Van Herwaarden, A. E., Pickkers, P. ve Kox, M.** (2022). The effects of cold exposure training and a breathing exercise on the inflammatory response in humans: A pilot study. *Psychosomatic Medicine*, 84(4), 457-467.