T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ELİT BOKSÖRLERDE AKUT BESİNSEL NİTRAT TAKVİYESİNİN ANAEROBİK GÜÇ ÜZERİNE ETKİSİ

Ali TATLICI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BEDEN EĞİTİMİ ve SPOR ANABİLİM DALI

Danışman

Doç. Dr. Oktay ÇAKMAKÇI

KONYA – 2017

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ELİT BOKSÖRLERDE AKUT BESİNSEL NİTRAT TAKVİYESİNİN ANAEROBİK GÜÇ ÜZERİNE ETKİSİ

Ali TATLICI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BEDEN EĞİTİMİ ve SPOR ANABİLİM DALI

Danışman

Doç. Dr. Oktay ÇAKMAKÇI

Bu araştırma Selçuk Üniversitesi ÖYP koordinatörlüğü tarafından 2017-öyp-011 proje numarası ile desteklenmiştir.

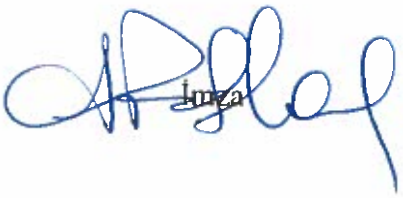
KONYA – 2017

S.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne

Ali TATLICI tarafından savunulan bu çalışma, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak oy birliği / oy çokluğu ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı : Doç.Dr. Süleyman PATLAR
Selçuk Üniversitesi-Spor Bilimleri
Antrenörlük Eğitimi A.B.D

İmza



Danışman :Doç.Dr.Oktay ÇAKMAKÇI
Selçuk Üniversitesi-Spor Bilimleri
Beden Eğitimi ve Spor A.B.D

İmza



Üye : Doç.Dr. Engin GEZER
Kafkas Üniversitesi-Sarıkamış BESYO
Beden Eğitimi ve Spor A.B.D

İmza



ONAY:

Bu tez, Selçuk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmenliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu ..... tarih ve ..... sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

İmza

Prof. Dr. Ender ERDOĞAN

ÖNSÖZ

Egzersiz fizyolojisi vücudun egzersize karşı nasıl yanıtlar verdiği ve bu egzersizlere nasıl uyum sağladığı çalışma alanı olarak tanımlanmaktadır. Bu çalışma alanın büyük bir bölümü egzersizin performans üzerine basit etkilerini açıklamak yerine, onun fizyolojik karakterini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Bu tanımlama hem yarışma sporcuları için hem de kendi sağlıkları için fiziksel aktivite yapanlar için geçerli olmaktadır. Sporun fiziksel ve psikolojik özelliklerini karşılamak için sporunun gerekli fiziksel ve metabolik gereklilikleri bilimsel kaynaklardan karşılanmalıdır.

Boks; birçok farklı bileşenin bir arada olduğu üst düzey performans gerektiren bir sportif branştır. Boks sporunun belirleyici ve sonuca en fazla etki eden anaerobik performansın gelişimi büyük önem arz etmektedir.

Yüksek lisans Tezi olarak hazırlanan çalışmamda bana yardımcı olan ve araştırmaya gönüllü denek olarak katılan başta Selçuk üniversitesi, spor bilimleri fakültesi boks takımında da mücadele eden milli boksörlere, ayrıca Arş. Gör. Abdil ARI, Arş. Gör. Sercan YILMAZ ve ölçümlere gönüllü destek olan fakültemiz lisans ve yüksek lisans öğrencilerine sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ ..... **ii**
SİMGELER ve KISALTMALAR ..... **iv**
ÖZET ..... **v**
SUMMARY ..... **vi**
1. GİRİŞ **1**
1. 1. Boks 2
1.1.1. Boks Sporunun Fiziksel ve Fizyolojik Özellikleri 3
1. 2. Enerji Kaynakları 6
1. 3. Enerji Sistemleri 6
1. 3. 1. Aerobik Enerji Sistemi 6
1. 3. 2. Anaerobik Enerji Sistemleri 7
1. 4. Ergojenik Yardımcılar 14
1.4.1. Mekanik veya Biyomekanik Yardımcılar 14
1.4.2. Farmakolojik Yardımlar 15
1.4.3. Fizyolojik Yardımlar 15
1.4.4. Psikolojik Yardımcılar 15
1.4.5. Besinsel Yardımcılar 16
1.4.6. Wingate Kol Ergometresi 20
2. GEREÇ ve YÖNTEM **22**
2.1. Yöntem 22
2.1.1. Kırmızı Pancar Köküsuyu 23
2.1.2. Boy Uzunluğu Ölçümleri 23
2.1.3. Vücut Ağırlığı Ölçümleri 24
2.1.4. Wingate El Anaerobik Güç ve Kapasite Testi 24
2.1.5. Kalp atım hızı 25
2.1.6. Laktat örneği alımı 25
2.1.7 İstatistiki Analiz 26
3. BULGULAR **27**
4. TARTIŞMA **31**
5. SONUÇ VE ÖNERİLER **35**
6. KAYNAKLAR **36**
7. EKLER **41**
8. ÖZGEÇMİŞ **43**

SİMGELER ve KISALTMALAR

ADP :Adenozin difosfat

AMP :Adenozin monofosfat

Asetil-KoA :Asetil koenzim A

ATP :Adenozin trifosfat

CO_2 :Karbondioksit

Dk :Dakika

H_2O :Su

HCO_3^- :Bikarbonat

KAH :Kalp atım hızı

Kg :Kilogram

LDH :Laktat dehidrogenaz

Ml :Mililitre

mMol **:**Milimol

N :Nitrat takviyeli ölçüm

NO :Nitrik oksit

NO_2^- **:**Nitrit

NO_3^- :Nitrat

P :Plasebo takviyeli ölçüm

PCr :Fosfokreatin

PKS :Pancar kökü suyu

S :Saniye

VO_2max :Maksimum oksijen alım miktarı

WAnT :Anaerobik Wingate testi

ÖZET

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Elit Boksörlerde Akut Besinsel Nitrat Takviyesinin Anaerobik Güç Üzerine Etkisi

Ali TATLICI

Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı

Araştırma; elit erkek boksörlerde akut besinsel nitrat (Kırmızı pancar kökü suyu) takviyesinin kol anaerobik güç parametreleri ve yorgunluk, toparlanma düzeylerine etkisi amacı ile yapılmıştır.

Çalışmaya; aktif olarak boks branşı ile uğraşan yaş ortalamaları 23±2,28 yıl, boy ortalamaları 174,83± 11 cm ve vücut ağırlığı ortalamaları 76,66± 19,37 kg olan elit düzeyde 8 erkek boksör gönüllü olarak katıldı. Araştırmada tek kör, çaprazlama yöntemine gore, deneklere akut olarak besinsel nitrat (Kg/ml,2ml) ya da plasebo verildi. Takviyenin ardından deneklerin kol anaerobik güç performanslarını tespit etmek için deneklere 30 saniye anaerobik Kol Wingate testi uygulandı. Wingate testi için modifiye edilmiş bilgisayara bağlı ve uyumlu bir yazılımla çalışan kefeli bir Monark 824 model (made in İsveç) el bisiklet ergometresi kullanıldı, 5 gün aradan sonra ilk alınan madde (besinsel nitrat ya da plasebo) değiştirilerek aynı test tekrar yapıldı. Testin öncesi ve sonrası yorgunluk ve toparlanma performansları kalp atım hızı ve laktat düzeyleri ölçülerek belirlendi.

Verilerin analizinde SPSS 22.0 paket programı kullanıldı. Deneklerin öntest ve sontest değerlerinin karşılaştırılmasında Nonparametric testlerden olan Wilcoxon T Testi, tekrarlı ölçümlerde ise Repeated Measures testi yapıldı. Önemlilik düzeyi $p<0,05$ olarak değerlendirildi.

Elde edilen bulgular incelendiğinde; yorgunluk ve toparlanma düzeylerinde önemli bir farklılığın olmadığı fakat ölçülen bütün anaerobik güç parametrelerinde nitrat takviyesi olan grubda plasebo olan gruba göre önemli ($p<0,05$) azalma tespit edildi.

Sonuç olarak; Elit boksörlerde yapılan akut besinsel nitrat takviyesinin yorgunluk ve toparlanma düzeylerinde önemli bir etki göstermediği bununla birlikte anaerobic güç düzeylerinde düşüşe sebep olduğu, dolayısı ile besinsel olarak takviye edilen nitrat' ın anaerobic güç gerektiren aktivite ve spor branşlarında en azından bu araştırma neticesinde önerilmemektedir.

Anahtar Kelimeler: Anaerobik güç, Kırmızı pancar kökü suyu, Nitrat, Toparlanma, Yorgunluk.

SUMMARY

T.R
SELCUK UNIVERSITY
HEALTH SCICENCES INSTITUDE

The Effects of Acute Dietary Nitrate Supplementation on Anaerobic Power of Elite Boxers

Ali TATLICI

Department of Physical Education and Sports

MASTER THESIS/KONYA-2017

The purpose of this study was to investigate the effects of acute dietary nitrate (red beetroot juice) supplementation on arm anaerobic power parameters, fatigue and recovery levels in elite male boxers.

Eight male boxers who actively engaged in the boxing branch participated as volunteers in the age range of 23 ± 2.28 years, 174.83 ± 11 cm in height average and 76.66 ± 19.37 kg in body weight. In the study, subjects were given acute dietary nitrate (red beetroot juice kg/ ml, 2ml) or placebo by single blind, cross-over method. Following the supplementation subjects were made 30-second arm Wingate anaerobic test to determine the subjects arm's anaerobic power. A Monark 824 model with a duck (made in Sweden) hand bike ergometer which is connected to a computer and working with compatible software was used for Wingate test. After 5 days, the same test was repeated by replacing the first item taken (dietary nitrate or placebo). Fatigue and recovery performance before and after the test was determined by measuring heart rate and lactate levels.

SPSS 22.0 package program was used to analyze the data. In the comparison of pretest and posttest values of subjects, two related samples from nonparametric tests Wilcoxon T test and Repeated Measures test for repeated measurements were performed. The significance level was evaluated as $p < 0.05$.

When the findings are examined; There was no significant difference in fatigue and recovery levels but significant decrease found in all measured anaerobic power parameters in nitrate supplementation group by placebo group ($p < 0,05$).

As a result; acute dietary nitrate supplementation in elite boxers had no significant effect on fatigue and recovery, in addition causing a decrease in anaerobic power levels therefore dietary nitrate is not recommended for activity and sports branches requiring anaerobic power, at least not on the basis of this research.

Keywords: Anaerobic Power, Fatigue, Nitrate, Recovery, Red beetroot juice.

1. GİRİŞ

Egzersizin fiziksel performansı geliştirdiği kavramı yeni değildir. Antik zamanlardan beri antrenörler atletlere rehberlik etmekteydiler. Başlangıçta, egzersizin ardındaki ilkeler büyük oranda sezgi ve geçmişte yapılanları örnek almaya dayanmaktaydı. Başarılı antrenörler sıklıkla sporun rehavetine kapılıp sporcuların performansında değişiklikler yaratmak için egzersiz yüklerini manipüle edebiliyorlardı. Ancak bilimsel yaklaşım daha da yaygınlaştıkça, antrenörler biyoloji ilkelerini anlamanın ve uygulamanın önemini, özellikle de doz ve tepki ilkesini anlamaya başlamışlardır. Ardından bu prensipleri anlayan ve uygulayan antrenörler rakiplerine göre bir avantaja sahip olduğunun farkına varmışlardır. Egzersize bilimsel yaklaşım, interval antrenman, döngüsel antrenman, dayanıklılık antrenmanı ve antrenman periyodlaması gibi ilkeleri ortaya koymuştur. Beslenme, biyomekanik ve psikoloji ilkelerinin uygulanması gibi performansı artırmak için başka stratejiler de kullanılmaktadır (Hausswirth ve Mujika 2013).

Egzersiz fizyolojisi, vücudun egzersize karşı nasıl yanıtlar verdiğini ve bu egzersizlere nasıl uyum sağladığını, çalışma alanı olarak tanımlanmaktadır. Bu çalışma alanın büyük bir bölümü egzersizin performans üzerine basit etkilerini açıklamak yerine, onun fizyolojik karakterini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Bu tanımlama hem yarışma sporcuları hem de kendi sağlıkları yararına fiziksel aktivite yapanlar için geçerli olmaktadır (Jones ve ark 2016).

Boks iki kişinin ayakta durarak yumruk atmasıyla gerçekleşen bir spor dalıdır (El-Ashker ve Nasr 2012). Boksta amaç sayı almaktır, alırken karşılığında gelen darbelerden kaçınmak için boksörlerin teknik-taktik anlamda kendilerini iyi geliştirmeleri bunun yanı sıra vücudun bu teknik-taktik becerileri yerine getirirken yetersiz kalmaması için fiziki performansında en üst seviyelere çıkartılması gerekmektedir. Günümüze kadar yapılan çalışmalar boks sporunda yüksek anaerobik eşiğin ve aerobik gücün başarılı olmak için gerekli bileşenler olduğunu belirtmişlerdir. Boksörlerin gerekli fiziksel özellikleri karşılamak için boks sporunun gerekli fiziksel ve metabolik gereklilikler bilimsel kaynaklardan karşılanmalıdır (Chaabène ve ark 2015).

1. 1. Boks

İnsanlar tarafından seçkin beceri (noble art) tarihsel olarak pugilizm diye adlandırılan boks insan kültürünün en eski dövüş sporlarından biridir. Uluslararası boks federasyonuna göre boksun ortaya çıkışının en eski kanıtları Mısırda ortaya çıkarılmıştır ve bu kanıtlar yaklaşık olarak M.Ö 3000 yıllarına dayanmaktadır. Ancak boksun kesin olmamakla birlikte M.Ö 6000 yıllarında ortaya çıktığı varsayılmaktadır. İlk amatör maç 1860 yılında yapılmıştır ve uluslararası boks federasyonu ise 1880 yılında Londra'da kurulmuştur (Jable 1989).

Amatör boksun resmi dünya organizasyonu olan Amatör Uluslararası Boks Kurumu (AIBA), 196 ulusal federasyonu bünyesinde barındırmaktadır**.** En çok bilinen AIBA müsabakaları olimpiyat oyunları ve dünya şampiyonasıdır. İlk olarak boks St. Louis 1904 olimpiyat oyunlarında yer almıştır ve 1920 yılından beri hiç kesilmeden olimpiyat oyunlarında yerini korumaya devam etmektedir (Chaabène ve ark 2015). Full kontak dövüş sporu olarak, amatör boksun amacı karşılığında yumruk almadan rakibine açık ve doğru bir yumruk atmayı başarmaktır (Guidetti ve ark 2002). Bir amatör boks maçında rakiplerin, eldivenin parmak eklemi alanı ile rakibin hedef alana doğru (yani, başa yandan veya önden ve kemerden üstü) yumruklarını kullanmaları için izin verilir. Bokstaki puanlama sistemi beş hakem tarafından analiz edilmektedir. Analiz kriterleri hedefe kaliteli darbe sayısı, yarışmanın hâkimiyeti, rekabet gücü, teknik ve taktik gibi unsurlardır (Chaabène ve ark 2015). Normal bir boks müsabakası acemiler için 3x2 dakika üzerinden, orta düzey boksörler için 4x2 dakika üzerinden devam ettirilirken open-klas boksörlerde, antrenörlerin anlaşmasına bağlı olarak 3x3 veya 4x2 dakika raunt üzerinden gerçekleşebilmektedir. Ancak yapılan literatür çalışmalarında elit boksörlerde en çok görünen 3x3 ve acemilerde ise 3x2 müsabaka formatıdır. Rauntlar arası dinlenmeler genellikle 1 dakika olmaktadır. Amatör boksta kazanan birden fazla yolla belirlenebilir. Bunlar; puanla, hakemin müsabakayı durdurmasıyla (RSC), zorunlu sayım sınırıyla, ciddi sakatlıklar kanamalarla, knock out (KO), hakemin ciddi baş yaralanmaları nedeniyle müsabakayı durdurmasıyla (RSCH) ve diskalifiye edilmesiyle. Olimpiyat yarışmasına ve Dünya Şampiyonasının yanı sıra, AIBA etkinlikleri, sporcuların seviyesine, cinsiyetine ve

ağırlık sınıfına göre bölgesel, ulusal ve uluslararası düzeyde düzenlenmektedir (Slimani ve ark 2017).

Amatör boksun, fiziksel ve fizyolojik profil bilgisinin geliştirilmesi için boks performansının gelişimi üzerine son 20 yıldır çalışmalar yapılmaktadır. Fitnes bileşenleri, kardiyovasküler dayanıklılık, kas gücü, kas dayanıklılığı, esneklik ve vücut kompozisyonu içermektedir. Beceri ile ilgili bileşenler arasında hız, çeviklik, güç, denge, koordinasyon ve tepki süresi bulunmaktadır. Çoğu mücadele sporu, teknik, kuvvet, aerobik uygunluk, güç ve hızın bir karışımını gerektirir. Genellikle dövüş sporlarında tek bir performans özelliği hâkim değildir. Nitekim fizyolojik yanıtlar, özellikle kalp atım hızı ve maksimum oksijen alım miktarı (VO_2max), alınan kan laktat değerleri sıklete ve rauntlara göre bile değişiklik göstermektedir (Slimani ve ark 2017).

Boks ayakta durularak yumruk atma hareketleriyle yapılan bir spordur ancak kickboks, Fransız boksu, muaythai gibi ayak veya bacak hareketlerinin olduğu sporlarla karıştırılmamalıdır (El-Ashker ve Nasr 2012, Chaabène ve ark 2015). Sayı almak, alırken karşılığında yumruktan kaçınmakta başarılı olmak için boksörlerin teknik-taktik anlamda kendilerini iyi geliştirmeleri bunun yanı sıra vücudun bu teknik-taktik becerileri yerine getirirken yetersiz kalmaması için fiziki performansında en üst seviyelere çıkartılması gerekmektedir. Günümüze kadar yapılan çalışmalar boks sporunda yüksek anaerobik eşiğin ve aerobik gücün başarılı olmak için gerekli bileşenler olduğunu belirtmişlerdir. Boks yüksek yoğunluklu hareketlerden oluşan rauntlar buna karşılık tam toparlanmanın gerçekleşemediği kısa aralardan oluşmaktadır. Bu bilgilere göre bir boksörün uygun bir şekilde antrene edilebilmesi için bir boks maçı metabolizmasının gerekliliklerinin bilimsel kaynaklardan elde edilmesi büyük bir önem arz etmektedir (Chaabène ve ark 2015).

1.1.1. Boks Sporunun Fiziksel ve Fizyolojik Özellikleri

Boksör 'ün vücut kompozisyonu

Boks ağırlık sınıfı bir dövüş sporu olduğundan dolayı boksörlerin vücut kompozisyonunu optimize etmek, üst düzey rekabet performansı için uygun olarak değerlendirilir. Çoğu boksör avantaj elde edebilmek için daha hafif, küçük ve zayıf

rakiplerle karşılaşabilmek amacı ile akut olarak kilo düşme gerçekleştirir (Bagchi ve ark 2013). Her maçtan önce, sporcular yağsız kütleyi en üst düzeye çıkararak ve vücut yağ miktarını en aza indirerek bir vücut kitle sınırına uymaya çalışırlar (Franchini ve ark 2012; Morton ve ark 2010). Amatör boksörler, yaşa uygun bireylerin vücut ağırlığının kilogramı başına genellikle daha güçlüdür. Ortalama vücut yağı yüzdesi aralığı, erkek ve bayan amatör boksörler için sırasıyla % 9-16 ve % 14-26 arasında değişir (Chaabène ve ark 2015).

Boks ve güç

Kas gücü yüksek miktarda kuvveti en kısa sürede üretebilme yeteneği olarak tanımlanabilir. Boks için gerekli olan yumruk atma eylemi en hızlı ve kuvvetli yani güçlü bir şekilde gerçekleşmesi gerekmektedir. Yumruk atmak çok hızlı ve kısa bir hareket olduğu için kullanılan enerji sistemi yüksek enerjili fosfat sistemidir (Piorkowski ve ark 2011).

Boks ve aerobik güç

Boks antrenmanları, egzersizleri veya karşılaşmalarında çok yüksek düzeyde eforlar sarf edilmektedir. Örnek vermek gerekirse 9 km hızla bir saat aralıksız koşmak neredeyse bir saatlik boks egzersizine eşittir (Siegel 2009). Bu yüzden kardiyovasküler dayanıklılık boks spor dalının fiziksel olarak önem arz eden bir parçasıdır. Bu içeriğe göre iyi geliştirilmiş aerobik dayanıklılık boksörlerin yoğun ve tekrar eden hareketlerine, toparlanma hızlarına, son raunda kadar boksörlerin dinç kalmalarına yardımcı olacaktır (Khannave ark 2006). Bilimsel çalışmalar treadmil veya bisiklet ergometresinde yapılan ölçümler sonucu boksörlerin ortalama VO_2max düzeylerinin erkekler için 49 ve 65 ml/kg/dk kadınlar için ise 44 ve 52 ml/kg/dk aralığında olduğunun bildirmektedirler (Chaabène ve ark 2015).

Boks ve anaerobik güç

Boks yapılış tarzı olarak aralıklı ve kısa süreli yüksek patlayıcı aktivitelerin daha düşük yoğunluklu aktivitelerin arasına serpiştirilmesidir. Yapılan aktivitenin dinlenmeye oranı vermek gerekirse 3:1 gibi bir oran verilebilir. 3 farklı boks müsabakası formatına göre yüklenme ve dinlenme oranı 3x3, 4x2, 3x2 dakika

sırayla 9:2, 8:3, 6:2 gibi oranlarla ifade edilebilir. Bu gibi yüklenme ve dinlenmenin olduğu hareketler iyi gelişmiş bir anaerobik performans gerektirmektedir (Davis ve ark 2014). Ghosh (2010) yaptığı derlemede birçok çalışmayı incelemiş ve sonuç olarak boks karşılaşmalarının aerobik ve anaerobik enerji sistemlerinden karşılandığını sonucuna varmıştır. Bu sonuca ise laktat birikimi ile VO_2max gibi parametrelerden ulaştığını vurgulamıştır. Günümüz boksörlerinin yüksek laktik asidi (14-15 mMol/L) tolera edebilecek düzeye gelmeleri gerektiğini ayrıca yüksek kalp atımına (190-200 atım/dk) karşı dayanıklı olmaları gerektiğini belirtmiştir.

30- saniye anaerobik güç Wingate testi adenosin trifosfat ve fosfokreatin (ATP-PCr) ve glikolitik sistemlerinin ölçümlerinde ve değerlendirilmesinde en yaygın olarak kullanılan ölçüm yöntemidir (Zupan ve ark 2009). Hubner-Wozniak (2006) boksörlerin anaerobik kapasitelerinin judo, tekvando, karate gibi dövüş sporcularından daha yüksek güreşçilerden de az miktarda düşük olduğunu belirtmiştir.

Kalp Atım Hızı (KAH)

Kalp, kanın dolaşım sistemi içinde sirkülasyonunun oluşmasını sağlayan kassal bir pompa görevi görür (Günay ve ark 2006).Kalp atım hızına kısaca nabız denilmektedir. Kalbin bir dakikadaki vuruş sayısı veya kalbin 1 dakika içersindeki sistol (kasılma) sayısının belirttiği gibi dakikadaki karıncık sistolüne ve aynı zamanda SA düğümünden çıkan uyarı sayısına eşittir (Günay ve ark 2008). Sürekli ve ritmik bir şekilde kasılarak insanın yaşamını devam ettirebilmesi organ ve dokuların ihtiyacı olan ve artık maddeleri gerekli sistemlere ulaştıran veya vücuttan atan bir pompadır. Normal bir insan kalbi istirahat halinde dk 70–80 atım dır. Bu atım sayısı bazı kimselerde 40 atım sayısına düşerken bazı kimselerde 100 atım sayısına kadar yükselir. Ayrıca bayanların erkeklere oranla10 atım daha fazla olduğu bildirilmiştir (Fox 1999). Astrand ve Rorahl'a göre kalıtım ve egzersiz sonucu yüksek oksijen tasıma kapasitesine sahip bir sporcu, yüksek bir atım volümü ve yavaş kalp atım sayısı ile karakterize olur. İstirahattaki düşük kalp atım sayısı kalp hastalıklarının meydana gelmediği durumlarda aerobik kapasitenin fazla olduğunun göstergesidir (Astrand ve ark 1986).

1. 2. Enerji Kaynakları

İnsan vücudu enerji üretirken birden fazla kaynaktan yararlanmaktadır. Bu kaynaklar; ATP, kreatin fosfat, karbonhidratlar, yağlar ve proteinlerdir. ATP olarak adlandırılan molekül vücudumuzda çok az miktarda depo halde bulunmaktadır. ATP'lerin yanı sıra kreatin fosfatlar da ATP gibi kısa sürede enerji sağlamak için vücudumuzda depo edilmektedirler. Karbonhidratlar ve yağlar vücudumuzda enerjinin daha uzun süre üretilmesi için temel olarak bulunan maddelerdir. Proteinler ise vücudumuzda enerji üretimi için depo edilen maddeler değillerdir ancak bazı vücut proteinleri katabolize edilerek enerji kaynağına dönüşebilirler. Her ne kadar vücudumuzda enerji ortaya çıkarabilmek için çeşitli kaynaklar bulunsa da bu kaynaklar direk olarak enerjiye dönüşemezler önce ATP formatını alıp ardından enerji açığa çıkarabilirler(Smolin ve Grosvenor 2009). ATP üretimi ADP molekülünün kreatin fosfat ile etkileşime girmesiyle, anaerobik ve aerobik sistemlerin sonucunda meydana gelir.

- Aerobik sistem
- ATP-CP veya fosfojen sistemi
- Laktik asit veya anaerobik glikoliz sistemi

1. 3. Enerji Sistemleri

1. 3. 1. Aerobik Enerji Sistemi

Aerobik enerji sistem, karbonhidratlar, yağlar ve proteinlerin oksijen yardımı ile yanarak CO_2 (karbondioksit) ve H2O'ya (su) kadar parçalandıkları sistemdir. Bu enerji sistemi diğerlerine göre daha karmaşık bir enerji sistemidir. Vücudun enerjiyi üretmek için oksijen yardımı ile substratları parçaladığı sürece hücresel solunum adı verilir. Hücrenin sitoplazmasında ATP'nin anaerobik olarak üretilmesinin tersine, ATP'nin oksidatif üretimi, mitokondri adı verilen özel hücre organelleri içerisinde gerçekleşir. Kaslardaki bunlar myofibrillere bitişiktir ve sarkoplazma boyunca dağılmıştır. Kaslar, sürekli olarak uzun süreli faaliyet sırasında gerekli gücü üretmek için devamlı bir enerji ihtiyacı içerisindedirler. Anaerobik ATP üretiminin aksine, oksidatif sistemin çalışması yavaş; fakat enerji

üretim kapasitesi çok daha büyüktür, bu nedenle dayanıklılık faaliyetleri sırasında aerobik metabolizma birincil enerji üretimi metodudur. Aktif kaslara oksijen sağlamak için kardiyovasküler ve solunum sistemleri büyük önem arz etmektedir. Oksidatif enerji üretimi karbonhidratlardan (Glikoliz ile başlanarak) veya yağlardan elde edilebilir (Plowman ve Smith 2013). 1 mol glikojenden 39 mol ATP üretilirken, 1 mol palmitik asitten (1 karbonlu serbest yağ asidi) 129-131 mol ATP üretilebilir (Selçuk 2014).

1. 3. 2. Anaerobik Enerji Sistemleri

Fosfojen sistemi

ATP (adenozin trifosfat) olarak adlandırılan molekül yapısı, kas kasılması için gerekli olan enerji ihtiyacını kimyasal bir yolla elde ederek nefes alma, kan dolaşımı, vücut atıklarını elemine etme, vücut ısısını dengede tutma gibi yaşamsal faaliyetlerimizi sürdürmemizde temel bir rol oynamaktadır. ATP aynı zamanda kas kasılmasında gerekli olan enerji kaynağını sağlayarak yürümek, koşmak, ağırlık kaldırmak, sıçramak yumruk atmak, darbelerden korunmak gibi iskelet kaslarının kullanıldığı faaliyetlerde de görev almaktadır (Smolin ve Grosvenor 2009)

ATP adenin ve ribozun, her biri fosfor ve oksijen atomlarından oluşan 3 fosfata bağlanmasıyla oluşmaktadır. Bağların hidroliz sırasında önemli derecede enerji ortaya çıkarmasından dolayı fosfatları birbirine bağlayan 2 bağa yüksek enerjili bağ denmektedir. Bağların hidrolize olmasını sağlayan ATPaz enzimidir ve bir bağın hidrolize olmasından sonra geri kalan 2 fosfat nedeniyle yapı ADP adını almaktadır (Luzi 2012).

Vücut sadece ATP molekülü'nü enerji yapımında kullanabilme yeteneğine sahip olmasına rağmen bir insan vücudu dinlenim durumunda sadece ortalama 6 $mmol.kg^{-1}$ ATP'yi depo halde muhafaza edebilmektedir. Bu ATP deposu maksimal bir işin başlatılması için yeterli olsa dahi işin ortalama 3 saniyeden fazla yapılmasına olanak sağlayamamaktadır. Normal bir insan vücudu günde ortalama 40 kg değerinde, bir sporcu ise ortalama 70 kg değerinde ATP'yi hidrolize etmekte ve tekrardan sentezlemektedir. Hidrolize oranı maksimal bir egzersiz sırasında 0.5 $kg \cdot dk^{-1}$ seviyelerine kadar çıkabilmektedir. ADP ye dönüşen moleküllerin ATP formatını yeniden alabilmesi için kullanılan 3 yol bulunmaktadır. Bunlar; ADP

molekülünün kreatin fosfat ile etkileşime girmesiyle, hücre sitoplazmasında anaerobik solunum yoluyla ve son olarak hücre mitokondrisinde aerobik solunum yoluyladır (Plowman ve Smith 2013).

ATP depolarının sınırlı olmasından dolayı hareket devamlılığının sağlanması için devreye giren bir diğer molekül ise kreatin fosfattır (PCr). Kreatin fosfat anaerobik olarak bölünebilen yüksek enerjili fosfat bağına sahiptir. ATP ve PCr benzer özelliklere sahip iki moleküldür. PCr kreatinkinaz olarak bilinen enzim tarafından katelize edilerek ADP'nin tekrardan ATP haline gelmesine yardımcı olur. Sayısal olarak bir kg kasta ortalama PCr oranı 15 mmol kadardır (Whyte ve ark 2006).

Yüksek şiddetli bir egzersiz sırasında ADP'nin yükselmesiyle birlikte PCr hidrolize edilerek ATP dönüşümleri tamamlanır. PCr'den maximum ATP resentezi saniyede kilogram başına 2,6mmol'dür (Plowman ve Smith 2013). PCr hidroliz işlemi hareketin ortalama 10 saniye kadar devam etmesine yardımcı olur ve oksijene gereksinim duymaz. Maksimal yüklenmenin 10 saniyeyi aşması durumunda daha yavaş katabolize metabolizmaları kullanılmaktadır (Abernethy 2013). Schoenfeld (2016) kısa süreli (<15 tekrar) yüksek yoğunluklu yüklenmelerin (1 RM' nin >%85) başlıca ATP-PC sisteminden karşılandığını ve çok az bir kısmının hızlı anaerobik glikolizden karşılandığını belirtmiştir.

Adenilat kinaz (miyokinaz) olarak adlandırılan bir diğer enzim kreatin kinaz gibi çalışır görevi iki adet ADP molekülünü tekrardan bir ATP ve bir AMP molekülüne dönüştürerek ATP kaynağı için devamlılık sağlamaktır.

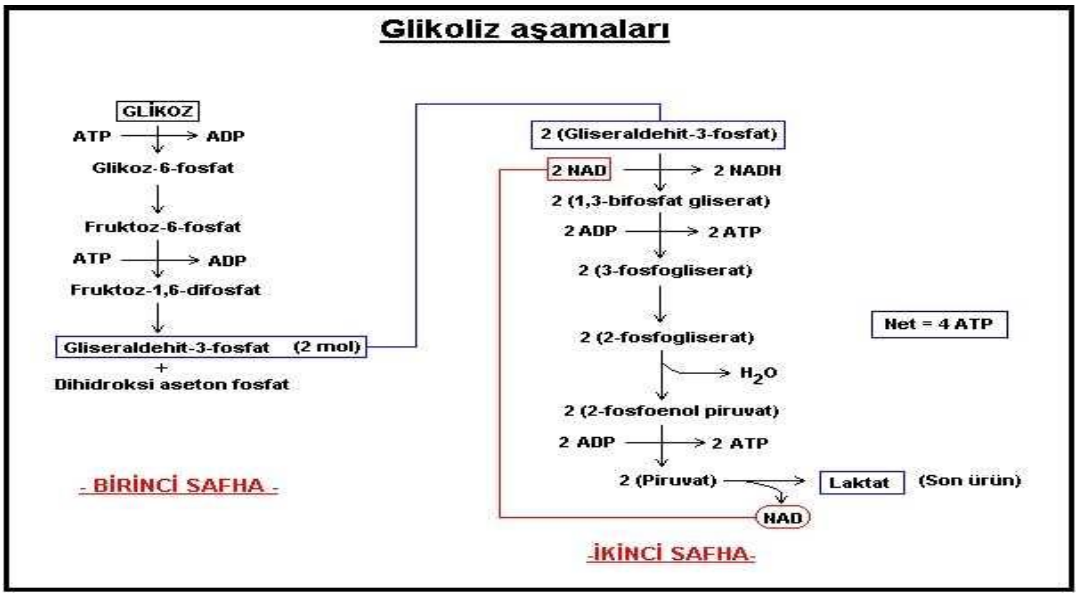
2 ADP← Adenilat kinaz →ATP+AMP (Johnson 2007).

Anaerobik glikoliz

Anaerobik glikoliz ya da diğer bir adıyla glikolitik enerji sistemi olarak da adlandırılan sistem oksijen kullanmaksızın 6-60 saniye arasındaki maksimal yüklenmelerde enerji üretimini dominant olarak sağlayan sistemdir (Tanner ve Gore 2013). Biyokimyasal olarak: anaerobik glikoliz ATP resentezi için 10-11 enzimatik kimyasal reaksiyon tarafından kontrol edilerek kas glikojeni ya da glikozun katabolize edilmesinden oluşan bir süreçtir. Glikoliz insanın bütün

dokularında oluşabilen enerji üretimi için gerekli bir mekanizmadır. Glikoz ise bu mekanizma için özel bir yapıdır çünkü neredeyse bütün şekerler glikoz molekülüne dönüşebilmektedir. Glikoz kandaki tüm şeker sirkülasyonunun %99'una tekabül etmektedir. Kan glikozu karbonhidratların sindirilmesi veya karaciğerde glikojenlerin yıkılmasından elde edilmektedirler. Glikojen ise glikozun sentezlenmesinden meydana gelmekte ve ihtiyaç duyulana kadar karaciğer veya kaslarda depo edilmektedir (Kenney ve ark 2015). Depo edilen glikojen miktarı insan vücudunda, kaslarda yaklaşık 300 gram iken karaciğerde 150 gram olarak bulunmaktadır (Birch ve ark 2004).

Kimyasal olarak anaerobik glikoliz işlemi hücrenin sitoplazması içinde sitozolde gerçekleşmekte olup her adımda görev alan enzimler sitoplazmanın içinde serbest halde bulunmaktadırlar (Haff ve Triplett 2015). Anaerobik glikoliz başlangıcında yakıt glikoz ise bir fosfat harcanarak glikoz 6-fosfat elde edilmektedir. Yakıt başlangıçta glikojen ise fosfat harcanmasına gerek kalmamaktadır. Glikoliz esnasıda ikinci fosfat kaybının yaşandığı basamak fruktoz-6-fosfatın, fruktoz-1,6-difosfata dönüştüğü üçüncü basamaktır ve bu basamaktan sonra fosfat kaybı yaşanmamaktadır. Yedinci basamakta ve onuncu basamakta toplamda 4 ATP sentezlenmiş olur. Ancak kazanılan ATP başlangıçtaki yakıta bağlı olarak 2 ya da 3 ATP'dir (Hale 2005). Ortaya çıkan prüvik asitin kaderi ortamın oksijen yoğunluğuna, bulunduğu hücrenin mitokondri seviyesine bağlı olarak, ya dehidrojenez enzimi ile laktata çevrilir ya da asetilkoenzima'ya dönüştürülerek akabinde kreps döngüsüne girmek kaydıyla oksidatif yollarla daha fazla enerji üretimi sağlamış olur (Draper ve Hodgson 2008).



Şekil 1.1. Glikoliz Aşamaları

Anaerobik glikoliz ne kadar ATP-PCr sistemi kadar hızlı enerji ortaya çıkaramasa da 90 saniyeye kadar süren yüksek şiddetli maksimal egzersizlerde aerobik enerji yolundan daha hızlı ATP sentezlemektedir (Abernethy 2013). Schoenfeld (2016) yoğun 15 tekrar ve fazlası setlerin 45 saniye veya daha fazla sürebileceğini ve enerji kaynağının ağırlıklı olarak hızlı anaerobik glikoliz tarafından karşılanacağını belirtmiştir. Bu sistemin kullanımı maksimal yüklenmelerde dinlenim durumuna göre 100 kat daha fazla olabilmektedir. Ancak bu oran pH seviyesinin düşmesiyle kademeli olarak azalacaktır (Gastin 2001). Bu mekanizma bize bir 100 metre sprint koşucusunun hareketlerinin yarışın son metrelerine doğru neden yavaşlama eğiliminde olduğunu veya bir 400 metre yarışının neden daha yavaş bir tempoda sürdüğünü açıklamaktadır (Abernethy 2013). Anaerobik sistem 400-800 metre koşu, 100 metre koşu, cimnastik yer hareketlerinde, paralel bar ya da bir box maçının rauntlarında baskın olarak kullanılmaktadır (Plowman ve Smith 2013).

Laktik asit birikimi

Normal şartlar altında kaslar ve kandaki laktat birikimi düşük miktarlardadır. Dinlenim esnasında kandaki laktat değerleri 0,5 ile 2,2mmol/L seviyelerindedir. Laktat birikimi başlıca egzersizin yoğunluğunun artmasıyla birlikte yükselmektedir (Gollnick ve ark 1986).

Genel olarak laktik asit birikiminde 5 faktör rol oynamaktadır. Bunlar; kas kasılması, enzim aktiviteleri, kas fibril tipleri, sempatik sinir sistemi aktivasyonu ve yetersiz oksijen alımı (Plowman ve Smith 2013).

Kas kasılması: Egzersiz sırasında kas kullanımı artışı kaçınılmazdır. Kas kasılması için sarkoplazmik retikulumdan kalsiyum salınımı gerçekleşmektedir. Kalsiyum glikojen-fosforilaz enzimin aktivitesi ile glikojenolize neden olmaktadır. Glikojen ise hızlı glikoliz ile işlenir ve ortaya laktik asit çıkmaktadır (Plowman ve Smith 2013).

Enzim aktivitesi: Pirüvatın ve NADH + H^+ moleküllerinin laktata dönüşmesinde spesifik izoenzim laktik dehidrojenaz görev almaktadır. LDH enzim fonksiyonu diğer glikolitik enzimlerden daha fazladır ve prüvat metabolizması için alternatif yol olan enzimlerden daha aktiftir. NADH + H^+ herhangi bir artış LDH enziminin aktivitesini arttıracak ve buda laktik asit üretimiyle sonuçlanacaktır (Draper ve Hodgson 2008).

Kas lif tipleri: Yüksek yoğunluklu kısa süren egzersizlerde tip2 kas lifleri daha yoğun olarak metabolizma tarafından tercih edilmektedir. Bunun sonucunda ortamda yeterli oksijenin olup olmadığına bakılmaksızın laktik asit üretimi gerçekleşmektedir. Bunun nedeninin spesifik laktik dehidrogenaz izoenzimi (LDH) ve düşük mitokondri seviyesi olmasından kaynaklandığı bilinmektedir (Whyte ve ark 2006). Literatür bilgisine göre tip 2 kas lifleriyle maksimal laktat üretimi 0,5 $mmol \cdot g^{-1} \cdot s^{-1}$ seviyesindedir (Dudleyve ark 1985). Bu oran tip 1 kas liflerinde 0,25 $mmol \cdot g^{-1} \cdot s^{-1}$ seviyelerine kadar düşmektedir (Meyer ve ark 1979). Tip 2 kas liflerinin aynı zamanda anaerobik enerji sisteminin daha yoğun olarak kullanıldığının bir göstergesidir. Laktat birikiminin üst sınırı organizmada tam olarak belirlenemese de bir çalışmada ardışık birden fazla yapılan maksimal dinamik egzersizlerden sonra kan laktat seviyesinin 30 mmol/L'den daha fazla olduğu bildirilmiştir (Hermansen ve Stensvold 1972).

Sempatik sinir aktivasyonu: Ağır egzersiz sırasında, sempatik sinir sisteminin aktivitesi, epinefrin ve glukagonun salınmasını ve insülinin bastırılmasını uyarır. Bu olayın gerçekleşmesi glikojenin yıkılmasına ardından da yüksek miktarda glikoz-6-fosfat ortaya çıkmasına neden olur. Glikoz-6-fosfatın

çok miktarda olması glikoliz'in artmasına ve prüvik asit üretimine neden olmaktadır. Prüvik asitte nihayetinde laktik asite dönüşmektedir(Plowman ve Smith 2013).

Yetersiz oksijen: Yüksek şiddetli kısa yüklenmelerde veya maksimum statik kasılmalarda kan akışının engellenmesiyle, mitokondride solunum sonundaki nihai elektron alıcısı olarak oksijenin mevcudiyeti azalma gösterebilmektedir. Bu şartlar altında, glikoliz mitokondrinin kabul edebileceği oksijene kıyasla daha büyük miktarlarda NADH + H^+ üretmektedir. Tekrardan üretilen bu hidrojen atomlarından NAD^+ rejenere edelebilmesi için hidrojenin tekrardan hızla laktata dönüşebilen prüvik asite aktarılması gerekmektedir (McArdle ve ark 2010).

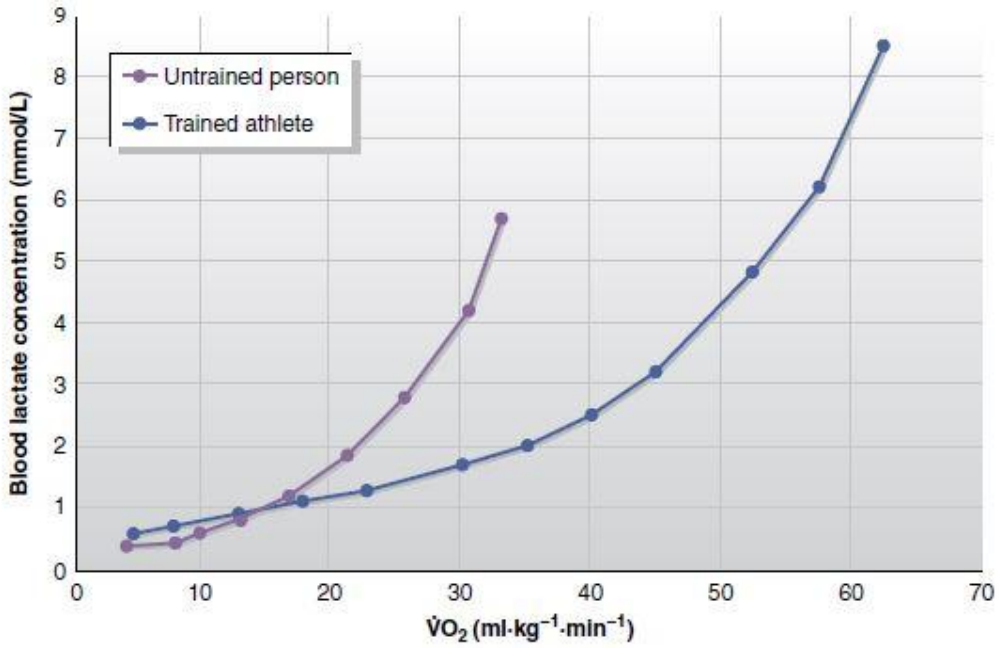
Laktat kasta ortaya çıktıktan sonra tamponlanma ve enerji metabolizması alanından uzaklaştırmak için doku içindeki boşluklara ve kana nüfuz eder. Bu sayede anaerobik glikoliz ile ATP resentezi devam ettirilmiş olur. Kandaki ve kastaki laktik asit düzeyi artarsa ve ATP hızı kullanım hızına yetişemez ise enerji üretimi daha fazla sürdürülemez. Bunun sonuncunda yorgunluk ortaya çıkar ve egzersiz performansı düşmeye başlar. Anaerobik koşullar altında artan intraselüler asidite enerji aktarımında çeşitli enzimleri inaktive ederek kasın kasılma özelliklerini zayıflatarak yorgunluğa aracılık eder (McArdle ve ark 2010). Kan laktat konsantrasyonu aynı zamanda laktat üretimi ve bikarbonatla tamponlanması arasındaki net dengeyi de yansıtmaktadır. Bikarbonat (HCO_3^-) H^+ iyonlarının, kan pH seviyesi üzerindeki olumsuz etkilerini protonlarını alarak azaltmaktadır (H_2CO_3). Laktatın temizlenmesi ve bikarbonatla tamponlanmasının ardından hemostazis eski normal aralığına dönmektedir (Mazzeo ve ark 1986).

Laktat'ın sadece atık bir madde olarak görülmesi yanlıştır. Hızlı kasılan kas liflerinde (ve diğer dokularda) üretilen laktat, pirüvat haline dönüştürmek için diğer hızlı kasılan veya yavaş kasılan liflere dolaşır. Pirüvat, sırayla, aerobik enerji metabolizması için sitrik asit döngüsüne giriş için asetil-CoA'ya dönüşür ve döngüden enerji elde edilir. Ortaya çıkan laktat kan ile karaciğere ulaştırılarak köri döngüsüne girmesi sağlanır ve tekrar glikoz formuna döner (McArdle ve ark 2010).

Laktat Eşiği ve Kan Laktatı Birikimi

Laktat eşiği anaerobik enerji sisteminden enerji ihtiyacının karşılanması için laktat seviyesinin aniden yükselmesi olarak açıklanmaktadır. Laktat eşiği aynı zamanda solunum eşiğiyle benzer şekilde ilerlemektedir ve sıklıkla anaerobik eşik için belirteç olarak kullanılmaktadır.

Laktat eşiği genellikle antrenmansız bireylerde maksimal oksijen alımının %50-60'şı gibi seviyelerde başlarken bu seviye aerobik olarak iyi antrene bireylerde %70-80 seviyelerinde başlamaktadır. OBLA yani (on set of blood accumulation) kan laktat birikimi başlangıcı olarak bilinen ikinci kırılma 4 mmol/L seviyelerine ulaştığında görülür. Bir anda artan laktat birikiminin nedeni orta ve büyük motor ünitelerine gerek duyulmasındandır. Büyük motor üniteleri ile ilişkilendirilen iskelet kaslarıda tip 2 kas lifleridir ve anaerobik laktat üretimi için uygundurlar. Bazı çalışmalar laktat eşiği ve OBLA üzerindeki yapılan antrenmanların bu eşiklere daha geç ulaşılacağını belirtmişlerdir. Bunun nedeninin muhtemelen hormon salınımı, özellikle yüksek yoğunluklu egzersizlerde katekolaminlerin salınımındaki azalma ve mitokondriyal içeriğin artarak aerobik enerji mekanizmasından daha verimli ATP elde edilmesinden kaynaklanabileceği belirtilmektedir (Haff ve Triplett 2015).



Şekil 1.2. Laktat eşiği ve OBLA(Haff ve Triplett 2015).

1. 4. Ergojenik Yardımcılar

Spor, bilim, sporcuların hazırlanma şekilleri ve düzeyleri gün geçtikçe gelişmektedir. İnsan vücudunun yüklenme çeşitlerine karşı gösterdiği tepki, uyum bu gelişimin temelini oluşturmaktadır. Modern spor bilimciler sporcuların performanslarını, verim düzeylerini artırabilmek için geniş yelpazede çalışmalar sürdürmektedirler (Bompa ve Haff 2009).

Sporcular genellikle performanslarını daha yukarı seviyelere çekmek için antrenmanın yanında yapılabilecekleri yolları aramaktadırlar. Bazıları bu besinsel takviyelerin performanslarını artıracağına inanırken bazıları oksijen veya kan dopingi gibi fizyolojik ajanları kullanabilmektedirler. Bunların dışında bazıları hala ilaç ve hormon denemektedirler (Karakuş ve ark 2014).

Potansiyel ergojenik yardımcıların çeşitliliği çok büyüktür bunun yanında birçok ergojenik maddenin etkileri hala kanıtlanamamıştır. Bazı sporcular antrenörlerinden veya arkadaşlarından aldıkları bilgileri tam ve doğru varsayarlar. Çoğu zaman küçük bir performans artışı için alınan bu maddelerin verebileceği zararlı sonuçlar göz ardı edilmektedir (Tokish ve ark 2004).

Ergojeniklerin pozitif etkileri uzun uzadıya yazılabilir ancak asıl anlamda sporcuya verdikleri yararlar daha kısadır. Bazı sözde ergojenik maddeler yarardan çok sporcunun performansına zarar verebilmektedir. Amerikan kolej sporları hazır supplementler yerine doğal besinler tüketilmesini teşvik etmesine rağmen Amerika'da üniversite koçları üzerine yapılan bir çalışmada, çalışmaya katılan koçların %94'ü sporcularına ergojenik supplementler önerdiklerini bulmuşlardır (Kenney ve ark 2015).

1.4.1. Mekanik veya Biyomekanik Yardımcılar

Saha, araç gereç, ayakkabı, giysi gibi malzemelerin sporcuyu en az şekilde etkilemesi için mekanik veya biyomekanik anlamda dizayn edilerek performansı artırmaya yönelik yapılan yardımlardır. Örneğin sporcuların rüzgârdan, soğuktan, sıcaktan ve buna benzer faktörlerden daha az etkilenmesi için yapılan sporcu giysileridir (İçen 2013).

1.4.2. Farmakolojik Yardımlar

Sporcunun performansını artırmaya yönelik farmakolojik yardımcıların kullanılmasıdır ancak bu maddeler IOC (uluslararası olimpiyat komitesi) tarafından yasaklanmıştır. Bu maddelerin kullanımları insan sağlığı üzerine ciddi zararlar verebilmektedir. Stimulanlar, narkotik analjezikler, anabolik steroitler farmakolojik maddelere örnektir (Kenney ve ark 2015).

1.4.3. Fizyolojik Yardımlar

Fizyolojik yardımların amacı sporcuların belirli fizyolojik süreçlerinin direkt olarak etkilenmesi olarak tanımlanabilir. Fizyolojik yardımlar;

- Kan dopingi
- Eritropoietin
- Yüksek irtifa antrenmanı
- Hiperoksia
- Elektrostimülasyon
- Sirkadien ritim
- Sauna masaj
- Oral progestojenler
- Nikotin

Şeklinde uygulanabilir (Günay ve ark 2010)

1.4.4. Psikolojik Yardımcılar

Psikolojik yardımcılar, 3 aşamada sınıflandırılırlar: Bunlar;

- Stimülanlar,
- Trankilizanlar,

- Psiko-doping ve psiko-regülasyon becerileridir.

Psikolojik olarak kullanılan yardımcılar daha çok okçuluk, atıcılık, buz pateni, su altına dalma gibi stressin daha çok hissedildiği spor branşlarında kullanılmaktadır (Yılmaz 2016).

1.4.5. Besinsel Yardımcılar

Egzersiz yapan bireyler doğal yollarla beslenerek alamayacakları ya da eksik kalacakları durumlarda genellikle hızlı ve etkili bu eksikliği kapatmak için besinsel yardımcıları kullanabilirler. Bu yardımcılar beslenme yolu ile aldığımız besin ögelerinin farklı formlara getirilmiş halleridir (örneğin toz, tablet veya sıvı gibi) (Yılmaz 2016).

Kafein

Kafein birden fazla şekilde yaygın biçimde bulunan bir maddedir. Kafein organizmada çeşitli etkiler oluşturabilen bir maddedir. Bu etkilerden en yaygın olarak kullanılanı sinir sistemini etkilemesi ve sporcuyu fiziksel anlamda uyarmasıdır (Erdoğan ve ark 2019). Bunun yanında kan damarlarını genişlettiği bu sayede oksijen akımını artırdığı bilinen etkileri arasındadır. Bir süre yasaklı maddeler listesinde bulunsa da günümüzde bu listede yer almamaktadır (Kara 2016).

L-karnitin

L-karnitin maddesi özellikle yağı enerjiye dönüştürmesi rolü ile ergojenik yardımcı sınıfına girmiştir (Şıktar ve ark 2011). L-karnitinin bilimsel açıdan en çok incelenen fonksiyonu yağ asitlerinin karnitine bağımlı olarak iç mitokondriyal zar yoluyla taşınmasıdır. L-karnitin diğer fonksiyonları, membran bütünlüğünün korunması, mitokondride fizyolojik koenzim A (CoA) asetil-CoA (coASH) oranının stabilizasyonu ve laktat üretiminin azaltılmasıdır (Karlic ve Lohninger 2004).

Karbonhidrat

Kas glikojeni ilk çalışmalardan beri uzun süren egzersizde önemli bir yakıt olarak tanımlanmıştır. Kas glikojenine olan bağımlılık, egzersiz yoğunluğunun artmasıyla birlikte artmakta ve kas glikojen depolarının yorulması ve tükenmesi arasında doğrudan bir ilişki tanımlanmaktadır. Bu nedenle egzersiz sonrası glikojen sentezi oranı, iyileşmesi gereken zamanı belirleyen önemli bir faktördür. Glikojen sentez oranlarını optimize etmek için, yeterli miktarda karbonhidrat alınmalıdır (Van Loon ve ark 2000).

Protein

Direnç tipi egzersiz sonrası protein alımının egzersiz sonrası kas protein sentez hızlarını artırdığı ve kas proteininin parçalanmasını engellediği, böylece akut post egzersiz iyileşme döneminde net kas proteininin artmasına izin verildiği iyi bilinmektedir. Uzun süren kuvvet antrenmanlarına olan adaptasyonu maksimize etmek için besinsel protein alımı önerilmektedir.

Amino asitler

Kuvvet antrenmanı protein sentezini ve protein yıkımını uyarır. Ancak kuvvet antrenmanından sonra yeterli derecede protein(amino asit) alınmazsa, protein yapımı ve yıkımı arasındaki ilişki negatif yönde etkilenir. Buna bağlı olarak kuvvet antrenmanından kaynaklanan anabolizmanın egzersiz ve besin dengesini yansıttığı söylenebilir. Bunlara dayanarak amino asit emiliminin anabolizmayı pozitif yönde etkilemek için gerekli bir bileşen olduğu söylenebilir (Miller ve ark. 2003, Rasmussen ve ark. 2000).

Kreatin

Kreatin, vücutta glisin, arginin ve metionin ile sentezlenen azot içeren bir bileşiktir ve öncelikle kırmızı et ve deniz ürünlerinde bulunur(Darren ve ark 2014). Kreatin asıl olarak fosfokreatin enerji depolarını artırır, PCr resentezini hızlandırır, kas hasarını azaltır, kişini yüksek yoğunluklu egzersizlere uyumunu ve güç üretimini arttırır. Kreatin desteğinin antrenman ile birlikte ve ya antrenmansız kas kütlesi, gücü ve performansını etkilediğini destekleyen çalışmalar bulunmaktadır

ancak antrenmanlarla birlikte daha etkili olacağı düşünülmektedir (Devries ve Stuart 2014).

L-arjinin

Bazı çalışmalar l-arjinin maddesinin büyüme için elzem olan growth hormon salınmasında bir uyarıcı olabileceğini belirtmişlerdir (Bucci 1993). L-arjinin bir diğer önemli rolü ise nitrik oksit oluşması için gerekli olan nitrik oksit sentaz enziminin bir substratı olmasıdır (Bailey ve ark 2010).

Besinsel nitrat (Pancar Kökü Suyu)

Pancar kökü suyu (PKS) içindeki antioksidan maddeler, potasyum, betaine, sodyum, magnezyum, vitamin c ve nitrat kaynağı açısından çok değerli bir besindir. PKS'nun 100 gramında 29 kcal bulundurmaktadır**.** PKS rengini içinde barındırdığı betalainler olarak da bilinen mor (betacyanin) ve sarı (betaksantin) pigmentlerinden almaktadır. Bu betalainler potansiyel antioksidan yetisine sahiptirler (Kanner ve ark 2001, Netzel ve ark 2005). Bununla ilgili PKS sindirim, kan sağlığı, enerji sistemi geliştirici, doğal temizleyici ve kan akışının hızlanmasında rol oynayan Nitrik oksit maddesini artırmasından dolayı sedanter bireyler ve sporcular tarafından kullanılmaktadır. Ayrıca PKS'nin antikanser özelliklere sahip olduğu, koroner olaylar (inme ve periferik vasküler hastalık) riskini, kan basıncını ve inflamasyonu azaltabilmesi PKS'nin popülaritesini artıran başka unsurlardır (Detopoulou ve ark 2008). PKS'nin bahsedilen birkaç özelliğinin sportif performansın artışına etkisi olabileceği belirtilmektedir. Örneğin betainin'nin performans sonuçlarını olumlu şekilde arttırdığı bulunmuştur. Bununla birlikte, PKS'nin içerisindeki bileşenlerin veya sinerjik etkileri kapsamlı bir şekilde incelenmemiştir. Bunlara rağmen yapılan çalışmalar PKS kullanımının hızlı bitirme sürelerini, yorgunluğa geç ulaşmayı, oksijen kullanımını, maksimal gücü ve gaz değişim eşiğinde yapılan iş oranının geliştirdiği bilimsel çalışmalarca desteklenmektedir (Ormsbeeve ark 2013).

Besinsel içeriği yüksek sebzelerin, tüketiminin birden fazla vücut fonksiyonu üzerine yararlı etkileri olduğu günümüze kadar gelen çalışmalarla ortaya konmuştur. Bu etkilerin bir kısmının sebzelerin yüksek inorganik nitrat (NO_3^-) içeriğine sahip olmasından kaynaklanabileceği belirtilmiştir (Pinna ve ark

2014). PKS; NO_3^-içeriği yönünden bakıldığında 100 gr'da 250 mg'dan fazla bulunmasıyla en yüksek NO_3^-değerlerine sahip ıspanak, kereviz, marul ve havuç suyu gibi sebzelerin arasında bulunmaktadır (Ormsbeeve ark 2013). Pancar kökünde bulunan bu nitrat içeriği tüketildiği zaman insan vücudunda nitrik okside(NO) dönüşebilmektedir ve bu NO vücuttaki birçok mekanizmayı düzenlemektedir (Winyard ve ark 2011, Siervo ve ark 2013).

Besinsel nitrat ve performans

Nitrik oksit (NO) insan vücudundaki fizyolojik düzenlemeleri gerçekleştiren bir gaz molekülüdür. Bu gaz molekülünün görev aldığı yerler; Kan akışının düzenlenmesi, nörotransmitter rolü, immün sistem, glikoz ve kalsiyum dengesi, kas kasılması ve mitokondiriyel solunumdur (Wylie ve ark 2013, Lansley ve ark 2010).

İnsanlarda biyolojik Nitrik oksit yeterliliğine katkıda bulunan enzimatik süreç haricinde üretilen Nitrik oksit yolu (nitrat, nitrit, Nitrik oksit yolu) olarak tanımlanmıştır. Besinler aracılığıyla elde ettiğimiz nitrat (NO_3^-) dilimizin dorsal yüzeyinde fakültatif anaerobik bakteriler tarafından biyoaktifnitrite (NO_2^-) indirgenir. Biyoaktifnitrit kimyasal olarak (düşük pH) ve enzimatik olarak daha sonra nitrik oksite indirgenir (Siervo ve ark 2013). Başka bir ifadeyle besinlerden alınan nitrat vücutta nitrik okside dönüşebilmektedir (Vanhatalo ve ark 2010, Bülbül ve Soylu 2008).

Nitrik oksidin oluşumu, L-arginin'in nitrik oksit sentazla okside olmasıyla veya O_2-bağımsız olmasıyla diğer bir deyişle biyoaktifnitrikin 1 elektronunu kaybetmesiyle gerçekleşebilir. Biyoaktifnitrit'in nitrik okside indirgenmesi hipoksiya ve asidoz durumlarında gerçekleşmektedir. Egzersiz esnasında kasılan iskelet kasları hızlı bir şekilde hipoksik ve asidik bir duruma geldiklerinden dolayı nitrik oksit sentaz (NOS) aktivitesi azalabilir ve NO_2^- indirgenmesi önemli bir kaynak haline gelebilir (Thompson ve ark 2016).

Besinsel NO_3'ün etkilerinin biyolojik olarak aktif NO ve nitrik oksit (NO) moleküllerine indirgenmesiyle aracılık edildiği bilinmektedir. Damarlar içinde, Nitrik oksit, çözünür guanilat siklazın aktivasyonu ve daha sonra cGMP seviyelerinin yükselmesi de dahil olmak üzere, iyi bilinen yollarla vazodilatasyona

neden olmaktadır. Nitrik oksit seviyesinin, besinsel nitrat (endojen NO üretimine ek olarak) gibi paradigmalar yoluyla arttırılması iskelet kasındaki vazodilatasyonu ve oksijen dağılımını artırabilir. Özellikle, Nitrit oksit, kasılmalar sırasında mikrosirkülasyonda O_2'nin akış basıncını yükselterek, Fiks yasasına göre transkapiller O_2 akışını kolaylaştırır. Buna bağlı olarak mikrosirkülasyonda O_2'nin akış basıncının artması PCr yıkımını azaltarak yüklenme sırasında uzayan yüklenmelere karşı tolerans geliştirmiş olur. Sonuç olarak besinsel nitrattan üretilen Nitrik oksit, alınan oksijen ile dokuya ulaştırılan oksijen oranını bir birine yaklaştırır ve buna bağlı olarak PCr parçalanması azalır ve yorgunluğa karşı tolerans gelişmiş olur (Ferreira ve Behnke 2011).

Besinsel nitrat yüklemesinin insan kas verimliliğini artırdığı çalışmalarda gözlemlenmektedir (Lansley ve ark 2011). Bu kaslardaki verimliliğin artışı; yükselen nitrik oksidin biyolojik uygunluğu ve nitrik oksidin kas hücrelerinin mitokondiriyel düzenlemelerinden de kaynaklandığı söylenebilir (Siervo ve ark 2013). NO_3^- yüklemesiyle plazmanın NO_2^- düzeyindeki artış kas oksijenlenmesi, kas metabolik verimliliği, kasılma fonksiyonlarında gelişme göstermiştir ayrıca dayanıklılık egzersiz kapasitesinin en azından iyi antrene olmamış bireylerde gelişme gösterdiği de literatürlerde belirtilmiştir (Thompson ve ark 2016).

1.3.6. Wingate Kol Ergometresi

30 saniye anaerobik Wingate testi (WAnT) anaerobik performansın ölçülmesinde kullanılan en yaygın yöntemlerden biridir. WAnT anaerobik performans ve elit sporcuların fonksiyonel performanslarının ölçümünde geçerliliği ile güvenilirliğini kanıtlamıştır (Horswill ve ark 1989, Hawley ve Williams 1991, Kounalakis ve ark 2009). WAnT'nin genel olarak performans indeksleri zirve gücü, ortalama güç ve yorulma indeksi unsurlarını ölçmek için kullanılır.

Tepe gücü, herhangi bir 5 saniyelik periyot boyunca ortalama güç olarak alınan testten çıkan en yüksek mekanik güçtür.

Ortalama güç, 6 kez alınan 5'er saniyeler boyunca sürdürülen ortalama güçtür.

Yorulma indeksi, test esnasında güç düşüşünün miktarı olup, tepe gücü yüzdesi olarak ifade edilmiştir (Inbar ve ark 1996).

Egzersiz sırasında veya dinlenik durumda alt ve üst vücudun çalışma prensipleri yani sinir-kas ya da kardiyovasküler sistemlerin fonksiyonları farklılık göstermektedir. Üst vücudun alt vücuda oranla tip2 kas fibrilleri açısından daha zengin oldukları ve alt vücuda göre daha az oksijen çektikleri çalışmalarda belirtilmektedir. Zirve ve ortalama güç bakımından alt ve üst vücudun performansları, aktif kas kütlesi normalize edilse bil ikisi arasında fark görülme oranı yüksek olacaktır (Lovell ve ark 2013). Bu yüzden üst vücudun alt vücuda göre daha baskın olduğu boks branşında daha doğru veriler elde edilebilmesi için Wingate kol ergometresinin kullanılması daha güvenilir veriler sağlayacaktır.

2. GEREÇ ve YÖNTEM

Bu araştırmaya Selçuk Üniversitesi spor bilimleri fakültesinde öğrenim gören, yaş ortalamaları 19-25 arası, sağlıklı elit düzeyde 8 erkek boksör gönüllü denek olarak katılmıştır. Denekler tütün ürünleri, ilaç ya da spor performansını artıran takviye kullanmamışlardır. Çalışma öncesinde deneklerin her birine çalışma ile ilgili karşılaşılabilecek risk ve rahatsızlıkları içeren ayrıntılı bilgi verilmiş, gönüllü olur formu deneklere okutturulup imzalatılmıştır.

Gruplar: Araştırmada tek kör, çaprazlama yöntemi ne göre, deneklere akut olarak besinsel nitrat (Kırmızı pancar kökü suyu)(Vücut Kg/ml, 2ml) ya da plasebo verildi. Pancar kökü suyu kullandıkları nitrat takviyeli ölçüm (N) plasebo kullandıkları ölçüm ise plasebo takviyeli ölçüm (P) olarak adlandırılmıştır.

2.1. Yöntem

Katılımcılar spor bilimleri laboratuvarına 2 kez farklı günlerde gelmişlerdir ve ikisinde de anaerobik Wingate testini tamamlamışlardır.

Katılımcıların testlerden önce yapması ve yapmaması gerekenler liste halinde kendilerine verilmiştir. Bunlar:

- Katılımcıların her bir Wingate testinden 3 saat önce tam dinlenmiş olarak ve su ihtiyacı giderilmiş olarak laboratuvara gelmeleri istenmiştir.
- Katılımcıların laboratuvara gelecekleri günün 24 saat öncesinde almaları gereken besin miktarı ve çeşidi hakkında bilgi tarafımızdan kendilerine verilmiş ve iki ölçümde de aynı ölçüde ve özellikte beslenmeleri istenmiştir.
- Katılımcıların her bir Wingate testinden 3 saat önce tam dinlenmiş olarak ve su ihtiyacı giderilmiş olarak laboratuvara gelmeleri istenmiştir.
- Katılımcıların ölçüm gününden 24 saat önce egzersiz yapmamış olmaması gerektiği bilgisi verilmiştir.
- Katılımcıların testten 6 saat önce kafein ve 24 saat öncesinden alkol alımından kaçınmaları gerektiği bilgisi verilmiştir.
- Ayrıca çalışma boyunca katılımcıların anti bakteriyel ağız temizleme suyu kullanmaktan ve sakız çiğnemekten kaçınmaları gerektiği bilgisi verilmiştir (Lansley ve ark 2011).

Katılımcılar laboratuvarımıza ilk test günü saat 9'da gelmişlerdir. Gelmelerinden 10 dakika sonra deneklere Kırmızı pancar kökü suyu (Kg/ml, 2ml); Beet it, James White Drinks Ltd.,Ipswich, UK)(PKS içeriği 100 gram içinde; enerji 437kj/103lcal, yağ 0,2g, karbonhidrat 22g, protein 3,6g, tuz 0,3g) (Thompson ve ark 2016) veya plasebo verilmiştir. Plasebo olarak konsantre olmayan su ile karıştırılmış vişne suyu verilmiştir. Katılımcılara hangi besinin performansı artırdığını hakkında bilgi performanslarını etkilememesi açısından verilmemiştir. Besin takviyesi gerçekleştikten sonra katılımcıların sırayla boy ölçümleri yapılmış ardından kilo ölçümleri alınmıştır. Bu ölçümler bittikten sonra katılımcılar oturtulup dinlenik nabızları parmak ucundan ve polar saat kullanılarak alınmıştır. Katılımcılar takviyenin ardından teste girene kadar 2 buçuk saat bekletilmişlerdir. Çünkü yapılan çalışmalar nitrat takviyesinden 2-3 saat sonra plazma nitrat seviyesinin zirve yaptığını belirtmiştir (Muggeridge ve ark 2014). Anaerobik Wingate testinden hemen önce el parmak ucundan laktat örneği alınmış sonrasında anaerobik Wingate testine başlanmıştır. Katılımcıların Wingate testinden hemen önce, yorgunlukta, 10 dk ,15 dk. ,30dk., 60 dk., 90 dakikalarından sonra laktat örnekleri ve kalp atımları alınmıştır. Wingate bitimi ardından katılımcılar yatar pozisyonda pasif olarak dinlendirilmişlerdir. Kalp atım hızı ve laktat ölçümleri pasif dinlenme esnasında alınmıştır. 90 dakika sonra katılımcıları ilk ölçümleri tamamen bitmiştir. İlk ölçümlerden sonra katılımcılar pancar kökü suyu takviyesinin etkisinden çıkmaları için 5 gün wash-out süresi tanınmıştır (Rimer ve ark 2015). 5 gün sonra ilk ölçümde olan kilo ve boy ölçümü hariç diğer bütün adımlar ikinci ölçüm için aynen uygulanmıştır.

2.1.1. Kırmızı Pancar Köküsuyu

Kırmızı pancar kökü suyu 100 437kj/103lcal enerji, 0,2g yağ, 22g karbonhidrat, 3,6g protein, 0,3g tuz bulundurmaktadır (Beet it, James White Drinks Ltd.,Ipswich, UK).

2.1.2. Boy Uzunluğu Ölçümleri

Sporcuların boy uzunlukları; anatomik duruşta, çıplak ayak, ayak topukları birleşik, nefesini tutmuş, baş frontal düzlemde, baş üstü tablası verteks noktasına

değecek şekilde pozisyon alındıktan sonra, ölçüm, ±1 mm ölçüm yapan bir stadiometre (Holtain Ltd., UK) ile 'cm' cinsinden alınmıştır.

2.1.3. Vücut Ağırlığı Ölçümleri

Vücut ağırlığı; deneklerden sadece şortla, çıplak ayak ve anatomi duruş 26 pozisyonunda iken ±100 gr hassasiyetle ölçüm yapan bir baskül (Tanita 401 A, Japan) ile 'kg' cinsinden alınmıştır.

2.1.4. Wingate El Anaerobik Güç ve Kapasite Testi

Wingate testi için modifiye edilmiş bilgisayara bağlı ve uyumlu bir yazılımla çalışan kefeli bir Monark 824 model (made in İsveç) El bisiklet ergometresi kullanılmıştır. Testler öncesi her sporcu boy ayarları yapılmıştır. Her sporcu için test sırasında dış direnç olarak uygulanacak olan yük, vücut kg başına 50gr/kg olarak hesaplanmıştır. Sporculara bisiklet ergometresinde hesaplanan test yüklerinin %20'si ile, 60–70 devir/dakika pedal hızında, 4–8 saniye süreli iki veya üç sprint içeren, 5 dakikalık bir ısınma protokolü uygulanmıştır. Isınma sonrasında 3–5 dakika pasif dinlenme verilmiştir. Sporcuların dirençsiz olarak mümkün olan en kısa zamanda en yüksek pedal hızına ulaşmaları istenmiştir. Maksimum hıza ulaşıldığından emin olduğunda (yaklaşık 3–4 saniye sonra), daha önce 50gr/kg olarak hesaplanmış yük bırakılıp ve test başlatılmıştır. Sporcular bu dirence karşı 30 saniye boyunca en yüksek hızla pedal çevirmeleri için yönlendirilmiştir. Sporcular test boyunca sözel olarak teşvik edilmişlerdir. 30 saniyelik test süresince ortalama güç çıktısı (avarage power) tespit edilmiştir. (Selçuk 2014).

Üst ekstremite anaerobik güç ölçümünde, Selçuk Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Performans laboratuvarında bulunan Monark 824 model (made in İsveç) El bisiklet ergometresi kullanılmıştır.



Şekil 2.1. Monark 824 Model El Bisiklet Ergometresi

2.1.5. Kalp atım hızı

Selçuk üniversitesi spor bilimleri fakültesi performans laboratuvarında bulunan polar RS 800 (made in finland) marka cihaz ile kalp atım hızları ölçülmüştür.

2.1.6. Laktat örneği alımı

Selçuk üniversitesi spor bilimleri fakültesi performans laboratuvarında bulunan, Lactate scout Analyzer cihazı (Made in Germany) kullanılarak lactate scout test strips (Lot:0443401, Made in Germany) ile ölçüldü. Alınan kan örnekleri 10 saniye içerisinde analiz edilerek elde edilen değerler mmol-1 cinsinden kaydedildi.



Şekil 2.2. Scout Kan Laktat Analizörü

2.1.7 İstatistiki Analiz

Elde edilen verilerin istatistiki analizlerin yapılmasında SPSS 22.0 paket programı kullanıldı. Deneklerin öntest ve sontest değerlerinin karşılaştırılmasında Nonparametric testlerden olan Wilcoxon t testi, tekrarlı ölçümlerde ise Repeated Measures testi kullanıldı. Önemlilik düzeyi $p<0,05$ olarak değerlendirildi

3. BULGULAR

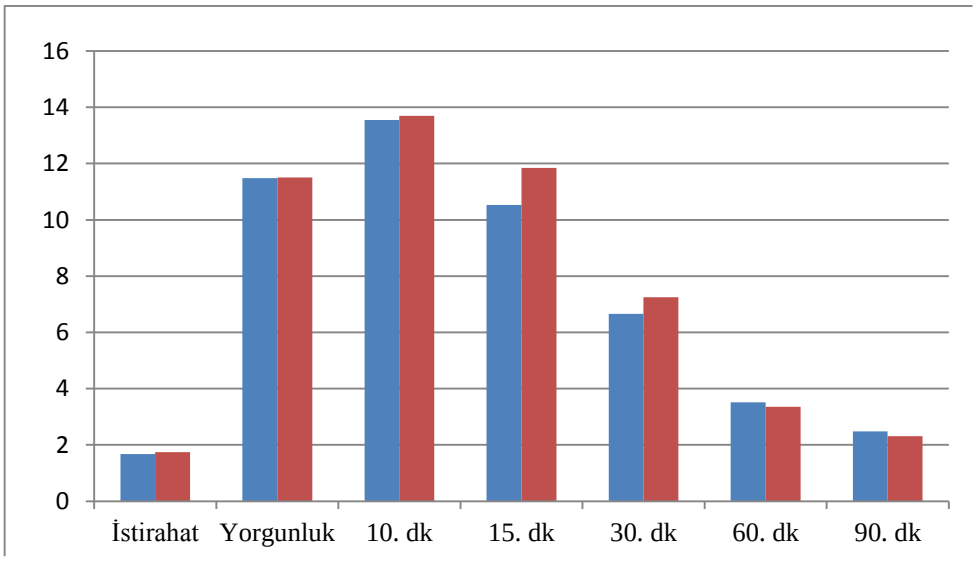
Çizelge 3.1. Deneklerin Fiziksel Özellikleri

Parametre	N	Mean±SD
Yaş(yıl)	8	23±2,28
Boy(cm)		174,83±11,60
VA(kg)		76,66±19,37

Çizelge 3.2. Deneklerin N,P Laktat Ölçüm zamanları Ortalamalarının Karşılaştırılması ($mmol^{-1}$)

Parametre Laktat N-P test	**Mean± SD**	**P**
N istirahat	1,68±0,34	0,39
P istirahat	1,74±0,40	
N yorgunluk	11,48±1,43	0,67
P yorgunluk	11,50±2,20	
N 10. dk.	13,55±1,95	0,52
P 10. dk.	13,70±2,93	
N 15. dk.	10,53±1,37	0,06
P 15. dk.	11,85±2,30	
N 30. dk.	6,66±0,71	0,12
P 30. dk.	7,25±1,41	
N 60. dk.	3,51±0,79	0,36
P 60. dk.	3,36±0,42	
N 90. dk.	2,48±0,29	0,32
P 90. dk.	2,31±0,33	
N:Nitrat Takviyeli Ölçüm, **P:**Plasebo Takviyeli Ölçüm		p<0,05

Deneklerin öntest ve sontest N ve P laktat ölçüm düzeyleri arasında önemli ($p<0,05$) farklılık yoktur.



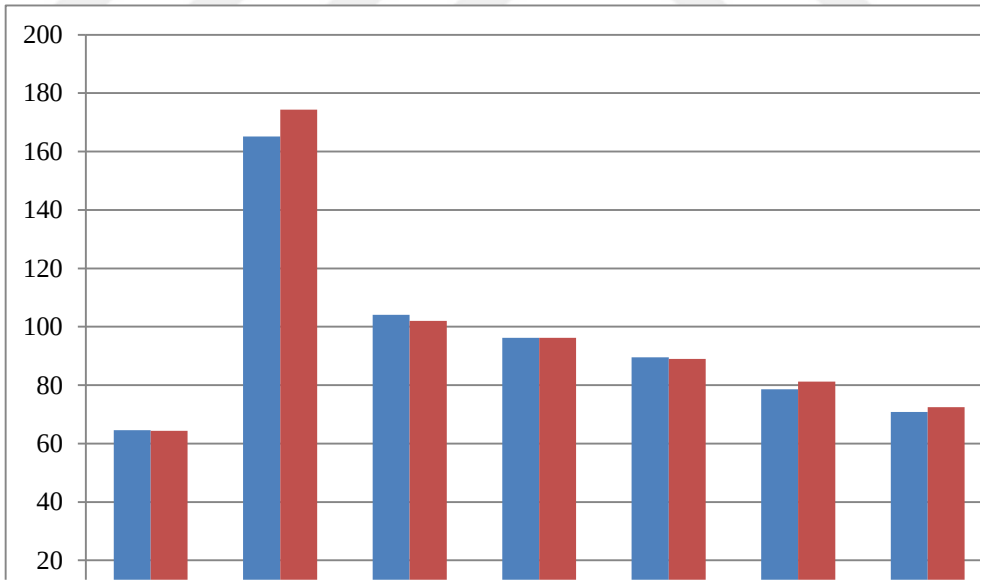
Grafik 3.1. Deneklerin N,P Laktat Ölçüm zamanları Değerleri

Çizelge 3.3. Deneklerin N ve P KAH Ölçüm zamanları Ortalamalarının Karşılaştırılması (atm/dk)

Parametre KAH N-P test	**Mean± SD**	**P**
N istirahat	64,62± 8,76	0,67
P istirahat	64,37±4,43	
N yorgunluk	165,12±5,89	**0,02***
P yorgunluk	174,37±7,53	
N 10. dk.	104,12±9,46	0,12
P 10. dk.	102,00±7,85	
N 15. dk.	96,25±8,54	0,48
P 15. dk.	96,25±7,62	
N 30. dk.	89,50±7,05	0,52
P 30. dk.	89,00±6,98	
N 60. dk.	78,62±6,73	0,67
P 60. dk.	81,25±6,69	
N 90. dk.	70,87±6,03	0,34
P 90. dk.	72,50±2,92	

N:Nitrat Takviyeli Ölçüm, **P:**Plasebo Takviyeli Ölçüm, p<0,05
KAH:KalpAtım Hızı

Deneklerin öntest ve sontest arası, KAH parametresi yorgunluk zamanlaması N düzeyi P düzeyinden amlamlı (p<0,05) olarak düşüktür. Diğer ölçüm zamanlamaları benzerdir.



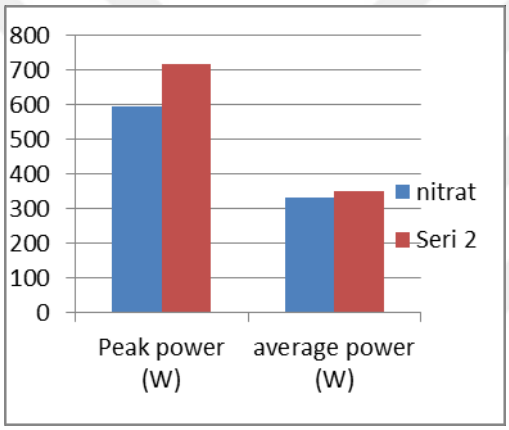
Grafik 3.2. Deneklerin nitrat test ve plasebo test kalp atım düzeyleri

Çizelge 3.4. Deneklerin N ve P Wingate Anaerobik Güç değerlerinin karşılaştırılması (W)-(W/kg)

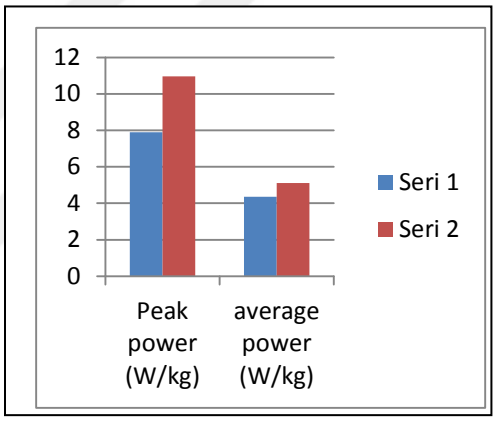
Parametre Wingate N-P Test	**Mean± SD**	**P**
N Peak power	593,40±151,15	**0,02***
P Peak power	718,48±236,26	
N Relatif Peak power	7,89±2,28	**0,01***
P Relatif Peak power	10,96±3,13	
N Average power	330,10±68,08	**0,02***
P Average power	348,57±63,11	
N Relatif Average power	4,35±0,94	**0,02***
P Relatif Average power	5,11±1,06	

N:Nitrat Takviyeli Ölçüm, **P:**Plasebo Takviyeli Ölçüm

Deneklerin Wingate Anaerbik güç test düzeylerinde, ölçülen bütün parametrelerde önemli ($p<0,05$) farklılık vardır.



Grafik 3.3 Peak ve Avarage power (W)



Grafik 3.4. Peak ve Avarage power (W/kg)

Çizelge 3.5. Deneklerin N tekrarlı ölçüm Laktat düzeyleri (mmol^{-1})

Parametre Laktat N test	**Mean± SD**	
N test istirahat	1,68±0,34	f
N test yorgunluk	11,48±1,43	**b**
N test 10. dk.	13,55±1,95	a
N test 15. dk.	10,53±1,37	**b**
N test 30. dk.	6,66±0,71	c
N test 60. dk.	3,51±0,79	d
N test 90. dk.	2,48±0,29	e

abcd..: Aynı sütunda farklı harf taşıyan ortalama değerleri arasındaki farklılık önemlidir ($P<0.05$).
N:Nitrat Takviyeli Ölçüm, **P:**Plasebo Takviyeli Ölçüm

Deneklerin N tekrarlı Laktat ölçüm düzeyleri incelendiğinde yorgunluk ve 15. dk sonraki zamanla düzeyleri benzer, diğer zamanlamalar arası farklılık önemlidir ($p<0,05$).

Çizelge 3.6. Deneklerin P tekrarlı ölçüm Laktat Düzeyleri (mmol^{-1})

Parametre Laktat P test	**Mean± SD**	
P test istirahat	1,74±0,40	**f**
P test yorgunluk	11,50±2,20	b
P test 10. dk.	13,70±2,93	**a**
P test 15. dk.	11,85±2,30	b
P test 30. dk.	7,25±1,41	**c**
P test 60. dk.	3,36±0,42	**d**
P test 90. dk.	2,31±0,33	**e**

abcd..: Aynı sütunda farklı harf taşıyan ortalama değerleri arasındaki farklılık önemlidir (P<0.05).
N:Nitrat Takviyeli Ölçüm, **P:**Plasebo Takviyeli Ölçüm

Deneklerin P tekrarlı Laktat ölçüm düzeyleri incelendiğinde yorgunluk ve 15. dk sonraki zamanla düzeyleri benzer, diğer zamanlamalar arası farklılık önemlidir (p<0,05).

Çizelge 3.7. Deneklerin N tekrarlı ölçüm KAH Düzeyleri (atım/dk)

Parametre KAH N test	**Mean± SD**	
N test istirahat	64,62±8,76	**g**
N test yorgunluk	165,12±5,89	**a**
N test 10. dk.	104,12±9,46	**b**
N test 15. dk.	96,25±8,54	**c**
N test 30. dk.	89,50±7,05	**d**
N test 60. dk.	78,62±6,73	**e**
N test 90. dk.	70,87±6,03	**f**

abcd..: Aynı sütunda farklı harf taşıyan ortalama değerleri arasındaki farklılık önemlidir (P<0.05).
N:Nitrat Takviyeli Ölçüm, **P:**Plasebo Takviyeli Ölçüm, , **KAH**:KalpAtım Hızı

Deneklerin N tekrarlı ölçüm KAH düzeyleri incelendiğinde bütün zamanlamalar arası farklılık önemlidir (p<0,05).

Çizelge 3.8. Deneklerin P tekrarlı ölçüm KAH Düzeyleri (atım/dk)

Parametre KAH P test	**Mean± SD**	
P test istirahat	64,37±4,43	**g**
P test yorgunluk	174,3±7,53	**a**
P test 10. dk.	102,00±7,85	**b**
P test 15. dk.	96,25±7,62	**c**
P test 30. dk.	89,00±6,98	**d**
P test 60. dk.	81,25±6,69	**e**
P test 90. dk.	72,50±2,92	**f**

abcd..: Aynı sütunda farklı harf taşıyan ortalama değerleri arasındaki farklılık önemlidir (P<0.05).
N:Nitrat Takviyeli Ölçüm, **P:**Plasebo Takviyeli Ölçüm, , **KAH**:KalpAtım Hızı

Deneklerin P tekrarlı ölçüm KAH düzeyleri incelendiğinde bütün zamanlamalar arası farklılık önemlidir (p<0,05).

4. TARTIŞMA

Araştırma; yaş ortalamaları 23±2,28 yıl, boy ortalamaları 174,83± 11 cm ve vücut ağırlığı ortalamaları 76,66± 19,37 kg olan elit düzeyde 8 erkek boksör üzerinde yapılmıştır.

Tek grup (n:6) üzerinden aynı deneklere iki farklı ölçüm neticesinde elde edilen veriler değerlendirilmiştir. Deneklere 1. ve 2. ölçümde besinsel nitrat (PKS) ve plasebo verilmiştir. Tek kör çaprazlama yöntemi ile yapılan takviyeler sonrası kol Wingate anaerobik güç testi uygulanmıştır. Kol Wingate anaerobik güç testi için vücut kilogram (VA/kg) başına önerilen yük 50 gr/kg dir (Özkan ve ark 2010).

Deneklere takviyeler sonrası yapılan her iki anaerobik güç testi sonrası elde edilen anaerobik güç çıktıları istatistiki olarak değerlendirilmiştir. Her iki anaerobik test sonrası istirahat, yorgunluk düzeyleri, laktat ve KAH (kalp atım hızı) ölçümleri yapılarak belirlenmiş ve bunun ile birlikte aynı parametreler takip edilerek test sonrası 5 farklı (10, 15, 30, 60 ve 90. dk sonra) zamanlamada toparlanma düzeyleri takip edilmiştir.

Amaç; Besinsel olarak takviye edilen kırmızı pancar kökü suyu içeriğinde bulunan yoğun NO_3^- (nitrat) düzeyinin (140 ml kırmızı pancar suyunda 12,8 mmol NO_3^- bulunur) artırılmasıdır (Thompson ve ark 2016). Elit boksörlerde kol anaerobik güç düzeyleri ile birlikte yorgunluk ve toparlanma düzeylerine etkisi incelenmek amacı ile yapılmıştır.

Deneklerin, N (Nitrat takviyeli ölçüm) ve P (Plasebo takviyeli ölçüm) ölçümler sonrası, iki ölçüm arası tüm N anaerobik güç parametrelerinin P anaerobik güç parametrelerinden (N ve P zirve güç W, N ve P anaerobik ortalama güç, N ve P zirve güç W/ kg, N ve P ortalama güç W/kg) önemli düzeyde ($p < 0,05$) düzeyde düşük olduğu tespit edilmiştir. Fakat denekler ön-test son-test laktat düzeyleri karşılaştırıldığında ölçülen bütün zamanların benzer ($p < 0,05$) olduğu, KAH düzeyleri değerlendirildiğinde ise sadece yorgunluk zamanlarında N KAH düzeylerinin P' den anlamlı ($p < 0,05$) olarak düşük olduğu tespit edilmiştir. Corry ve ark (2015) benzer olarak yaş ortalamaları 20,4±0,5 olan 10 sedanter erkeğe testten bir gün ve 40 dakika önce 140ml/kg besinsel nitrat takviyesi yapılıyor. Sonrasında plasebo zirve güçleri 10,90± 1,21 W/kg olarak bildirmişler

ve nitrat zirve güç düzeylerinin daha düşük olduğu fakat arasındaki farkın istatistiksel olarak önem arz etmediğini tespit etmişlerdir. Çalışmamızda da benzer olarak yaptığımız nitrat takviyesinin anaerobik güç çıktılarında önemli ($p < 0,05$) azalmaya sebep olduğunu tespit ettik. Pinna ve ark(2014) 14 yüzücüye 5 gün boyunca 0.5 ml besinsel nitrat takviyesi sonrası yapılan maximal anaerobik güç testi sonrası nitrat takviyesi iş gücü ortalamalarını 8± 1,5 kg, takviyesiz ortalamalarını ise 7,7± 1,4 kg olarak tespit etmişler ve aradaki farklılığın önem arz etmediğini ayrıca uygulanan test sonrası yorgunluk KAH düzeylerinin de benzer olduğunu bildirmişlerdir. Whylie ve ark (2013) benzer olarak ve daha kapsamlı yaptığı çalışmada; yaş ortalamaları 22,5± 5 yıl düzenli spor yapan 10 erkek deneğe 1. ölçümde 70 ml, 2. ölçümde 140 ml, 3. ölçümde 280 ml besinsel nitrat takviyesi yapmışlardır. Bisiklet ergometresinde 70-90 rpm aralığında dakikada 90 W yük vererek bitkinlik oluşana kadar yapılan test sonrası hem plasebo hem de nitrat takviyesi sonrası istirahat ve yorgunluk KAH ve laktat düzeylerinde önemli bir farklılık bulamamışlardır. Ön-test son-test arası farklı oranda takviyeli (70 ml, 140 ml, 280 ml) ölçümler sonrası elde edilen verilerin de benzer ve önem arz etmediğini belirtilmiştir. Dolayısı ile fazla (280) veya düşük (70ml) miktarda verilen besinsel nitratın anaerobik verime önemli derecede katkı sağlamadığı görüldü.

Çalışmamızda; anaerobik güç çıktılarında nitrat takviyelerinin bir etkisinin görülmemesi hatta anaerobik parametrelerde düşüşe sebep olması yukarıda verilen bazı çalışmalar ile desteklenmektedir. Nitekim nitrik oksidin kas hücrelerinin mitokondiriyel düzenlemelerinde etkili olduğu (Siervo ve ark 2013), Nitrat takviyesinin plazma düzeyindeki artışı kan oksitlenmesini arttırdığı ayrıca dayanıklılık egzersiz kapasitesini en azından iyi antrene olmamış bireylerde gelişim gösterdiği bildirilmiştir (Thompson ve ark 2016). Dolayısı ile oksidatif ve mitokondiriyel mekanizmadaki etkisi baskın olduğundan aerobik enerji yoluna olan katkısının daha belirgin olduğu söylenebilir. Bunun ile birlikte aerobik enerji yollarının mitokondrilerde gerçekleşmesi Nitrik oksidin anaerobikten ziyade aerobik enerji yollarında daha etkili olduğu kanısını güçlendirmektedir. Ayrıca nitrat takviyesinin iskelet kasları vazodilatasyon ve oksijen dağılımındaki artışı, kas kasılmalarındaki mikrosirkülasyondaki O_2 akış basıncını yükselterek, Fiks yasasına göre transkapiller O_2 akışını kolaylaştırır. Buna bağlı olarak

mikrosirkülasyonda 0_2 akış basıncının artması PCr yıkımını azaltarak uzun süren egzersizlerde dayanıklılık toleransını geliştirmiş olur (Ferreira ve Behnke 2011). Plazma Nitrik oksit düzeyindeki artış beraberinde PCr yıkımında azalmaya sebep olması, özellikle kısa süreli yüksek şiddetli egzersizlerde asıl enerji kaynağı olan PCr anaerobik enerji oluşumuna katkısının azalacağı gerçeğini ortaya koymaktadır. Bunun ile birlikte bir enerji sisteminin baskın olması diğer sistemin baskılanmasına sebep olacağı görüşünüde desteklemektedir. Çalışmada; laktat ve KAH düzeylerinde, N ve P ölçümlerinde toparlanma zamanlarında istatistiksel bir farklılık yoktur fakat nitrat takviyeli ölçümlerde istatistiki olmasa da rakamsal olarak toparlanmaya katkı sağladığı; yukarıdaki literatürlerde bildirildiği (Siervo ve ark 2013, Thompson ve ark 2016, Ferreira ve Behnke 2011) üzere oksidatif mekanizmalara olan olumlu etkisi dikkate alındığında oksijenin hücreye girişi ve hücre tarafından kullanıma olumlu etkisi olduğu bunun ile birlikte toparlanma performansını geliştireceği söylenebilir.

Araştırmada; N laktat tekrarlı ölçüm zamanları incelendiğinde, N yorgunluk ile N 15 dk sonraki düzeylerin benzer olduğu ve diğer zamanlar arasındaki farklılığın önemli olduğu ($p < 0,05$) tespit edilmiştir. Benzer olarak P laktat tekrarlı ölçüm zamanlarının da P yorgunluk ve P 15 dk sonraki düzeylerin benzer olduğu diğer zamanlar arasındaki farklılığın anlamlı ($p < 0,05$) olduğu görülmüştür. Çalışmada N KAH ve P KAH tekrarlı ölçüm zamanları arasındaki farklılık önemlidir ($p < 0,05$).

Elit boksörlerde P ve N laktat ve KAH düzeylerine bakıldığı zaman Wingate anaerobik güç testi sonrası nitrat takviyesinin toparlanma düzeylerine önemli ($p < 0,05$) bir katkı sağlamadığı görülmektedir. Fakat nitrat takviyeli ölçüm zamanının kısmen de olsa toparlanma zamanına katkı sağladığı söylenebilir. Besinsel nitrat takviyesinin sportif performans artışına katkı sağlayabileceğini iddia eden araştırmacılar bununla birlikte yorgunluğa geç ulaşmayı, oksijen kullanım oranını arttırdığı ve gaz değişim hızında artış sağlayarak performansa katkı sağladığını bildirmişlerdir (Ormsbeeve ark 2013, Ferreira ve Behnke 2011).

Elde ettiğimiz bulgularda anaerobik güç çıktıları nitrat takviyesi ile önemli ($p<0,05$) düzeyde azaldı dolayısı ile besinsel olarak verilen nitratın ölçülen anaerobik parametrelere bir etkisinin olmadığı yukarıda belirtilen bazı çalışmalar ile de desteklenmiştir. Bu çalışmaların aksine Rotwell ve ark (2014) yaş

ortalamaları 21±1 yıl olan 12 sağlıklı sedanter bireye 70 ml PKS takviyesi sonrası yapılan bacak Wingate anaerobik güç testi sonrası PKS takviyeli zirve güç 796±140 W, plasebo takviyeli zirve güç 770±133 W, ortalama güç 652±100 W, Plasebo 636±97 W olarak bildirmişlerdir. Nitrat takviyesinin zirve ve ortalama anaerobik güç düzeylerinde anlamlı ($p<0,05$) artış bildirmişlerdir. Kullanılan yöntem bakımından Wingate testi, süre ve şiddet çalışmamızla benzerdir. Rimer ve ark (2015) çeşitli branşlarda aktif spor yapan 13 erkek deneğe 70 ml nitrat takviye ederek 30 saniyelik maksimal bisiklet testi sonrası zirve güç düzeylerinde önemli ($p<0,001$) artış olduğunu bildirmişlerdir. Thompson ve ark (2016) 36 sporcu bireye kronik olarak 5 gün boyunca 70 ml besinsel nitrat takviyesi sonrası 20m, 10m ve 5m maksimal sürat testi zamanlarında takviye sonrası sürat performansında önemli ($p <0,05$) gelişme olduğunu bildirmişlerdir. Peeling ve ark (2015) yaş ortalamaları 25,0±2,8 yıl olan elit düzeydeki 5 kadın sporcuya 500 m kürekli kano anaerobik testi (anaerobik glikoliz) sürelerini belirlemişlerdir. Nitrat takviyeli ölçüm zamanı 114,6±1,5 s ve plasebo ölçüm zamanını 116,7± 2,2 s olduğunu bildirerek nitrat takviyesinin ölçüm zamanını önemli ($p <0,05$) düzeyde azalttığını fakat laktat düzeylerinde bir farklılığın olmadığını bildirmişlerdir. Bailey ve ark. (2009) rekreatif olarak spor yapan 8 sağlıklı bireye 6 gün boyunca günde 500 ml konsantre olmayan besinsel nitrat takviyesi yapmışlar sonrasında bitkinliğe varan anaerobik güç testi uygulamışlardır ve yorgunluk düzeylerini tespit etmişlerdir. Nitrat takviyeli test süreleri 675± 203 s iken Plasebo test süresinde 583± 145 s bildirilerek nitrat takviyesinin anaerobik performansı önemli ($p <0,05$) düzeyde arttırdığı bildirilmiştir. Bununla birlikte KAH ve laktat düzeylerinde bir farklılığın olmadığını söylemişlerdir.

Yapılan geniş literatür taraması neticesinde araştırmanın materyal ve yöntem bakımından birebir aynı yöntem ile yapılan başka bir çalışmaya rastlanmamıştır. Gerek yapılan kol Wingate testi gerekse denek olarak kullanılan sporcular ve materyaller, yapılan besinsel nitrat miktarı ve süresi (akut, kronik) bakımından çalışmalar arasında önemli farklılıkların olduğu görülmektedir. Dolayısıyla benzer çalışmaların kapsam ve sayısının artması nitratın anaerobik (PCr) performans üzerine etkilerinin daha güçlü bir şekilde ortaya konmasını sağlayacaktır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç olarak; elit boksörlerde besinsel olarak akut takviye edilen nitratın ölçülen kol anaerobik güç parametrelerinde önemli düzeyde düşüşe sebep olduğu, yorgunluk ve toparlanma düzeylerinde önemli bir farklılık oluşturmadığı tespit edilmiştir. Dolayısıyla ATP+PC sisteminin ve üst ekstremitelerin ağırlıklı olarak kullanıldığı sportif branşlarda besinsel nitrat takviyesinin yapılması en azından yapılan bu çalışma neticesinde tavsiye edilmemektedir.

- Araştırma akut ve tok karnına takviye sonrası yapılmıştır. Yapılacak benzer çalışmalarda özellikle akut takviyelerde sabah aç karnına takviye edilmesi önerilmektedir.
- Yapılan çalışma akut olarak yapılmıştır. Yapılacak çalışmalarda kronik takviyelerin de yer alması önerilmektedir.
- Benzer olarak yapılacak araştırmalarda uygulanacak olan egzersiz testinin içeriği ve süresi iyi tespit edilmeli enerji sistemleri dikkate alınarak (ATP+PC, anaerobik glikoliz, aerobik) sistemlerle birebir örtüşen testlerin uygulanması önerilmektedir.
- Yapılacak çalışmalarda nitrat miktarının arttırılarak etkisinin geliştirilmesi önerilmektedir.
- Çalışmamız elit boksörler üzerinde yapılmıştır. Yapılacak çalışmaların denek gruplarının homojen olması ve nitratın farklı branşlar üzerine etkilerine bakılması önerilmektedir.
- Araştırma; sportif performansa etkisi amaçı ile yapılmıştır. Performansa yönelik yapılacak çalışmaların yönteminin belirlenmesinde, besinsel nitrat takviyesinin genel fizyolojik özelliklere etkisi üzerine yapılacak çalışmaların artışı veya mevcut fizyolojik araştırmalar daha detaylı irdelenmesi önerilmektedir.
- Yapılacak benzer çalışmalarda; besinsel nitrat takviyesi ile branşa özgü saha testlerinin de yapılabileceği tavsiye edilmektedir.
- Araştırmada anaerobik güç(ATP-PC) de önemli ($p < 0,05$) azalma elde edilerek bu sistemin kullanıldığı branşlarda kullanımı önerilmemektedir. Fakat bu branşların ölü sezon sonrası oksidatif mekanizmaların gelişiminin sağlanması açısından hazırlık dönemlerinde kullanımı önerilebilir.

6. KAYNAKLAR

Abernethy B, 2013. Biophysical foundations of human movement. Third ed. Human Kinetics.

Astrand PO, Kaare R, 1986. Textbook of WorkPhysiology (PhysiologicalBases of Exercise)Third Ed. McGraw – HillBookComp. New York, 320 -323.

Bagchi D, Nair S, ve Sen CK, 2013. Nutrition and enhanced sports performance: muscle building, endurance, and strength. Academic Press.

Bailey SJ, Winyard PG, Vanhatalo A, Blackwell JR, DiMenna FJ, Wilkerson DP, ... & Jones AM 2009. Dietary nitrate supplementation reduces the O 2 cost of low-intensity exercise and enhances tolerance to high-intensity exercise in humans. Journal of applied physiology, 107(4), 1144-1155.

Bailey SJ, Winyard PG, Vanhatalo A, Blackwell JR, DiMenna FJ, Wilkerson DP, & Jones AM, 2010. Acute L-arginine supplementation reduces the O_2 cost of moderate-intensity exercise and enhances high-intensity exercise tolerance. Journal of Applied Physiology, 109(5), 1394-403.

Birch K, George K. & McLaren D, 2004. Instant notes in sport and exercise physiology. Secnod ed. Taylor & Francis.

Bompa TO, Keskin İ, Tuner B, Küçükgöz H, & Bağırgan T, 2011. Antrenman kuramı ve yöntemi: dönemleme. beşinci baskı. Spor Yayınevi ve Kitabevi.

Bucci L, 1993. Nutrients as Ergogenic Aids for Sports and Exercise. Atlanta: CRC Press.

Bülbül A, & Soylu M, 2008. Nitrik oksitin kalp damar sistemi üzerine etkileri. Veteriner Hekim Derneği Dergisi, 79(2), 49-54.

Candow DG, Zello GA, Ling B, Farthing JP, Chilibeck PD, McLeod K, ... & Johnson S, 2014. Comparison of creatine supplementation before versus after supervised resistance training in healthy older adults. Research in Sports Medicine, 22(1), 61-74.

Çetin E, Dölek BE, & Orhan Ö, 2008. Gazi üniversitesi beden eğitimi ve spor yüksekokulu öğrencilerinin ergojenik yardimcilar, doping ve sağlik hakkindaki bilgi ve alişkanliklarinin belirlenmesi. SPORMETRE Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi, 6(3) 129-32

Chaabène H, Tabben M, Mkaouer B, Franchini E, Negra Y, Hammami M, ... & Hachana Y, 2015. Amateur boxing: physical and physiological attributes. Sports medicine, 45(3), 337-352.

Corry L, & Gee T, 2015. Dietary nitrate enhances power output during the early phases of maximal intensity sprint cycling. International Journal of Coaching Science, 9(2), 87-97.

Davis P, Leithäuser RM, & Beneke R, 2014. The energetics of semicontact 3× 2-min amateur boxing. International journal of sports physiology and performance, 9(2), 233-239.

Detopoulou P, Panagiotakos DB, Antonopoulou S, Pitsavos C, & Stefanadis C 2008. Dietary choline and betaine intakes in relation to concentrations of inflammatory markers in healthy adults: the ATTICA study. The American journal of clinical nutrition, 87(2), 424-430.

Devries MC, & Phillips SM, 2014. Creatine supplementation during resistance training in older adults-a meta-analysis. Med Sci Sports Exerc, 46(6), 1194-203

Draper N, & Hodgson C, 2008. Adventure sport physiology. John Wiley & Sons.

Dudley GA, & Terjung RL, 1985. Influence of aerobic metabolism on IMP accumulation in fast-twitch muscle. American Journal of Physiology-Cell Physiology, 248(1), C37-C42.

El-Ashker S, & Nasr M, 2012. Effect of boxing exercises on physiological and biochemical responses of Egyptian elite boxers. Journal of Physical Education and Sport, 12(1), 111.

Ferreira LF, & Behnke BJ, 2011. A toast to health and performance! Beetroot juice lowers blood pressure and the O_2 cost of exercise. Journal of Applied Physiology, 110(3), 585-586.

Franchini E, Brito CJ, & Artioli GG, 2012. Weight loss in combat sports: physiological, psychological and performance effects. Journal of the International Society of Sports Nutrition, 9(1), 52.

Fox BF, 1999. Beden Eğitimi ve Sporun Fizyolojik Temelleri; Çev: Cerit M. Bağırgan Yayınevi, Ankara: 435.

Gastin PB, 2001. Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. Sports medicine, 31(10), 725-741.

Ghosh AK, 2010. Heart rate, oxygen consumption and blood lactate responses during specific training in amateur boxing. International Journal of Applied Sports Sciences, 22(1), 1-12.

Gollnick PD, Bayly WM, & Hodgson DR, 1986. Exercise intensity, training, diet, and lactate concentration in muscle and blood.

Guidetti L, Musulin A, & Baldari C, 2002. Physiological factors in middleweight boxing performance. Journal of sports medicine and physical fitness, 42(3), 309.

Günay M, Tamer K, & Cicioğlu İ, 2010. Spor fizyolojisi ve performans ölçümü. Gazi Kitabevi.

Günay M, Şıktar E, Şıktar E, Yazıcı M, 2008. Egzersiz ve Kalp Gazi Kitap evi, Ankara.

Günay M, Tamer K, Cicioğlu İ, 2006. Spor Fizyolojisi ve Performans Ölçümü. Gazi Kitapevi, Ankara:1-96.

Haff GG, & Triplett NT, 2015. Essentials of Strength Training and Conditioning. 4th Edition. Human kinetics.

Hale T, 2005. Exercise physiology: a thematic approach. 5th ed.. John Wiley & Sons.

Hausswirth C, & Mujika I, 2013. Recovery for performance in sport. Human Kinetics.

Hawley JA, & Williams MM, 1991. Relationship between upper body anaerobic power and freestyle swimming performance. International Journal of Sports Medicine, 12(01), 1-5.

Hermansen L, & Stensvold I, 1972. Production and removal of lactate during exercise in man. Acta Physiologica, 86(2), 191-201.

Hermansen L, & Stensvold I, 1972. Production and removal of lactate during exercise in man. Acta Physiologica, 86(2), 191-201.

Horswill CA, Scott JR, & Galea P, 1989. Comparison of maximum aerobic power, maximum anaerobic power, and skinfold thickness of elite and nonelite junior wrestlers. International Journal of Sports Medicine, 10(03), 165-168.

Hübner-Woźniak E, Kosmol A, Głaz A, & Kusior A, 2006. The evaluation of upper limb muscles anaerobic performance of elite wrestlers and boxers. Research Yearbook, 1(12), 218-221.

İçen A, 2013. Doping ve doping analiz yöntemleri. Erciyes üniversitesi eczacilik fakültesi. Kayseri.

Erdoğan O, Erhan SE, Şen İ, & Eroğlu H, 2009. Sporcularda farkli dozlarda kafein kullaniminin metabolizma üzerine etkileri. Journal of Physical Education and Sport Sciences, 11(4).

Inbar O, Bar-Or O, & Skinne JS, 1996. The Wingate anaerobic test. John Wiley & Sons.

Jable JT, 1989. Combat Sports in the Ancient World: Competition, Violence, and Culture. Sociology of sport journal 6(2) 176-7

Johnson AT, 2007. Biomechanics and exercise physiology: quantitative modeling. CRC Press.

Jones AM, Winter EM, Davison RR, Bromley PD, & Mercer T, 2016. Sport and Exercise Physiology Testing Guidelines: The British Association of Sport and Exercise Sciences Guide. Routledge.

Kanner J, Harel S, & Granit R, 2001. Betalains a new class of dietary cationized antioxidants. Journal of Agricultural and Food chemistry, 49(11), 5178-85.

Kara Z, 2016. Amatör futbol oyuncularında kafein alımından 60 dk ve 120 dk sonra kısa süreli yüksek yoğunluklu egzersiz performansı (Doctoral dissertation, Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü)..

Karakuş M, 2014. Sporcularda ergojenik destek. Spor Hekimliği Dergisi, 49(4), 155-167.

Karlic H, & Lohninger A, 2004. Supplementation of L-carnitine in athletes: does it make sense?. Nutrition, 20(7), 709-715.

Kenney WL, Wilmore J & Costill D, 2015. Physiology of Sport and Exercise 6th Edition. Human kinetics.

Khanna GL, & Manna I, 2006. Study of physiological profile of Indian boxers. Journal of Sports Science and Medicine, 5(5), 90-98.

Kounalakis SN, Koskolou MD, & Geladas ND, 2009. Oxygen saturation in the triceps brachii muscle during an arm Wingate test: the role of training and power output. Research in Sports Medicine, 17(3), 171-181.

Lansley KE, Winyard PG, Bailey SJ, Vanhatalo A, Wilkerson DP, Blackwell JR, ... & Jones AM, 2011. Acute dietary nitrate supplementation improves cycling time trial performance. Med Sci Sports Exerc, 43(6), 1125-1131.

Lansley KE, Winyard PG, Fulford J, Vanhatalo A, Bailey SJ, Blackwell JR., ... & Jones AM, 2011. Dietary nitrate supplementation reduces the O_2 cost of walking and running: a placebo-controlled study. Journal of Applied Physiology, 110(3), 591-600.

Lovell D, Kerr A, Wiegand A, Solomon C, Harvey L, & McLellan C, 2013. The contribution of energy systems during the upper body Wingate anaerobic test. Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism, 38(2), 216-219.

Luzi L, 2012. Cellular Physiology and Metabolism of Physical Exercise. Italia: Springer-Verlag.

Mazzeo RS, Brooks GA, Schoeller DA, & Budinger TF, 1986. Disposal of blood [1-13C] lactate in humans during rest and exercise. Journal of applied physiology, 60(1), 232-241.

McArdle WD, Katch FI, & Katch VL, 2010. Exercise physiology: nutrition, energy, and human performance. Lippincott Williams & Wilkins.

Meyer RA, & Terjung RL, 1979. Differences in ammonia and adenylate metabolism in contracting fast and slow muscle. American Journal of Physiology-Cell Physiology, 237(3), C111-C118.

Miller SL, Tipton KD, Chinkes DL, Wolf SE, & Wolfe RR, 2003. Independent and combined effects of amino acids and glucose after resistance exercise. Medicine and science in sports and exercise, 35(3), 449-455.

Morton JP, Robertson C, & Sutton L, 2010. Making the weight: a case study from professional boxing. International journal of sport nutrition and exercise metabolism, 20(1), 80-85.

Muggeridge DJ, Howe CC, Spendiff O, Pedlar C, James PE, & Easton C, 2014. A single dose of beetroot juice enhances cycling performance in simulated altitude. Med. Sci. Sports Exerc, 46(1), 143-150.

Netzel M, Stintzing FC, Quaas D, Strass G, Carle R, Bitsch R, ... & Frank T, 2005. Renal excretion of antioxidative constituents from red beet in humans. Food research international, 38(8), 1051-1058.

Ormsbee MJ, Lox J, & Arciero PJ, 2013. Beetroot juice and exercise performance. Nutrition and Dietary Supplements, 5, 27-35.

Özkan A, Köklü Y, Ersöz G, 2010. Wingate anaerobik güç testi. Uluslararası İnsan Bilimleri Dergisi, 7(1) 207-24.

Peeling P, Cox GR, Bullock N, & Burke LM, 2015. Beetroot juice improves on-water 500 m time-trial performance, and laboratory-based paddling economy in national and international-level kayak athletes. International journal of sport nutrition and exercise metabolism, 25(3), 278-284.

Pinna M, Roberto S, Milia R, Marongiu E, Olla S, Loi A, ... & Concu A, 2014. Effect of beetroot juice supplementation on aerobic response during swimming. Nutrients, 6(2), 605-615.

Piorkowski BA, Lees A, & Barton GJ, 2011. Single maximal versus combination punch kinematics. Sports Biomechanics, 10(01), 1-11.

Plowman SA, & Smith DL, 2013. Exercise physiology for health fitness and performance. 4th ed. Lippincott Williams & Wilkins.

Rasmussen BB, Tipton KD, Miller SL, Wolf SE, & Wolfe RR, 2000. An oral essential amino acid-carbohydrate supplement enhances muscle protein anabolism after resistance exercise. Journal of Applied Physiology, 88(2), 386-392.

Rimer EG, Peterson LR, Coggan AR, & Martin JC, 2015. Acute dietary nitrate supplementation increases maximal cycling power in athletes. Int J Sport Physiol Perform, 11(6), 715-20.

Rothwell S, & Alkhatib A, 2014. PP15 Effects Of Acute Dietary Nitrate Supplementation On 30-second Wingate Performance In Healthy Collegiate Males. A11-3

Schoenfeld B, 2016. Science and Development of Muscle Hypertrophy. 1st ed. Human Kinetics.

Selçuk M S, 2014. Bayan boksörlerde 6 haftalık direnç lastiği uygulamasının maksimal kuvvet ve anaerobik güce etkisi (Doctoral dissertation, Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü).

Siegel SA, 2009. Cardiovascular issues in boxing and contact sports. Clinics in sports medicine, 28(4), 521-532.

Siervo M, Lara J, Ogbonmwan I, & Mathers JC, 2013. Inorganic nitrate and beetroot juice supplementation reduces blood pressure in adults: a systematic review and meta-analysis. The Journal of nutrition, 143(6), 818-826.

Siervo M, Oggioni C, Jakovljevic DG, Trenell M, Mathers JC, Houghton D, ... & Klonizakis M, 2016. Dietary nitrate does not affect physical activity or outcomes in healthy older adults in a randomized, cross-over trial. Nutrition Research, 36(12), 1361-1369.

Şıktar E, Ekinci D, Şıktar E, Beydemir Ş, Gülçin İ, & Günay M, 2011. Protective role of L-carnitine supplementation against exhaustive exercise induced oxidative stress in rats. European journal of pharmacology, 668(3), 407-413.

Slimani M, Chaabène H, Davis P, Franchini E, Cheour F, & Chamari K, 2017. Performance Aspects and Physiological Responses in Male Amateur Boxing Competitions: A Brief Review. The Journal of Strength & Conditioning Research, 31(4), 1132-1141.

Smolin LA, & Grosvenor MB, 2009. Nutrition for Sports and Exercise. Infobase Publishing.

Tanner R, & Gore C, 2013. Physiological tests for elite athletes. 2nd ed. Human Kinetics.

Thompson C, Vanhatalo A, Jell H, Fulford J, Carter J, Nyman L, ... & Jones AM, 2016. Dietary nitrate supplementation improves sprint and high-intensity intermittent running performance. Nitric Oxide, 61, 55-61.

Tokish JM, Kocher MS, & Hawkins RJ, 2004. Ergogenic aids: a review of basic science, performance, side effects, and status in sports. The American journal of sports medicine, 32(6), 1543-1553.

Van Loon LJ, Saris WH, Kruijshoop M, & Wagenmakers AJ, 2000. Maximizing postexercise muscle glycogen synthesis: carbohydrate supplementation and the application of amino acid or protein hydrolysate mixtures. The American journal of clinical nutrition, 72(1), 106-111.

Vanhatalo A, Bailey SJ, Blackwell JR, DiMenna FJ, Pavey TG, Wilkerson DP, ... & Jones AM, 2010. Acute and chronic effects of dietary nitrate supplementation on blood pressure and the physiological responses to moderate-intensity and incremental exercise. American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology, 299(4), 1121-31.

Whyte G, Spurway N, & MacLaren D, 2006. The physiology of training: Advances in sport and exercise science series. Champaign, IL: Elsevier.

Winyard PG, Wilkerson DP, Gilchrist M, Jones AM. 2011. Acute Dietary Nitrate Supplementation Improves Cycling Time Trial Performance. Medicine and science in sports and exercise, 43(6), 1125-31.

Wylie LJ, Kelly J, Bailey SJ, Blackwell JR, Skiba PF, Winyard PG, ... & Jones AM, 2013. Beetroot juice and exercise: pharmacodynamic and dose-response relationships. Journal of applied physiology, 115(3), 325-336.

Wylie LJ, Mohr M, Krustrup P, Jackman SR, Ermıdis G, Kelly J, ... & Jones AM, 2013. Dietary nitrate supplementation improves team sport-specific intense intermittent exercise performance. European journal of applied physiology, 113(7), 1673-1684.

Yılmaz S, 2016. Kuvvet antrenmanında akut L-arjinin suplementasyonunun hormonal ve metabolik etkileri. Balıkesir.

Zupan MF, Arata AW, Dawson LH, Wile AL, Payn TL, & Hannon ME, 2009. Wingate anaerobic test peak power and anaerobic capacity classifications for men and women intercollegiate athletes. The Journal of Strength & Conditioning Research, 23(9), 2598-2604.

7. EKLER

EK A: Etik Kurul Onayı

T.C
Selçuk Üniversitesi
Spor Bilimleri Fakültesi
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurul Kararı

Karar Sayısı : 01

Sayın : Oktay ÇAKMAKÇI

Selçuk Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi / KONYA

Yürütücü : Oktay ÇAKMAKÇI

Yrd.Araştırıcı : Ali TATLICI

"Elit Boksörlerde Akut Besinsel Nitrat Takviyesinin Anaerobik Güç Üzerine Etkisi" isimli yüksek lisans tez projesi öneriniz incelenmiş ve Fakültemiz Girişimsel Olmayan Etik Kurul yönergesine uygunluğuna oy birliği/ oy çokluğu ile karar verilmiştir. 05.01.2017

Prof.Dr. Mehmet KILIÇ
Başkan

Doç.Dr. İ.Bülent FİŞEKÇİOĞLU
Üye

Doç.Dr. Sefa LÖK
Üye

Yrd. Doç.Dr. Ekrem BOYALI
Üye

Yrd.Doç.Dr. Özgür GÜL
Raportör

1. Etik Kurul Kararları Spor Bilimleri Fakültesi'Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurul Yönergesine göre verilmektedir.
2. Etik Kurul Kararları danışma niteliğindedir. Üyeler projeler hakkında verdikleri kararlardan dolayı idari ve cezai sorumluluk taşımaz.
3. Projenin yürütülmesi sırasında oluşacak olumsuzluklarda proje yürütücüleri sorumludur.
4. Etik Kurul Raporu verilen projelerde daha sonra proje ile ilgili bir değişiklik (araştırmacı, yöntem vb.) olması durumunda Etik Kuruldan yeniden onay alınması gerekmektedir. Aksi takdirde önceden alınmış olan rapor geçerliliğini yitirecektir

S.Ü. SPOR BİLİMLERİ FAKÜLTESİ TEL: (0.332) 241 00 41 FAX: (0.332) 241 16 08 KAMPÜS / KONYA

EK A: Gönüllü Onam Formu

GÖNÜLLÜ ONAM FORMU

Selçuk Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi öğretim üyesi Doç. Dr. Oktay ÇAKMAKÇI'nın yürütücüsü, Ali TATLICI'nın yardımcı yürütücüsü olduğu "Elit Boksörlerde Akut Besinsel Nitrat Takviyesinin Anaerobik Güç Üzerine Etkisi" adlı bu araştırmayla ilgili bana araştırmacılar tarafından ayrıntılı bilgi aktarıldı.

Araştırmacı ile aramda kalması gereken bana ait bilgilerin gizliliğine bu araştırma sırasında büyük özen ve saygıyla yaklaşılacağına inanıyorum. Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgilerimin ihtimamla korunacağı konusunda bana yeterli güven verildi.

Projenin yürütülmesi sırasında araştırmadan çekilme hakkımın olduğunu biliyorum. Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemin uygun olacağının bilincindeyim. Ayrıca, araştırmacılar tarafından da araştırma dışı tutulabilirim.

Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum ve bana da bir ödeme yapılmayacaktır.

Araştırma sırasında bir sağlık sorunuyla karşılaşırsam herhangi bir saatte, hangi araştırıcıyı, hangi telefon ve adresten arayabileceğimi biliyorum.

Bu araştırmaya katılmak zorunda değilim ve katılmayabilirim. Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim.

Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Kendi başıma belli bir düşünme süresi sonunda adı geçen bu araştırma projesinde katılımcı olarak yer alma kararını aldım. Bu konuda yapılan daveti gönüllü olarak kabul ediyorum.

Bu metnin imzalı bir kopyası bana verilecektir.

KATILIMCI

Adı, Soyadı:

Tel :

İmza :

KATILIMCI İLE GÖRÜŞEN ARAŞTIRMACI

Adı, Soyadı : Doç. Dr. Oktay ÇAKMAKÇI

Tel: 0532 465 18 05

İmza:

8. ÖZGEÇMİŞ

01.01.1992 tarihinde Antalya'da doğdu. İlkokulu ve ortaokulu Meryem Mustafa Ege ilköğretim okulunda bitirdi. Ardından Antalya Muratpaşa lisesinden mezun oldu. Lise yıllarında çeşitli amatör spor kulüplerinde futbol oynadı. 2010 yılında Akdeniz Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksek Okulu Beden eğitimi ve spor öğretmenliği bölümünü kazandı. 2014 yılında mezun oldu. 2014 yılında Akdeniz Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsünde yüksek lisansa başladı. 2016 yılı başında Selçuk üniversitesine araştırma görevlisi olarak atandı. Görevine halen devam etmektedir.