



**ELİT TEKVANDO SPORCULARINDA NİTRAT
VE L-ARGİNİNE ALIMININ AKUT AEROBİK,
ANAEROBİK PERFORMANS, DENGİ,
ÇEVİKLİK VE TOPARLANMA ÜZERİNE
ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

Zafer KAVCI

Yüksek Lisans Tezi

Beden Eğitimi ve Spor Ana Bilim Dalı

2024

(Her hakkı saklıdır.)

T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
KIŞ SPORLARI VE SPOR BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANA BİLİM DALI
BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR BİLİM DALI

**ELİT TEKVANDO SPORCULARINDA NİTRAT VE L-ARGİNİNE ALIMININ
AKUT AEROBİK, ANAEROBİK PERFORMANS, DENGİ, ÇEVİKLİK VE
TOPARLANMA ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

(Investigation of The Effect of Nitrate and L-Arginine Intake on Acute Aerobic, Anaerobic
Performance, Balance, Agility and Recovery in Elite Taekwondo Athletes)

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Zafer KAVCI

Danışman: Doç. Dr. Murat OZAN

Erzurum
Ocak, 2024

KABUL VE ONAY TUTANAĞI

Zafer KAVCI tarafından hazırlanan “Elit Tekvando Sporcularında Nitrat ve L-Arginine Alımının Akut Aerobik, Anaerobik Performans, Denge, Çeviklik ve Toparlanma Üzerine Etkisinin İncelenmesi” başlıklı çalışması 05/01/2024 tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonucunda başarılı bulunarak jürimiz tarafından Beden Eğitimi Ve Spor Ana Bilim Dalı, Beden Eğitimi Ve Spor Bilim Dalında yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Prof. Dr. Erdiñ ŞİKTAR

Atatürk Üniversitesi

Aslı ıslak imzalıdır

Danışman: Doç. Dr. Murat OZAN

Atatürk Üniversitesi

Aslı ıslak imzalıdır

Jüri Üyesi: Dr. Öğr. Üyesi Buket SEVİNDİK AKTAŞ

Erzurum Teknik Üniversitesi

Aslı ıslak imzalıdır

İkinci Tez
Danışmanı

Dr. Öğr. Üyesi Yusuf BUZDAĞLI

Erzurum Teknik Üniversitesi

Enstitü Yönetim Kurulunun
09/08/2024 tarih ve 2023/23-6
sayılı kararı.

Bu tezin Atatürk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddelerinde belirtilen şartları yerine getirdiğini onaylarım.

.... / / 2024

Aslı ıslak imzalıdır

Prof. Dr. Fatih KIYICI

Enstitü Müdürü

ETİK VE BİLDİRİM SAYFASI

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “Elit Tekvando Sporcularında Nitrat ve L-Arginine Alımının Akut Aerobik, Anaerobik Performans, Denge, Çeviklik ve Toparlanma Üzerine Etkisinin İncelenmesi” başlıklı çalışmanın tarafımdan bilimsel etik ilkelere uyularak yazıldığını ve yararlandığım eserleri kaynakçada gösterdiğimi beyan ederim.

... / ... / 2024

Aslı ıslak imzalıdır

Zafer KAVCI

☐ Tezle ilgili patent başvurusu yapılması / patent alma sürecinin devam etmesi sebebiyle Enstitü Yönetim Kurulunun .../.../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 2 (iki) yıl süreyle engellenmiştir.

☐ Enstitü Yönetim Kurulunun .../.../.... tarih ve sayılı kararı ile teze erişim 6 (altı) ay süreyle engellenmiştir.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamda kıymetli bilgi, birikim ve tecrübeleri ile bir an olsun yardımlarını ve desteğini esirgemeyen değerli danışmanım Sayın Doç. Dr. Murat OZAN hocama, tez yazımı, istatistik ve ölçümler konusunda yardımcı olan ikinci danışmanım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Yusuf BUZDAĞLI'ya, ve yine istatistik ve ölçümler konusunda yardımcı olan lisansüstü öğrenci arkadaşlarım Adem SAVAŞ ve Halil UÇAR'a sonsuz teşekkür ve saygılarımı sunarım.

TYL-2023-12928 kodlu projemize destek sunan Atatürk Üniversitesi BAP birim koordinatörlüğüne teşekkür ederim. Tez çalışmam sırasında özveriyle araştırmamıza katılan Tekvando milli sporcularımıza, ayrıca tez çalışmama ilişkin verilerin toplanmasında katkı sağlayan Akademisyen Hocalarıma şükranlarımı sunarım.

Ve hayatımın her anında sabırla, sevgiyle desteğini benden esirgemeyen, bugünlere gelmemde büyük pay sahibi olan anneme, kardeşlerime ve eşime çok teşekkür ederim.

Zafer KAVCI

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ELİT TEKVANDO SPORCULARDA NİTRAT VE L-ARGİNİNE ALIMININ AKUT AEROBİK, ANAEROBİK PERFORMANS, DENGE, ÇEVİKLİK VE TOPARLANMA ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Zafer KAVCI

Ocak 2024, 63 Sayfa

Amaç: Elit Tekvando sporcularında nitrat ve l-arginine alımının akut aerobik, anaerobik performans, denge, çeviklik ve toparlanma üzerine etkilerinin incelenmesidir.

Yöntem: Araştırma, çift-kör, randomize, çapraz çalışma olarak gerçekleştirildi. Alıştırma oturumu, antropometrik ölçümler, 72 saat aralıklarla ayrı ayrı sekiz deneysel deneme; Nitrat, L-argine, iki ajan birlikte (NİT*L-ARG) ve bir plasebo (PLA) takviyesi verilerek uygulandı. Nitrat takviyesi taze ıspanak homojen hale getirildikten sonra (837,40 mg/kg), L-argine ise toz formunda belirlenen düzeyde (6g) sporculara besin takviyesi olarak verildi. Araştırma 18 yaş ve üzeri 15 elit erkek tekvando sporcusunun gönüllü katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Verilerin normallik dağılımları Shapiro-Wilk testi ile kontrol edildi. Tekrarlanan ölçümler için zaman içinde varyans analizi (ANOVA RM) uygulandı. Küresel olmayan dağılımlar için Greenhouse Geiser düzeltmeleri Mauchly testi kullanılarak değerlendirildi ve ölçümler arasındaki ikili karşılaştırmalar Bonferroni post-hoc analizi ile test edildi. Aynı zamanda kısmi eta kare katsayısı (η^2) ile etki büyüklüğü hesaplandı. Tüm analizler için anlamlılık düzeyi $p<0,05$ olarak kabul edildi.

Bulgular: NİT*L-ARG takviyesini birlikte alan sporcuların Wingate peak power, peak power (w/kg) değerlerinde plaseboya oranla, ortalama power düzeyinde ise Nitrat, L-arginin ve plaseboya kıyasla performanslarında anlamlı iyileşme belirlendi. Ayrıca NİT*L-ARG takviyeli sporcuların wingate ve shuttle run testinin hemen ardından alınan kan laktat değerlerinde ve çeviklik performanslarında anlamlı iyileşme tespit edildi.

Sonuç: NİT*L-ARG takviyesinin sporcuların aerobik, anaerobik ve çeviklik performanslarının yanı sıra yorgunluk düzeylerinin iyileştirmesinde etkili olduğu saptanmıştır. Nitrat ve Larginin takviyesinin tek tek alımının Plaseboya kıyasla wingate ortalama power değerlerinde ve sonrasında oluşan yorgunluk düzeyinde sporcuların performansında iyileşmeye katkı sunduğu belirlendi. NİT*L-ARG takviyesinin sporcuların performansını artıracakı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Tekvando, Nitrat, L-Arginin, Wingate, Shuttle Run, Laktat, Çeviklik

ABSTRACT

MASTER'S THESIS

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF NITRATE AND L-ARGININE INTAKE ON ACUTE AEROBIC, ANAEROBIC PERFORMANCE, BALANCE, AGILITY AND RECOVERY IN ELITE TEAKWONDO ATHLETES

Zafer KAVCI

January 2024, 63 Pages

Purpose: To examine the effects of nitrate and l-arginine intake on acute aerobic, anaerobic performance, balance, agility and recovery in elite Taekwondo athletes.

Method: The research was conducted as a double-blind, randomized, crossover study. Practice session, anthropometric measurements, eight experimental trials separately at 72-hour intervals; Nitrate, L-argine, two agents together (NIT*L-ARG) and a placebo (PLA) were administered as supplements. Nitrate supplement was given to the athletes as a nutritional supplement after the fresh spinach was homogenized (837.40 mg/kg), and Larginine was given in powder form at the determined level (6g). The research was conducted with the voluntary participation of 15 elite male taekwondo athletes aged 18 and over. Normality distributions of the data were checked with the Shapiro-Wilk test. Analysis of variance over time (ANOVA RM) was applied for repeated measures. Greenhouse Geiser corrections for non-spherical distributions were evaluated using the Mauchly test, and pairwise comparisons between measurements were tested with Bonferroni post-hoc analysis. At the same time, the effect size was calculated with the partial eta square coefficient (η^2). For all analyses, the significance level was accepted as $p < 0.05$.

Findings: A significant improvement was determined in the performance of the athletes who took NIT*L-ARG supplement together in Wingate peak power, peak power (w/kg) values compared to placebo, and in average power level compared to Nitrate, L-arginine and placebo. In addition, a significant improvement was detected in the blood lactate values and agility performances of NIT*L-ARG supplemented athletes taken immediately after the wingate and shuttle run test.

Result: It has been determined that NIT*L-ARG supplement is effective in improving the aerobic, anaerobic and agility performances of athletes, as well as their fatigue levels. It was determined that the individual intake of Nitrate and Larginine supplements contributed to the improvement in the performance of the athletes in the wingate average power values and subsequent fatigue level compared to placebo. It is thought that NIT*L-ARG supplement will increase the performance of athletes.

Keywords: Taekwondo, Nitrate, L-Arginine, Wingate, Shuttle Run, Lactate, Agility

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY TUTANAĞI	i
ETİK VE BİLDİRİM SAYFASI	ii
TEŞEKKÜR	iii
ÖZ	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
TABLolar DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ	xi
BİRİNCİ BÖLÜM	1
Giriş	1
Araştırmanın Amacı	2
Araştırmanın Önemi ve Gerekçesi	2
Araştırmanın Sınırlılıkları	2
Varsayımlar	2
İKİNCİ BÖLÜM	3
Kuramsal Çerçeve ve İlgili Araştırmalar	3
Spor	3
Tekvando	3
Kyorugi	4
Poomsae	5
Tekvandoda Puanlama Sistemi	5
Tekvando Sporuna Özgü Teknik Hareketler	5
Tekvando ve Performans	6
Enerji Kaynakları	6
Enerji Sistemleri	6
Aerobik Enerji Sistemi	7
Maksimal Oksijen Tüketim Kapasitesi	8
Anaerobik Enerji Sistemleri	9
Fosfojen (ATP-CP) sistemi	9

Anaerobik glikoliz (laktik asit) sistem.....	10
Laktat ve Egzersiz	11
Laktik asit birikimi	12
Yetersiz oksijen.	12
Fiziksel Performans	13
Çeviklik	13
Esneklik	13
Reaksiyon	14
Sürat	14
Ergojenik Yardımcılar	14
Mekanik veya Biyomekanik Yardımcılar.....	15
Farmakolojik Yardımlar	15
Fizyolojik Yardımlar	15
Psikolojik Yardımcılar.....	16
Besinsel Yardımcılar	16
Kafein.	16
L-karnitin	16
Karbonhidrat.	17
Protein.....	17
Amino asitler	17
Kreatin.	17
L-arjinin.	17
Besinsel nitrat.	18
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM	22
Yöntem	22
Araştırma Grubu.....	22
Antrenman Protokolü	22
Yaş, Boy ve Vücut Ağırlığı	23
Supplement Protokolü	23
Wingate Anaerobik Testi.....	24
Kan Laktat Düzeyleri	24
Denge Testi.....	24
Çeviklik Testi (Illinois) Testi	25
Shuttle Run Testi (20 Metre Mekik Koşu Testi).....	25
İstatistiksel Analiz	25

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM	26
Bulgular	26
BEŞİNCİ BÖLÜM	31
Tartışma ve Sonuç	31
Öneriler	37
KAYNAKÇA	38
EKLER	49
EK-1. Etik Kurul Kararı	49
ÖZ GEÇMİŞ	50



TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. <i>Katılımcıların Karakteristik Özellikleri</i>	26
Tablo 2. <i>Katılımcıların Farklı Suplement Kullanımlarında Wingate Testi ile Sonrasında Alınan Lactat, Çeviklik Değerleri.....</i>	26
Tablo 3. <i>Katılımcıların Farklı Suplement Kullanımlarında Wingate Testinden Sonra Alınan Denge Skorları.....</i>	27
Tablo 4. <i>Katılımcıların Farklı Suplement Kullanımlarında 20 Metre Mekik Koşusuyla Belirlenen MaxVO₂ Düzeyleri ile 20 Metre Mekik Koşusu Sonrası Lactat ve Çeviklik Değerleri</i>	27
Tablo 5. <i>Katılımcıların Farklı Suplement Kullanımlarında Mekik Koşusundan Sonra Alınan Denge Skorları.....</i>	28

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. <i>Glikoliz Aşamaları</i>	11
Şekil 2. <i>Katılımcıların Farklı Suplement Kullanımlarında Anaerobik Egzersizden Sonra Uygulanan Denge Parametrelerin Grafikselsel Gösterimi</i>	28
Şekil 3. <i>Katılımcıların Farklı Suplement Kullanımlarında Aerobik Egzersizden Sonra Uygulanan Denge Parametrelerin Grafikselsel Gösterimi</i>	29
Şekil 4. <i>Katılımcıların Farklı Suplement Kullanımlarında Wingate Değerlerinin Grafikselsel Gösterimi</i>	29
Şekil 5. <i>Katılımcıların Farklı Suplement Kullanımlarında Peak Power (W/Kg) Değerlerinin Grafikselsel Gösterimi</i>	30
Şekil 6. <i>Katılımcıların Farklı Suplement Kullanımlarında Aerobik Değerlerinin Grafikselsel Gösterimi</i>	30

KISALTMALAR VE SİMGELER DİZİNİ

Asetil-KoA	: Asetil koenzim A
ATP	: Adenozin trifosfat
CO ₂	: Karbondioksit
Dk	: Dakika
H ₂ O	: Su
KAH	: Kalp atım hızı
L-ARG	: L-Arginin takviyeli ölçüm
max VO ₂	: Maksimum oksijen alım miktarı
ml	: Mililitre
mMol	: Milimol
NİT	: Nitrat takviyeli ölçüm
NİT*L-ARG	: Nitrat + L-Arginin takviyeli ölçüm
NO	: Nitrik oksit
NO ₂ -	: Nitrit
NO ₃ -	: Nitrat
PLA	: Plasebo takviyeli ölçüm
PCr	: Kreatin Fosfat
Sn	: Saniye

BİRİNCİ BÖLÜM

Giriş

Sporun insan organizmasını önemli düzeyde etkilediği herkes tarafından kabul edilmektedir. Ancak spor birçok branşlardan oluştuğundan dolayı kullanılan aerobik ve anaerobik enerji sistemlerine göre alınan ergojenik desteklerin süre, şiddet, sıklık ve ne kadar zamanda yapıldığı spor bilimlerinin araştırma konusunu oluşturmaktadır. Dünyada yaygın olarak yapılan spor branşı Tekvando da birçok beceri, yüksek enerji talebi ve yüksek düzeyde teknikler gerektiren bir spor branşıdır.

Hem elit hem de rekreasyonel sporcular, performanslarını artırmak için yasal yolları kullanmakla ilgilenirler. Dengeli beslenmenin tüketimi, genel sağlığın korunması ve antrenmandan sonra yakıt ve toparlanma açısından önemli olsa da, birçok sporcu yarışma sırasında performansı artırmak amacıyla besin takviyeleri de kullanır. Bu takviyelerin örnekleri arasında kafein, kreatin, sodyum bikarbonat, beta alanin, organik - inorganik nitrat ve benzeri supplantentler yer alır (Maughan vd., 2011).

Tekvando müsabakalarında, sporcuların fizyolojik özelliklerinin yüksek seviyede olması gerekmektedir (Heller vd., 1998a; Marković, Mišigoj-Duraković, & Trninić, 2005). Bu yüzden anaerobik ve aerobik enerji depolarının hızlı doldurulması sporcuların daha dinamik hareket sergilemesini, müsabaka sürecinde yüksek yoğunluk sergilemelerini ve sonrasında yorgunluğu hızlı tolere etmelerini zorunlu kılmıştır (Janowski vd., 2020). Sonuç olarak düzenli beslenmenin ve sıkı antrenmanların yanı sıra aerobik ve anaerobik enerji sistemlerin hızlı yenilenerek egzersiz sırasında veya sonrasında toparlanma süresini düşürmek aynı zamanda egzersiz öncesinde metabolik eşiğin üzerinde tamamlama yapma gereksiniminden dolayı dışardan ek besinsel yardımcılara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu yardımcıları araştırmanın konusu olan Nitrat ve L-arjin kullanımının geçmişteki çalışmalara bakıldığında birden fazla parametreye pozitif etki ettiği görülmüştür. Örneğin, besinsel nitrat, nitrik oksit üretimine katkıda bulunarak kan damarlarını genişletir ve kan basıncını düşürür. Ayrıca, besinsel nitrat, egzersiz performansını artırabilir, kas yorgunluğunu azaltabilir ve oksijen tüketimini optimize edebilir (Lidder & Webb, 2013). L-arjinin yoğun antrenmandan sonra toparlanma sürecinde amonyağı kandan uzaklaştırır. Bu anlamda L-arjinin alımı, büyüme hormonu sekresyonunu ve egzersiz sonrası kasların toparlanmasını uyarmaktadır (Castell vd., 2010).

Araştırmanın Amacı

Bu çalışmada amacımız Tekvando branşında Wingate, Çeviklik, Denge ve Shuttle Run testleri kullanılarak plasebonun üzerinde Nitrat (NO_3^-) ve L-arjinin ergojenik destekleri tek başına ve birlikte kullanımının anaerobik - aerobik ve çeviklik performansın yanı sıra yorgunluk sonrası toparlanmaya etkisini ortaya koyabilmektir.

Araştırmanın Önemi ve Gerekçesi

Bu araştırma; anaerobik-aerobik performans, çeviklik, denge ve toparlanma performanslarının gelişimi için nitrat takviyesinin sporcuların üst düzey performans göstermesinde etkili olabileceği düşüncesi üzerine odaklanılmıştır. Tekvando sporcularının değişken müsabaka koşullarında performanslarını sürdürebilmeleri ve korumalarını gerekmektedir. Bu sebeple araştırmanın amacı, tekvando spor branşında sporcuların dışardan ek besinsel yardımcılardan olan besinsel Nitrat (Ispanak) ve L-arjinin takviyesinin kullanmasının fiziksel ve fizyolojik performansların iyileştirilmesinde rolünün olup/olmadığını belirlemektir. Nitrat ve L-arginin tek kullanımının yanı sıra nitrat+arginin birlikte takviyesinin, ayrıca plasebo etkisinin sporcuların performansını ne yönde etkilediğini tespit etmek bu çalışmanın ana hedeflerini oluşturmaktadır.

Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu araştırma Erzurum'da ikametgah eden 18 yaş ve üzeri olan erkek 15 Tekvando sporcusu ile sınırlandırılmıştır.

Varsayımlar

- Sporcuların antrenman programında aranan özelliklere sahip olduğu varsayılmıştır.
- Bütün test ve ölçüm aletlerinin doğru çalıştığı ve sorun olmadığı varsayılmıştır.
- Sporculara uygulanan tüm antrenman programında egzersiz süre, şiddet ve sıklığı tam olarak yapıldığı varsayıldı.
- Sporcuların en az bir hafta öncesinden farklı supplement kullanmadıkları varsayıldı.
- Bütün test ve ölçümlerin yöntemlerinin geçerli ve güvenilir olduğu varsayılmıştır.

İKİNCİ BÖLÜM

Kuramsal Çerçeve ve İlgili Araştırmalar

Spor

Latince "Disporter/Desport" kelimesi, "zevk almak, farklı bir alana dikkat çekmek" anlamına gelen, "spor" kelimesinin kaynağıdır. 17. yüzyıldan sonra, bugünkü şekline dönüştü. İngiliz teknikleri 19. yüzyılda dünya çapında yayılmasına yardımcı oldu (Göral & Yapıcı, 2001). Spor, biyolojik, eğitimsel, sosyal bir faaliyettir ve bu özellikleri belirli egzersizler yoluyla belirli bir kişinin motor becerilerini, zihinsel, davranışsal ve sosyal davranışlarını geliştirirken belirli kurallara göre yarışmalarda göstermeye çalışır (İnal, 2000).

Spor bazı kurallara göre oynanır. Spor oynamak, rekabet, sosyalleşme, stres hafifletme, boş zaman değerlendirme, eğlenmek ve sevdiklerine veda etmek gibi çeşitli nedenlerden dolayı yapılabilir. Rekabetçi olmayan sporlarda performans o kadar konsantre değil. Bir topu içeren sporlar bir grup sporunun bir örneği; tequando ve kavgacılık bireysel sporların örnekleridir. Rekabet olduğu sporlarda performans önemlidir. İki takım arasında ya da rakibine karşı olmakla birlikte, rekabet bir başkasının ya da kendi en iyi puanını yenmeye çalışmak şeklinde de olabilir. Günümüzde, spor her yönüyle dikkate alınarak oynanır. Bu özelliklerin yanı sıra, spor barış, kardeşlik ve kişiler arası ilişkiler geliştirme aracı olarak da hizmet vermektedir. Bu, özellikle takım sporlarının büyük ölçüde dostluktan bağımlı olduğu orada yaşanan mücadeleler ışığında açıkça görülüyor. Aynı takımdaki sporcular, paylaştıkları sevinç ve üzüntüler ve aynı hedefe hayatlarını defalarca adadıkları için ayrılmak zor bir bağ oluşturuyorlar. Ama spor yapmak birinin fiziksel gücü, zihinsel keskinliği, algı, hızlı karar verme ve sosyal becerilerinin kullanılması gerektirir. Bu özellikler sporun sosyal, manevi ve fiziksel bileşenleri olduğunu gösteriyor. Sporun bireyler üzerinde ruhsal ve toplumsal etkileri vardır (Doğan, 2005).

Tekvando

Tekvando dövüş sanatı 120 yüzyıl önce Kore'de ortaya çıktı. "Do" sanat, "kwon" el ya da yumruk, ve "tae" bir ayakla vurmak anlamına gelir. Böylece, yumruk atmanın sanatı tektonizm'in tanımlanmasıdır (Lee & Kim, 2007). Tekvando yarışmacıları, ya gövdeye ve kafaya tekmelerin uygulanması için daha fazla puan elde ederek ve gövdeye yumruklar atarak ya da teknik bir nakavt elde ederek bir rakibi alt etmeyi amaçlıyor (Bridge vd., 2014). Yüksek enerji gereksinimleri ve karmaşık tekniklerle beceriye dayalı bir spor. Bu alanda, tüm uluslar

rakiptir. Dünya Tekvando Federasyonu olarak bilinen küresel organizasyon beş kıtadan oluşuyor. (Birrer, 1996). Endüstrinin muazzam popüleritesi ve ulaşımı nedeniyle, spor bilimcileri artık sporcuların fizyolojik ve fiziksel tepkilerini inceliyorlar. tir (Pérez Gutiérrez vd., 2017).

Tekvando müsabakalarında, sporcuların fiziksel ve fizyolojik özelliklerinin üst seviyede olması gerekmektedir (Birrer, 1996; Heller vd., 1998b; Marković vd., 2005; Pérez Gutiérrez vd., 2017). Herhangi bir sporda olduğu gibi, fiziksel yapı ve fitness Tekvando'da başarılı olmak için gereklidir. Uygun fiziksel yapı ve fitness eksikliği olan bir bireyin monopolda başarılı olması zorlaşacaktır. Antropometrik ve kinesiolojik özellikler, sadece takım içinde değil, tüm sporlarda performansını etkiler. Bir sporcunun fiziksel parametrelerini ve kompozisyonunu etkileyen anahtar unsurlardan biridir (Şahin, 2011). Tekvando sporcuları, vücut bileşimi, teknik ve taktik yetenekleri, motor becerileri ve fiziksel ve fizyolojik özellikler de dahil olmak üzere başarılı olmak için çeşitli hayati özelliklere sahip olmalılar (Bezci, 2007).

Eğer bir sporcunun fiziksel ve fizyolojik yapısı sporuna uygun değilse, sportif performansın yüksek seviyelerine ulaşması zor olacaktır. Güçlü bir fiziksel temelin tek başına etki yapması görülemez. Böylece vücut kompozisyonu, vücut yapısı, motor becerileri ve teknik ve taktik özellikleri atletik performansını etkileyen faktörlerdir (Kalyon, 1994). Müsabakalar, yüksek kalp hızı yanıtları (>90 tepe kalp hızı, HR_{tepe} noktası) ve orta ila yüksek laktat konsantrasyonları ($7.0-12.2 \text{ mmol.l}^{-1}$) (Bridge vd., 2014; Bridge, Jones, & Drust, 2009; Campos vd., 2012) ortaya çıkarır. Bu nedenle, fosfojen sisteminin yüksek yoğunluklu eylemler sırasında enerji sağlaması muhtemeldir, glikolitik sistem tekrarlanan yüksek yoğunluklu eylemleri desteklerken, oksidatif sistem bu eylemler ve şampiyona etkinliklerinde birbirini izleyen nöbetler arasındaki toparlanma sürecini kolaylaştırmak için önemlidir (Bridge vd., 2014; Bridge vd., 2009; Campos vd., 2012).

Kyorugi

Kyorugi; bu iki sporcu arasındaki bir yarışma, düzenlemelerle yönetilir ve yumruklama, atlama ve savunma manevraları içerir (Semsek, 2005). Kyorugi'de sporcu daha fazla puan almak için herhangi bir tekniği kullanmakta özgürdür. İdeal Kyorugi tekniği, düzgün bir vücut hareketi yapmak, gücü vermek ve hedefi çok kısa sürede vurmak için temel bacak tekniği ile üst düzey tekniği birleştirir (World Taekwondo Academy, 2018). Rekabet alanı, rekabet alanının ortasında sekizinci şekli olan alan olarak tanımlanır. Savaş alanının çapı yaklaşık sekiz metre. Her eksen kenarının uzunluğu yaklaşık 3,3 metre. Güvenlik alanı, yarışma alanının sınır çizgisi ile dış sınırı arasındaki bölge. Güvenlik alanı savaş alanından farklı renklidir (Pekcan & Özsoy 2019).

Poomsae

Poomsae, kişinin karşısında rakip varmış gibi tekvando tekniklerini kullanarak ve önceden planlanmış bir şekilde hareket çizgilerini takip ederek gerçekleştirdiği kendi kendine uygulama şeklidir (World Taekwondo Academy, 2018). Poomsae bir dizi savunma ve saldırı hareketidir ve çevremizdeki birçok rakibimizle savaşmak gibi eğitilmelidir (Fachrezzy vd., 2021). Poomsae sadece fiziksel hareketleri içermez, aynı zamanda solunum, ruh sürecini, zihinsel süreci ve savaş sanatı öğrenmeye başladığımızda daha önce öğrendiğimiz tüm manevi, ahlaki teknikleri de içerir (Fachrezzy vd., 2021).

Poomsae dövüş sanatlarında aktif bir meditasyon şeklidir, çünkü uygulayıcının zihni, bedeni ve ruhu arasında konsantrasyon ve uyum gerektirir, böylece yukarıda öğrendiği her şeyi bir dizi sinerjik hareket içinde kontrol etmek ve birleştirmek için en yüksek öz farkındalık elde edilir (Fachrezzy vd., 2021).

Tekvandoda Puanlama Sistemi

Tekvandoda elektronik puanlama sistemi benimsenmektedir. Puanlar yalnızca gövdeye yapılan vuruşlar ayak ile gövde koruyucunun elektronik cihazı arasında etkili bir temas belirlediğinde verilmektedir. Bu sebeple sporcuların doğru teknik eylemleri gerçekleştirmesi gerekmektedir. Maç sonucu, teknik hareketlerin sayısı ve tipolojisindeki farklılıkları belirlemeye de başarılı sporcuların, maçı kaybedenlere kıyasla başa ve gövdeye yönelik hem hücum hem de savunma hareketlerinde daha verimli oldukları görülmüştür (Tornello vd., 2014). Programlama ve bilişim alanındaki gelişmeler, rekabetçi sporlarda teknik ve taktik eylemleri uygulama başarısını nitelendiren faktörleri açıklama, tahmin etme ve hatta müdahale etme olasılığını yönlendirmektedir (Liebermann vd., 2002). Puanlama sistemi geliştikçe sporcuların teknik- taktik yaklaşımlara uyum sağlama biçimleri de gelişmektedir (Moenig, 2011).

Tekvando Sporuna Özgü Teknik Hareketler

Palding chagi ve dollo chagi teknikleri ayakların ön tarafı ile gövde ve yüze doğru daireler çizerek uygulanırken, naeryo chagi tekniği ile ayak tabanı ile yüz hedeflenmektedir. Tekvandoculara palding chagi ve dollo chagi'nin hedef vuruş kuvvetinin naeryo chagi'ye kıyasla daha yüksek değerlere sahip olduğunu görmüştür. Bunun nedeni olarak hedef vuruş noktalarının farklı olması ve gerekli tekniğin naeryo chagi'de farklı kaslar kullanılarak diğer iki teknikten farklı olarak uygulanması görülmüştür (Topal vd., 2011).

Tekvando ve Performans

Tekvando sporcularında anaerobik sistem müsabaka sırasında kısa ve hızlı maksimum güç patlamaları sağlarken, aerobik sistem müsabakanın toplam süresi boyunca eforu sürdürme ve kısa periyotlarda toparlanma becerisine katkıda bulunmaktadır (Casolino vd., 2012). Sporcular Tekvando yarışmasının fiziksel ve fizyolojik gereksinimleri yüzünden, kas gücü, esneklik, hız, hareketlilik ve hem anaerobik hem de aerobik gücü de dahil olmak üzere çeşitli alanlarda yetkin olmalılar (Marković vd., 2005). Tekvando uygulayan sporcuların anaerobik dayanıklılık özellikleri güçlü olması gerekmektedir. Çünkü bu nitelik küresel rekabette başarılı olmak için gereklidir (Bridge vd., 2014).

Tekvandoda maç sırasında alınan skorlar anaerobik alaktik sistem tarafından sürdürülen yüksek yoğunluklu hareketlerle elde edilmekte ve kreatin fosfat aerobik sistem tarafından yeniden sentezlenmektedir (Campos vd., 2012). Tekvando maçlarında sadece 1 dakikalık aralara izin verildiğinden, sadece kısmi bir toparlanmanın sağlanması muhtemeldir. Saldırı ve savunma tekniği uygulamaları sırasında gerçekleştirilen yüksek yoğunluklu eylemler için önemli olan kreatin fosfatın tamamen yeniden sentezi için daha fazla zaman gerekmektedir (Chiodo vd., 2011).

Enerji Kaynakları

İnsan vücudu enerji üretmek için çok sayıda kaynak kullanır. Bunlar proteinlerden, lipitlerden, karbonhidratlardan, ATP'den ve kreatin fosfatından gelir. İnsan vücudunda, ATP büyük miktarlarda depolanmaz. Vücudumuz kreatin fosfatları içerir ve ATP gibi, kısa süreli enerji verebilir. Vücudumuzun uzun süre enerji üretmek için hem yağlara hem de karbonhidratlara ihtiyacı vardır. Vücut enerji sağlamak için kendi proteinlerinin bazılarını katabolize edebilirken, protein kendisi bu amaçla saklanan bir madde değildir. Vücudumuz çeşitli kaynaklardan enerji üretebilir, ancak doğrudan enerjiye dönüştürülemezler; bunun yerine, enerjiyi serbest bırakmadan önce önce ATP şeklinde olmalıdırlar (Smolin & Grosvenor, 2009).

Enerji Sistemleri

Görev yapma yeteneği enerjinin genel tanımıdır. Tüm vücut fonksiyonları, kritik organların işleyişi, düşünce, konuşma, yürüyüş ve atlama hareketleri de dahil olmak üzere enerji gerektirir. Bu hareketler son derece hızlı bir enerji patlaması ve bir saat süren maratonlar için gereklidir (Taş & Kishalı, 2006). Temel kimyasal madde adenosin trifosfat, ya da ATP, tüm bu görevleri yerine getirmek için gereken enerjiyi sağlamak için parçalanır. Aktivitenin türüne ve yoğunluğuna bağlı olarak, ATP anaerobik (oksijensiz) ve aerobik (oksijenli) kimyasal

reaksiyonlar tarafından serbest bırakılır. Bir adenozin ve üç fosfat molekülü, kas hücrelerinde depolanmış olan ATP molekülünü oluşturur (Bompa & Haff, 2015).

Adenozin difosfatı + inorganik fosfatlar veya ADP+Pi, kas darlığı için gerekli enerjiyi serbest bırakmak için ATP'nin dönüşümünün ürünüdür. Fiziksel aktiviteyi sürdürmek için, kas hücrelerindeki ATP deposu miktarının sınırlı olması gerekir (Guyton & Hall, 1996).

Fiziksel egzersiz türüne bağlı olarak, ATP yeniden sentezine üç metabolik süreç katılır. Bunlar;

- Oksijen sistemi (Aerobik glikoz sistemi),
- Fosfojen sistem (ATP-PC sistemi),
- Laktik asit sistemi (Anaerobik glikoz) (Günay, Cicioğlu, & Kara, 2006).

Aerobik Enerji Sistemi

ATP üretimi açısından, aerobik sistem en makul sistemdir. Aerobik sistem, enerjiyi yaratmak için mitokondralarda besinlerin oksidasyonu sağlanan süreçtir. Sistemin oksijen tüketim kapasitesi en önemli göstergesidir (Günay vd., 2006; McArdle, Katch, & Katch, 2006).

Enerji, kasların uzun süreli ve sürekli aktivite için gerekli gücü sağlamak için sürekli bir gereksinimdir. Hızlı çalıştığı anaerobik enerji sisteminin aksine, aerobik sistem çok daha yavaş bir hızda enerji üretir. Sonuç olarak, dayanıklılık egzersizleri sırasında aerobik sistemi ana enerji kazanma mekanizması olarak hizmet vermektedir. Lipidlerden ya da karbohidratlardan aerobik enerji üretebilmektedir (Plowman & Smith, 2013).

Glikojen depoları 60–90 dakika süren orta yoğunluklu egzersiz için yeterlidir. Aerobik sistem iki ila üç saat süren aktiviteler için ana enerji kaynağıdır (Åstrand, 2003; Janssen, 2001). Glikoz oksijenin varlığında parçalanırken, 39 mol ATP'yi yeniden sentezlemek için yeterli enerji üretir, glikojenin metabolizmasıyla elde edilebilecek maksimum enerji miktarı sağlar. Parçalanmış glikoz molekülü karbondioksit (CO₂) ve su (H₂O) üretir (Guyton & Je, 2007; Günay vd., 2006). Anaerobik glikoliz süreci ve aerobik enerji yolları her ikisi de aynı 10 kimyasal diziyle başlar. Ancak anaerobik glikolizden farklı olarak, piruvik asit süt asidine metabolize edilmez ve asetilkoenzim A'ya metabolize edilir. Bu madde, Krebs çevresine girdiğinde oksidasyon sistemini başlatır (Sönmez, 2002).

Aerobik glikoliz, ya da glikoz ve glikojenin oksijenin varlığında parçalanması, laktik asit üretimine yol açmaz. Metabolik süreçler sırasında, oksijen, piruvik asitün laktik asite dönüşmesini durdurmak için bir hidrojen reseptörü olarak çalışır. Anaerobik sistemde yeterli oksijen olmadığı için, piruvik asit laktik asite dönüşür (Sönmez, 2002).

Enerji üretimi için yeterli glikoz bulunmadığında, mitokondrilerdeki yağ asitleri CO₂ ve H₂O'ya bölünür. Serbest yağ asitleri hücreler tarafından dolaşımdan emildiğinde, yağ asidlerinin oksidasyon süreci başlar. Mitokondralarda, beta oksidasyon yağ asitlerini asetil Co-A'ya dönüştürür. Asetil Co-A'yı oksitlemek için krebs döngüsüne girer. Yağlı asit zincirinin uzunluğu ne kadar ATP oluşturulduğunu (örneğin, palmitik asit 129 ATP) belirler. Vücut, yağ asitleri yetersiz ya da yeterli değilse, enerji elde etmek için depolanan proteinleri parçalar. Bu bozulma sonucunda bir üre oluşur (Guyton & Hall, 1996; Nindl vd., 1995).

Maksimal Oksijen Tüketim Kapasitesi

Maksimum oksijen tüketim kapasitesi, genellikle maxVO₂ olarak bilinir, vücut ağırlığının kilogramı başına (ml. kg⁻¹ dk⁻¹) ya da dakikada litreler halinde (l.dk⁻¹) tüketilen toplam miktar olarak tüketilen oksijeni tüketme miktarı olarak gösterilebildiği için daha kesin ve karşılaştırılabilir bir ölçüttür (Åstrand, 2003).

Dayanıklılık için en önemli fizyolojik gereksinimlerden biri, besinleri parçalamak ve ATP üretmek için gerekli olduğu için üretilen ATP miktarına bağlı olan kullanılan O₂ miktarıdır (Åstrand, 2003; Sönmez, 2002). Birinin aerobik kapasitesi daha fazla oksijen kullanma yeteneğiyle artar (Fox vd., 1999). Özellikle dayanıklılık sporlarında performansını etkileyen en önemli fizyolojik bileşen aerobik kuvvettir (Sönmez, 2002). Daha iyi dayanıklılık seviyelerine sahip sporcular 70 ml/kg/dk ulaşabilirken, düşük dereceli bireyler 20 ml/ kg/dk'dan daha az elde edebilirler (Murray & Kenney, 2017).

Egzersiz esnasında maxVO₂'ın yüksek oluşunda en önemli faktörün kardiyak çıktı olduğu gözlemler sonucu ortaya konmuştur. Kalbin atım volümü yani kalbin bir defada pompalayabildiği kan miktarı kişinin maxVO₂ değeri için belirleyici niteliktedir. Buna ek olarak maxVO₂ için diğer önemli tanımlayıcılar ise kan hacmi ve total hemoglobin miktarıdır (Akgün, 1989; Joyner, 2003).

Uzun vadeli sporlarda, aerobik dayanıklılık yarışmanın sonuna kadar zirve performansını korumada önemli bir rol oynar. Aerobik sistemin, organizmanın bu tür aktivitelerden sonra iyileşme ve dinlenme kapasitesine bağlı olduğu bilinmektedir. Eğer alaktik ve laktik anaerobik enerji bağımlılığı, düzensiz oyun yapısında özellikle fark edilebilir olsa bile, daha sonraki yükler için hazırlanabilir (Åstrand & Rodahl, 1986; Costill, Thomason, & Roberts, 1973).

Yaş, cinsiyet ve bireyin büyüklüğüne (vücut ağırlığı, yağsız vücut kitlesi ,boy uzunluğu) doğrudan bağlı olan maksimum oksijen alımını belirler (Robergs & Roberts, 1997). 12 yaşından itibaren, cinsiyet farklılıkları ortaya çıkmaya başlar. Kadınlar için, maxVO₂ kapasitesi 14–15

yaşlarında, erkekler için ise 18–20 yaşlarında artar. Bu büyümeye bağlı büyümeyi büyük ölçüde artırabiliriz, özellikle de tutarlı, uzun vadeli ve yoğun çalışma ile. Erkeklerin kadınlardan daha yüksek kas kütlesi ve hemoglobinleri olduğu için, yetişkin kadınların maxVO₂ seviyeleri erkeklerden daha düşüktür (25-30%). Yetişkinlikte azalmaya başlar ve oturmuş insanlar bu azalmayı daha hızlı deneyimler (Åstrand, 2003).

Vücudun eğitimle nasıl tepki verdiğine dair bireysel farklılıklar vardır. Genetik yapının, maksimum aerobik kuvvetin eğitime ne kadar tepki verici olduğu üzerinde önemli bir etkisi vardır. Bu artış yaşa bağlı olarak başlangıç maxVO₂ değerine göre % 2-3 kadar düşük ve % 30-50 kadar yüksek olabilir (Robergs & Roberts, 1997).

Anaerobik Enerji Sistemleri

Fosfojen (ATP-CP) sistemi.

ATP (adenozin trifosfat) olarak bilinen molekül nefes alma, kan dolaşımı, atık emme ve vücut ısını kontrol etmek de dahil olmak üzere kaslar için gerekli kimyasal enerjiyi sağlayarak vücudumuzun birçok önemli fonksiyonu yerine getirmek için gereklidir. Kaslar için gerekli enerjiyi sağlamak , kemik kasları da yürüyüş, jogging, ağırlık kaldırma, atlama, yumruklama ve çarpışmalara karşı koruma sırasında ATP'yi kullanır (Smolin & Grosvenor, 2009).

Adenin ve riboz üç fosfatla bağlanır, her birinin bir oksijen atomu ve fosfor atomu vardır, ATP üretmek için. Hidroliz sırasında büyük miktarda enerji üretirken, fosfatları bir araya bağlayan iki bağ yüksek enerji bağları olarak bilinir. ADP olarak bilinen yapı, bir bağın hidrolize edildiğinde oluşur; bu enzim ATPaz tarafından mümkün hale getirilir ve iki fosfatı korur (Luzi, 2023).

İnsan vücudu, vücudun enerji üretmek için sadece ATP molekülünü kullanabileceği gerçeğine rağmen, dinlenirken ortalama sadece 6 mmol.kg⁻¹ ATP'yi depolayabilir. Eğer maksimum bir çalışma miktarı başlatmak için yeterli olsa bile bu ATP deposu ortalama olarak en fazla 3 saniye çalışmaya izin verebilir. Normal bir insan vücudunun günlük olarak yaptığı 40 kg'a kıyasla bir sporcu her gün ortalama 70 kg ATP'yi geri dönüştürür ve hidrolize eder. Maksimum çaba esnasında, hidroliz hızı 0.5 kg·dk⁻¹ seviyesine kadar yükselebilir. ADP'ye dönüştüren moleküller ATP yapılandırmasına üç farklı şekilde dönebilirler. Bunlar ADP molekülleri, hücrelerin sیتoplazmında anaerobik solunum yapıyor, kreatin fosfatla etkileşime giriyor ve daha sonra hücrenin mitokondrilerinde hava solunumu yapıyordu (Plowman & Smith, 2013).

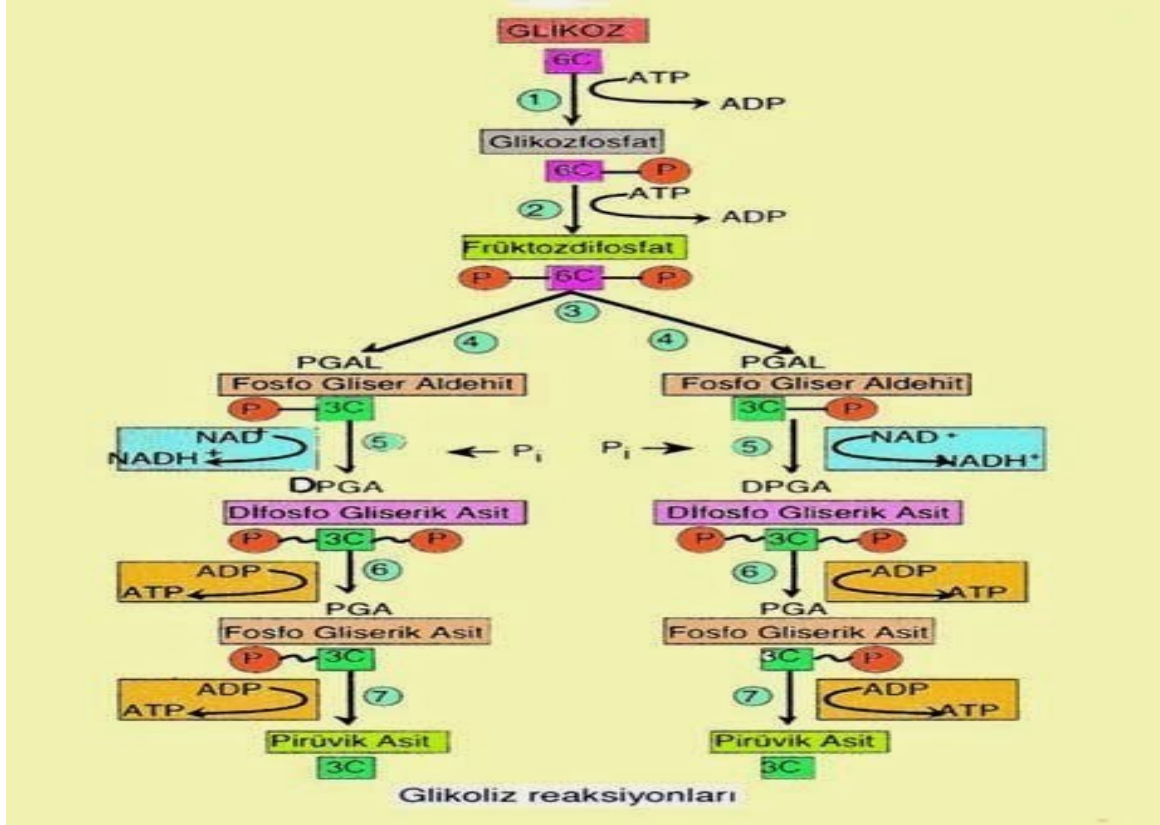
Sınırlı ATP deposu nedeniyle, kreatin fosfat (PCr) hareket süresini garanti etmek için etkinleştirilen bir diğer moleküldür. Kreatin fosfatındaki yüksek enerji fosfat bağları anaerobik olarak bozulabilir. PCr ve ATP, benzer özelliklere sahip iki moleküldür. Kreatin kinaz, ADP'nin ATP'ye dönüşümünü kolaylaştıran bir enzimdir ve PCr'nin sorumlusudur. 15 mmol kilo başına ortalama PCr oranıdır (Spurway & MacLaren, 2006).

Anaerobik glikoliz (laktik asit) sistem.

Glikolitik enerji sistemi, bazen anaerobik glikoliz sistemi olarak adlandırılır. Oksijen ihtiyacı olmadan 6–60 saniyelik maksimum yüklerde en fazla enerji üreten sistemdir (Tanner & Gore, 2012). Anaerobik glikoliz, glikoz veya kas glikojisini parçalamak için biyokimyasal bir süreçtir ve ATP'nin oluşumuna yol açan 10 ila 11 enzimik kimyasal süreçler tarafından düzenlenir. Her insan dokusu glikoliz sürecini enerji üretmek için kullanma yeteneğine sahiptir. Bu mekanizma için, glikoz, neredeyse tüm diğer şekerlerden oluşabildiği için eşsiz bir yapıdır. Kan şekerinin yüzde doksan dokuz'u glukozdur. Onlar ya karaciğerin glikojenin parçalanması ya da glikoz karbonhidratlarının sindirimi ile üretilir. Glikoz sentezlendiğinde, glikojen üretir, bu da gerekli olana kadar kas veya karaciğerde depolanır (Kenney, Wilmore, & Costill, 2021). İnsan vücudunda depo edilen glikojen miktarı, yaklaşık kaslarda 300 gram iken karaciğerde 150 gram olarak bulunmaktadır (Birch, George, & McLaren, 2004).

Bir fosfat anaerobik glikoliz başlangıcında glukoz 6-fosfat üretmek için kullanılır. Başlangıçta fosfat kullanmak gerekli değildir, ancak glikojen yakıt olarak kullanmak gerekmez. Glikolizinin üçüncü aşaması, yani fruktoz-6-fosfatların fruktoz-1,6-difosfatlara dönüştüğü zaman, ikinci fosfat kaybı olduğunda gerçekleşir; bu aşamadan sonra, artık fosfat kaybetmiyor. Yedinci ve onuncu aşamalar arasında toplamda dört ATP üretilir. Ancak, orijinal yakıtına bağlı olarak, iki ya da üç ATP elde edilir (Hale, 2005). Sonuçlanan pirüvik asit ya enzim dehidrogenaz tarafından laktata dönüştürülür ya da hücrenin çevresindeki oksijen yoğunluğuna ve mitokondri seviyesine bağlı olarak, kreps döngüsüne girerken asetil koenzime dönüşür (Draper & Hodgson, 2008).

Şekil 1. Glikoliz Aşamaları (<https://www.bilgiustam.com/glikoliz-ve-asamaları/>)



Yüksek yoğunlukta, doksan saniyeye kadar süren maksimum aktivitelerde, anaerobik glikoliz aerobik enerji yolundan daha hızlı ATP üretir, ancak ATP-PCr sistemi kadar hızlı enerji üretmez (Abernethy, 2013). 5 veya daha fazla tekrarın yoğun setleri için enerji kaynağı öncelikle hızlı anaerobik glikolizden gelir, bu da 45 saniye veya daha uzun sürebilir. Maksimum yüklerde, bu sistem dinlenmekte olduğundan 100 kat daha fazla kullanılabilir. Bununla birlikte, pH düştüğünde, bu oran giderek yavaşlar (Gastin, 2001). Bu mekanizma, 400 metre koşucunun neden daha yavaş hareket ettiğini ve 100 metre sprint yarışçılarının yarışın son birkaç metre boyunca neden yavaşlamaya eğilim gösterdiğini açıklıyor (Abernethy, 2013). Anaerobik sistem öncelikle 400–800 m koşusu, 100 m koşu, paralel barlar, spor sahası hareketleri ve boks maçları sırasında kullanılır (Plowman & Smith, 2013).

Laktat ve Egzersiz

Çoğu günlük aktivite gibi, mütevazı egzersiz, kan laktat konsantrasyonunun dinlenmesine veya hafifçe artmasına neden olur. Egzersiz sırasında üretilen laktik asidi miktarı uzunluğu ve yoğunluğuna göre değişir (Sahlin, 1992).

Bir aerobik enerji sistemi ilk olarak yeterli oksijen kullanılmazsa veya kısa bir süre içinde daha fazla enerji gerektirdiği zaman daha sık daha şiddetli bir egzersiz sırasında

kullanılır. Bu artış fiziksel aktivite sırasında kan laktatında bir artışa neden olur (Loat & Rhodes, 1993; Yıldız vd., 1998).

Anaerobik süreçler, gerekli tüm miktarda aerobik enerjiye ulaşana kadar orta derecede aktivite sırasında devam eder. Egzersiz yoğunluğu yükseldiğinde, kan laktat seviyeleri onunla birlikte yükselir; egzersiz yoğunluğunda sabit kalırsa, kan laktat seviyesi dinlenme seviyelerine geri döner ve egzersiz uzun bir süre boyunca sürdürülür (Åstrand & Rodahl, 1986).

Maksimum ve submaksimum yoğun egzersizler aerobik metabolizmanın sınırlarını aştığında laktatlar üretilir. Bu, glikoliz oranında bir artışa neden olur. Laktat sentezinin artması pH'yi düşürür ve Ph düştüğünde, fosfofructokinaz enzimini inhibe eder ve glikoliz de yavaşlayarak enerji üretmek için kullanılan malzemelerin miktarını azaltır ve kas daralmasını kısıtlar (Sahlin, 1992).

Laktik asit birikimi.

Kan ve kaslar normal şartlar altında çok fazla laktik asidi biriktirmez. Kan laktat konsantrasyonları dinlenirken 0.5 ila 2.2 mmol/L arasında değişir. İlk egzersizin yoğunluğu arttıkça, daha fazla laktaz toplanır (Gollnick, Bayly, & Hodgson, 1986).

Yetersiz oksijen.

Kan akışını durdurarak, bir nefesin sonunda mitokondriya'nın son elektron alıcısı olarak oksijenin rolü yüksek yoğunluklu kısa yükler veya maksimum statik kontraksiyonlar sırasında azaltılabilir. Glikoliz, bu koşullar altında mitokondrilerin alabildiğinden daha fazla NADH + H⁺ üretir. Bu yenilenmiş hidrojen atomlarının NAD⁺ taşınması için hidrojenin pruvik aside aktarılması gereklidir, çünkü pruvik asit çabucak laktik asidine dönebilir (McArdle, Katch, & Katch, 2010).

Vücuttaki görünümünden sonra, laktat kan dolaşımına ve doku boşluklarına girerek manipülasyon ve enerji metabolizması alanını terk eder. Bu anaerobik glikoliz ve ATP yeniden sentezine yol açar. Kan ve oral laktik asit seviyeleri yükselir ve ATP oranı tüketim oranının altında düşerse enerji üretimi sürdürülemez hale gelir. Son olarak, yorgunluk oluşur ve egzersiz performansı negatif yöne çekmeye başlar. Anaerobik koşullar altında hücre içi asit artışı, bir dizi enerji transfer enzimini devre dışı bırakır, kasların bağlanma yeteneğini zayıflatır ve yorgunluğa katkıda bulunur (McArdle vd., 2010). Kan laktat konsantrasyonu gösterdiği gibi, laktaatların oluşumu ve bakır karbonatla işlemleri açıkça dengededir. Protonları absorbe ederek, bikarbonat (HCO₃⁻) kan pH üzerindeki H⁺ iyonlarının zararlı etkilerini azaltır. H₂CO₃. Laktat temizlenir ve bicarbonate ile işlenir, hemostazı eski, normal aralığına geri getirir (Mazzeo vd., 1986).

Fiziksel Performans

Vücutun taşıdığı bir ağırlık, spor performansının mümkün olan en iyi derecesini göstermek için gerekli süre boyunca dayanabilme ve devam etme yeteneğidir. Sabırın başka bir anlamı, vücudun uzun süreli fiziksel aktivite boyunca aşırı stres ya da yorgunluğu tolere etme kapasitesidir. Sonuç olarak, bir sporcunun dayanıklılığı tipik olarak fiziksel ve fizyolojik yorgunluğu tolere etme yeteneği olarak tanımlanır. Bu nedenle, tüm organizmanın yorgunluğuna karşı hareket etme yeteneği, laktik asit miktarını sabit bir yoğunlukta artırmadan dinamik bir çalışma boyunca yürütülebilen bir çalışma olarak tanımlanabilir (Dündar, 2000).

Fiziksel fitness bir kişinin hareketlerinin doğruluğuna ve vücudunun fiziksel dayanıklılığıyla ilgili durumuna bağlıdır. Bu farkındalık, yorgun olmadan en uzun süre hareket edebilen kişinin en iyi fiziksel fitness seviyesine sahip olduğunu belirtir (Beyleroğlu, 1998). Çalışma kapasitesi fiziksel fitness'in bir fonksiyonudur. Güç, dayanıklılık, koordinasyon, hız ve bu özelliklerin etkileşimi bireyin kapasitesini belirler (Zorba, Ziyagil, & Erdemir, 1999).

Bir sporcunun fiziksel niteliklerini daha iyi tanımlamak ve fiziksel özelliklerine en yakından benzeyen sporda performanslarını artırmak için, fiziksel fitness fikri önem kazanmıştır. Bu kavram, denge, güç, hareketlilik, tepki hızı, hız, koordinasyon, kardiyovasküler dayanıklılık, esneklik, kuvvet, kas dayanımı ve vücut farkındalığı içerir (Corbin & Lindsey, 1994).

Çeviklik

Güç, fitness ve gücü tanımlamak için kullanılan bir kelimedir ve birçok spor ve hobi için çok önemli kabul edilir. Çarpışmayı hayatta kalan bir boksörün, rutinini bacakları üzerinde bitiren bir balet dansçısı ve rakibini yere getiren bir dövüşçünün eylemlerinde hareketlilik görülür. Ancak performanslarını iyileştirmeye odaklanan sporcular, hareketliliği yön değiştirmelerini sağlayan bir lokomotif yetenek olarak görüyorlar. Tenis, futbol ve basketbol, bu hareketlerin sık sık görüldüğü alan sporları örnekleridir. Bu açıdan bakıldığında çeviklik, vertikal veya yatay motor kontrolünü korurken hızlı bir duraklama, yön değişikliği ve hızlanmayı etkili bir şekilde birleştirme yeteneği olarak bilinir (Verstegen & Marcello, 2001).

Esneklik

Esneklik, kasları en pratik ve maliyet verici şekilde kullanma yeteneği ve en geniş açıdan eklemlerin maksimum hareketinin sınırınıdır. Daha fazla esnekliğe sahip bir kişi daha kolay hareket edebilir ve vücut eklemlerinde daha geniş bir hareket aralığına sahiptir. Bir eklem sisteminin veya bağının en büyük açıda hareket etme kapasitesidir (Ghorbanzadehkoshki, 2009).

Bağların esnekliği ve hareketliliği hareket etmeyi sağlar. Bir eklemi oluşturan kemiklerin şekli ve eklem yüzeylerine nasıl bağlandıkları nedeniyle, eklem elastikliği kişiden kişiye farklılık gösterir (Yamaner, 1990). Kas viskozitesi, yaş, cinsiyet ve vücut türü, bağ dokusu elastikiyeti ve karşılıklı kas koordinasyonu da dahil olmak üzere çeşitli unsurların esnekliği, eklem yapısında kalıtsal değişiklikler tarafından etkilenir (Otman, Demirel, & Sade, 2014).

Reaksiyon

Reaksiyon süresi birçok sporda kritik bir faktördür. Alarmanın iletme hızı uyarıya ne kadar hızlı tepki verebileceğini belirler. Çok sayıda çalışmaya göre, fiziksel eğitimle tepki süresi kısalabilir (Polat, Ramazanoğlu, & Bozkurt, 2002).

Sonuç olarak, sinir kanalından gelen bir uyarıcı sinirlerin yoluyla merkezi sinir sistemine gider, nerede karar verme amaçlı olarak nöronlar aracılığıyla kaslara iletilir ve kaslar yönlendirmelere göre çakışarak tepki verir (Gündüz, 1998).

Antrenman, reaksiyon süresini 0.12 saniyeye kadar uzatabilir. Bu, değişim uyarısının beyne ve beyninden organlara seyahat etme hızını artırmadan, mevcut tepki hızını korumak, teknik beceri seviyesini yükseltmek ve hareket ekonomisini artırmakla elde edilebilir. Uygulamalar, odaklanmanın, dikkatin, kas öncesi gerginliğin ve ısınmanın hepsinin tepki hızı üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu gösteriyor; gürültü, odak eksikliği, tipik uyarı aralığı ve yorgunluk, diğer taraftan, ters bir etkiye sahiptir (Dündar, 2003).

Sürat

Sürat, herhangi bir durumda, en az miktarda zaman gerilimine yol açan bir şekilde ulaşılabilir en hızlı hızda hareketin gösterilmesidir. Hız ve güçle çok ilgisi var. Aynı zamanda vücudun belirli durumlarda hızlı hareket etme yeteneği olarak da tanımlanabilir (Muratlı, 1990). Sinir stimülatörlerinin regenerasyona neden olduğu sürat, biyokimyasal bir acil enerji kaynağı olan ATP-CP'nin ne kadar üretildiğini belirler (Yaman & Coşkuntürk, 1992).

Bir vücudu ya da onun bir kısmını hızlı bir şekilde ve belirli bir hareket açısıyla mükemmel koordinasyonla hareket etme yeteneği hız olarak bilinir. En yüksek hızda çalışmak ya da en yüksek sinir aktivitesi, sindirim sistemini tetikler (Göksu, 2003).

Ergojenik Yardımcılar

Besleyici ergojenik destekler, işin üretimini kolaylaştıran ajanlar veya süreçler olarak tanımlanır. Bunlar genellikle doğal olarak meydana gelen besin sıvıları, tozlar, jeller veya düzenli olarak tüketilen haplar şeklinde alır. Bu diyet takviyeleri, atletik performansını

artırmak, iyileşmeyi hızlandırmak, dayanıklılık artırmak ve yorgunluk ve kas yaralanmalarını azaltmak gibi çeşitli kullanımlara sahiptir. Son yıllarda, besleyici ergojenik ilaçların kullanımı önemli bir artış gösterdi ve neredeyse her hafta yeni bir ürün piyasaya çıkıyor. Sporcuların temel hedefi, yaptıkları spor dallarında en iyi performansı sergilemektir. Sporcuların öncelikli hedefi sporlarında en üst düzeyde performans göstermektir. Bu nedenle, hedeflerine ulaşmak ve rakiplerini aşmak için, sporcuların çoğunluğu besleyici ergojenik aids'e yönelirler. Bu ergojenik yardımlara olan artan ilgi göz önüne alındığında bu konuya dikkat etmek gerekir. Bazı ergojenik destekler atletin performansını iyileştirirken, piyasaya sürülen ve sporcunun sağlığı üzerinde doğrudan olumsuz bir etkiye sahip birçok ürün de bu destekleri içerir. Ergojenik desteklerin etkilerini destekleyen kanıtlar çelişkili ve azdır. Bu amaçla incelenen çalışmalarda, bazı ergojenik destekler hariç, yararlı etkilerini gösteren çalışmalar nadir ve yetersiz gösterilmiştir. Dayanıklı, tutarlı ve amaçlı bir diyet, optimal fiziksel büyüme, iyi sağlık ve yüksek atletik performans elde etmenin tek yolu olduğunu asla unutmamalıyız. Ayrıca, bu ürünleri bir antidot olarak kullanmak tavsiye edilmez; bunun yerine, bu alanda deneyimli bir beslenme uzmanına danışılması gerekmektedir (Bayram & Öztürkcan, 2020).

Mekanik veya Biyomekanik Yardımcılar

Araçlar için alanlar, giysi, ayakkabı ve aletler gibi malzemelerin performansını artırmak için biyomekanik ya da mekanik olarak geliştirilmiştir. Örneğin spor kıyafetleri, sporcuları rüzgar, soğuk ve ısı gibi unsurlardan korumak için yapılır (İçen & Yılmaz, 2013).

Farmakolojik Yardımlar

Sporcunun performansını artırmaya yönelik farmakolojik yardımcıların kullanılmasıdır. Ancak bu maddeler IOC (Uluslararası Olimpiyat Komitesi) tarafından yasaklanmıştır. Bu maddelerin kullanılmaları insan sağlığı üzerine ciddi zararlar verebilmektedir. Stimulanlar narkotik anajezikler, anaboloik steroidler farmakolojik maddelere örnektir. (Kenney, Wilmore, & Costill, 2015).

Fizyolojik Yardımlar

Sporcularda belirli fizyolojik süreçlerin doğrudan etkisi, fizyolojik destek amaçlı olarak karakterize edilebilir. Fizyolojik yardımlar;

- Kan dopingi
- Eritropoietin
- Yüksek irtifa antrenmanı
- Hiperoksia

- Elektrostimülasyon
- Sirkadien ritim
- Sauna masaj
- Oral progestojenler
- Nikotin Şeklinde uygulanabilir (Günay & Tamer, 2010).

Psikolojik Yardımcılar

Psikolojik yardımcıları, üç aşamada sıralanır: Bunlar;

- Stimülanlar,
- Trankilizanlar,
- Psiko-regülasyon ve psiko-doping becerileridir.

Kuşatma, atış, buz pateni ve dalış gibi aktivitelerde, gerginlik daha yoğun olduğu yerlerde, psikolojik olarak çalışan yardımcıları daha sık kullanılır (Yılmaz, 2016).

Besinsel Yardımcılar

Egzersiz yapan insanlar doğal olarak metabolik yıkımla enerji açıklığı oluşur , genellikle beslenme yardımıyla bu eksikliği hızlı ve etkili bir şekilde karşılayabilirler. Doz, tablet veya sıvı şeklinde diyetimizden elde ettiğimiz çeşitli besinler bu yardımlardır (Yılmaz, 2016).

Kafein

Bir madde genellikle birçok formda bulunur kafein. Vücuda çeşitli etkilere sahip olabilecek bir ilaç ise kafein. Sporcular çoğunlukla fiziksel olarak uyarılır ve sinir sistemleri bu etkilere etkilenir (Erdoğan vd., 2009). Kan damarlarının genişlemesinin oksijen akışını artırdığı bilinen etkileri arasında yer alıyor. Şu anda bu listede olmasa da, bir süredir yasak maddeler listesinde bulunuyor (Kara, 2016).

L-karnitin

Yağı enerji haline dönüşmesine yardımcı olduğu için L-karnitin bileşik ergojenik yardımcı sınıfına girmiştir (Şıktar vd., 2011). Karnitine bağımlı olan iç mitokondrial membran yoluyla yağ asitlerinin taşınması, L-karnitin'in en çok akademik olarak araştırılan fonksiyonudur. L-karnitin, membranların bütünlüğünü korumada, laktaat sentezini azaltmada ve mitokondrallarda fizyolojik koenzim A (CoA) asetil-CoA (coASH) oranını düzenlemede rol oynamaktadır (Karlic & Lohninger, 2004).

Karbonhidrat

Kas glikojeni ilk araştırmalarından bu yana uzun süreli aktivite için önemli bir yakıt olarak tanınmıştır. Egzersiz yoğunluğu arttıkça, kas glikojen ihtiyacı da artar ve yorgunluk ile kas glukojen deposu kaybı arasında açık bir ilişki vardır. Bu nedenle, egzersiz sonrasında glikojen sentezinin hızını etkileyen önemli değişkenlerden biri de iyileşmenin ne kadar sürdüğü. Glikojen sentezinin hızını en üst düzeye çıkarmak için, yeterli karbonhidrat alımı önerilir (Van Loon vd., 2000).

Protein

Antrenman sonrası protein tüketimi, antrenman sonrası kas protein sentezinin hızını artırmak ve kas proteinlerinin parçalanmasını önlemek için iyi kurulmuştur, bu nedenle net kas proteininin hemen antrenman sonrasında iyileşme aşamasında artmasına izin verir. Vücudun uzun vadeli güç egzersizlerine uyum sağlamak için yeterli miktarda protein tüketmesi tavsiye edilir (Tatlıcı & Çakmakçı, 2017).

Amino asitler

Hem proteinlerin sentezi hem de dağılımı güç egzersizleri ile hızlandırılır. Ancak yeterli protein (amino asit) tüketilmezse, güç eğitimi sırasında proteinlerin parçalanması ve oluşturulması arasında olumsuz bir ilişki vardır. Sonuç olarak, egzersiz ve beslenme arasındaki denge, güç eğitimi ile meydana gelen anabolizmada yansıtılır. Bunlar, amino asitlerin emilmesi anabolizm üzerinde faydalı bir etki yaratmak için bir ön koşul olduğu sonucuna yol açar (Miller vd., 2003; Rasmussen vd., 2000).

Kreatin

Özellikle kırmızı et ve kabuklu balıklarda bulunan kreatin, vücudun glikin, arginin ve metionin ile birlikte sentezlediği nitrojen içeren bir moleküldür (Darren vd., 2014).

Kreatinin ana etkileri, fosfokreatin enerji depolarında artış, PCr yeniden sentezinin hızlandırılması, daha az kas hasarı, yüksek yoğunluklu egzersize daha iyi adaptasyon ve artan güç üretimidir. Antrenmanla birlikte kullanıldığında daha faydalı olduğuna inanılsa da çalışmalar, kreatin desteğinin hem antrenmanlı hem de antrenmansız kas kütlesini, gücünü ve performansını etkilediğini göstermiştir (Devries & Phillips, 2014).

L-arginin

Protein sentezi ve amonyak detoksikasyonu için önemli bir amino asit L-arginindir (Campbell vd., 2006). L-arginin sadece protein sentezi için gerekli değildir, aynı zamanda

protein sentezini kontrol etmekte de bir rol oynar. Ek olarak, L-arginin, kan akışını, kas gücü ve dayanıklılığı artırmak için kullanılan nitrik oksit bir öncülüdür (Alvares vd., 2011; Mendes-Ribeiro vd., 2009).

L-arjinin yoğun antrenmandan sonra toparlanma sürecinde amonyağı kandan uzaklaştırır. Bu anlamda arjinin alımı, büyüme hormonu sekresyonunu ve egzersiz sonrası kasların toparlanmasını uyarmaktadır (Castell vd., 2010). Direnç egzersizleri yapan kişiler için faydalı olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca, kan akışındaki bir artış, egzersiz yapan iskelet kaslarından besin iletimini ve/veya atık ürünün uzaklaştırılmasını artırarak teorik olarak spor performansını iyileştirebilir (Little vd., 2008).

Aerobik egzersiz sırasında, kasların ihtiyaç duyduğu oksijeni sağlamak için kardiyovasküler sistem hızla çalıştırmaktadır. L-arginin, vücuttaki nitrik oksit seviyelerini artırarak damarların genişlemesine ve kan akışının artmasına yardımcı olmaktadır. Bu da aerobik egzersiz sırasında daha fazla oksijen ve besin maddesi taşınmasına ve daha hızlı toksinlerin atılmasına olanak tanımaktadır (Kooijman vd., 2008).

Hayvanlarda ve konjestif kalp yetmezliği, stabil anjina ve pulmoner hipertansiyon gibi bazı klinik popülasyonlarda, L-arginin alımının aerobik egzersiz performansı ve maksimal aerobik güç üzerinde olumlu etkileri olduğu gösterilmiştir (Bednarz vd., 2004; Ceremużyński, Chamiec, & Herbaczyńska-Cedro, 1997; Maxwell vd., 2001; Mizuno vd., 1998; Nagaya vd., 2001). Ayrıca L-arginin takviyesinin spor performansını ve vücut kompozisyonunu etkileyebileceği ancak bu konudaki verilerin tutarsız ve batılı ülkelerle sınırlı olduğu gösterilmiştir. Bir klinik çalışmada, 15 gün boyunca günlük 3 g L-arginin takviyesi alımı, erkeklerde kas yorgunluğunu azaltmış ve spor performansını artırmıştır (Santos vd., 2002).

Besinsel nitrat

Nitrik oksit (NO), hücrel solunum, vazodilatasyon ve anjiyogenez gibi çok sayıda vasküler ve hücrel fonksiyonda rol oynayan bir sinyal molekülüdür. NO, diyetle alınan nitratin (NO_3^-) yutulmasıyla hem endojen hem de eksojen yollardan üretilir. NO_3^- – bazı NO_3^- bakımından zengin sebzelerde bulunan aktif bir bileşiktir ve potansiyel olarak ergojenik ve aynı zamanda sağlığı teşvik edici etkilere neden olur. Bu haliyle, NO_3^- - hem ergojenik bir yardım olarak spor açısından ilginç bir bileşik hem de kardiyovasküler olayların olasılığını azaltmak için potansiyeli uygun maliyetli bir araç olarak sunulmaktadır (Clements vd., 2014).

Yiyeceklerdeki nitrat, dilimizdeki fakültatif anaerobik bakteriler tarafından biyoaktif nitrite (NO_2^-) dönüştürülür. Daha sonra enzimler ve kimyasallar biyoaktif nitriti nitrit okside

dönüştürür (Siervo vd., 2013). Başka bir deyişle insan vücudu, besinlerdeki nitrata nitrik okside dönüştürme yeteneğine sahiptir (Vanhatalo vd., 2010, Bülbül & Soylu 2008).

Nitrik oksit (NO), damar direncini azaltan ve kan damarlarını genişleten önemli bir moleküldür. L-arginin, canlıların çoğunluğu tarafından öncüsünden sentezlenir. NO, altta yatan hücre zarlarından hızla yayılarak arter duvarındaki kas hücrelerini düzleştirir. Sinyal iletimi ve hücreler arası iletişim için çok önemli bir enzim olan guanilil siklaz buraya bağlanır ve aktive edilir. Sempatik vazokonstriksiyonu zayıflatarak ve arteriyel düz kas gevşemesine neden olarak bu, yakındaki kan arterlerinde kan akışını artıran bir olaylar zincirini başlatır. NO'nun kalp dokusu, süngerimsi damar dokuları, deri ve diyafram dahil iskelet kası üzerinde güçlü bir vazodilatör etkisi vardır (McArdle vd., 2010).

Besinsel nitrata vücuttaki birçok faydalı etkisi vardır. Örneğin, besinsel nitrat, nitrik oksit üretimine katkıda bulunarak kan damarlarını genişletir ve kan basıncını düşürür. Ayrıca, besinsel nitrat, egzersiz performansını artırabilir, kas yorgunluğunu azaltabilir ve oksijen tüketimini optimize edebilir (Lidder & Webb, 2013).

Çalışmalar, besin nitrat yükünün insan kaslarının üretkenliğini artırdığını göstermiştir (Lansley vd., 2011a). Sporcular nitrik oksit (NO) kullanıyorlar, çünkü fiziksel çaba, heyecan, gerginlik ve korkuya karşı etki edebildiğine inanıyorlar; aynı zamanda vücuttaki kan oksijen seviyesini yükseltir, vücudun tüm bölgelerine kan akışını artırır ve güç ve enerji sağlar (Taş vd., 2011). NO₃ yüklenmesinden sonra plazma NO₂⁻ seviyelerindeki artışlar kas kontraksiyon fonksiyonlarında, kas oksijenasyonunda ve kas metabolik verimliliğinde artış göstermiştir. Ek olarak, edebiyatta, en azından uygun eğitilmemiş kişilerde dayanıklılık egzersiz kapasitesinin iyileştirildiği gösterilmiştir (Thompson vd., 2016).

Uzun süredir yapılan çalışmalar sebze tüketiminin yüksek besin içeriğinden dolayı çeşitli vücut sistemlerinde olumlu faydalar olduğunu göstermiştir. Sebzelerin yüksek inorganik nitrat (NO₃⁻) konsantrasyonu bu semptomların bazılarının nedeni olabilir (Pinna vd., 2014).

Sebze, özellikle spinach, marul, ve kabak gibi yapraklı sebzeler, çok fazla nitrat biriktirir; aksine, patates, kuruyemiş, çilek ve fasulye gibi kökler ve kökler nispeten az nitrat toplanır (Santamaria, 2006; Keeton, 2017). Sebzelerin nitrat ve nitrit içeriği 1 ila 10.000 mg/kg arasında değişebilir. Bitki türü, iklim, hasat mevsimi, tarım sonrası depolama koşulları ve tarım uygulamaları gibi çok sayıda çevresel faktör nitrat birikimini etkiler (Leszczyńska vd., 2009). Nitrat seviyesindeki sebzeler arasında ıspanak, pancar, pazı, hardal, turp, roka, yer alıyor ve yüksek nitrat içeriği bulunan Amarantaceae familyasında ki, marul, kereviz ve maydanozda bulunmuştur (Santamaria, 2006).

Petersen & Stoltze (1999) ve Hunt & Turner (1994), yüksek nitrat seviyelerinin ıspanak örneklerinde olduğunu doğrulamışlardır. Konu ile ilgili çalışmalar incelendiğinde, Stavroulakis vd., (2018), 396 bitki örneği incelemek için kullanımı kolay, hızlı ve doğru bir iyon kromatografisi yaklaşımı kullandılar. Bulgularına göre sebzelerin nitrat seviyeleri 10 ila 5619 mg/kg arasındadır. Sebzeler söz konusu olduğunda, yapraklı, kök ve saplı çeşitlerinde diğer sebzelere oranla daha çok nitrat seviyesi yüksek olduğu bulunmuştur. Hepsağ (2019), nitrat miktarlarını belirlemek için toplam 102 yapraklı sebze (34 marul, 34 ıspanak, 34 baş salatası ve 34 rok) incelendi. Nitrat miktarı ıspanakta 32-3486 mg/kg, marulda 74-2825 mg/kg, baş salatası 33-1985mg/kg ve roka örnekleri 24-1870 mg/kg miktarları arasında bulunmuştur. Araştırma sonuçlarına dayanarak, nitrat içeriği açısından incelenen sebzeler en yüksek ve en düşük nitrat seviyelerine göre sıralandı: ıspanak, marul, baş salata ve roka. Ormsbee vd., (2013), NO₃⁻ içeriği 100 gramda 250 mg'dan fazla olan pancar kökü suyu, ıspanak, kereviz, marul ve havuç suyu ile birlikte en yüksek değerlere sahip sebzeler arasında olduğunu göstermişlerdir.

Nitrat aldığımız besinlerin dilimizde bulunan fakültatif anaerobik bakterilerce biyoaktifnitrite (NO₂) dönüştürülür. Biyoaktifnitrit kimyasal yolla ve enzimlerce sonra nitrit oksite çevrilir (Siervo vd., 2013). Aynı zamanda vücudumuzun besinlerden alınan nitratı nitrik okside dönüştürür (Vanhatalo vd., 2010, Bülbül & Soylu 2008). Kan damarlarını genişleten ve vasküler direncini düşüren önemli bir sinyal molekülü nitrik oksittir. (NO). L-argininin öncüsü, doğada yaşayan canlıların çoğunluğu tarafından üretilir. NO, arter duvarının kas hücrelerini rahatlatmak için aşağıdaki hücre membranlarına hızlı bir şekilde nüfuz eder. Burada, sinyal dönüşüm ve hücre iletişimi için kritik bir enzim olan guanil siklazına bağlanır ve aktive edilir. Arteri düz kası rahatlatarak ve sempatik vasokonstriksiyonu azaltarak, bu, yakın kan arterlerine kan akışını iyileştiren bir dizi olay başlatır. Nitrat, cilt ve miyokard dokusu, süngerimsi vasküler dokular, kuvvetli vazodilatatör etkisini iskelet kasını (diyafram dahil) etkilemektedir (McArdle vd., 2010). NO bir internoron veya sinyal mesajı olarak hareket eder ve koku alımını, kan pıhtı oluşumunu önlemeyi ve artan bağışıklık tepkisini kontrol etmeyi içerir. Aynı zamanda, ısı stresi cilt aktif vasodilasyonu teşvik eder ve hafif egzersiz eğitiminin bir öncüsü olarak koroner damarların hızlı bir şekilde büyümesine neden olur. Duygusal stres ortamlarında, örneğin egzersiz sırasında, NO için vasküler duvar reseptörleri merkezi kardiyovasküler uyarıya karşılık olarak kan basıncını kontrol etmekte rol oynamaktadır (McArdle vd., 2010). Beslenme yoluyla nitrat tüketiminin kas performansını artırdığı kanıtlanmıştır (Lansley vd., 2011b). Kas hücrelerindeki mitokondriler tarafından nitrik oksit kontrolü de kas verimliliğinin artmasından sorumlu olabilir (Siervo vd., 2013). En azından iyi antrenmanlı olmayanlarda, NO₃⁻ yükünden kaynaklanan plazma NO₂⁻ seviyelerindeki artış, kas oksijenasyonunun, kas metabolik

verimliliğinin, kontraksiyon fonksiyonlarının ve dayanıklılık eğitimi kapasitesinin iyileştirilmesiyle ilişkilendirilmiştir (Thompson vd., 2016).

Yapılan çalışmalar, nitrat takviyesi aerobik egzersiz kapasitesini artırdığını, egzersiz sırasında algılanan stresi azalttığını ve yorgunluğun süresini uzatmayı gösterdiğini göstermiştir. (Bond, Morton, & Braakhuis, 2012; Cermak, Gibala, & Van Loon, 2012a; Cermak vd., 2012b; Christensen, Nyberg, & Bangsbo, 2013; Wilkerson vd., 2012).

Bu işlevlerin egzersiz sırasında, özellikle aerobik egzersiz sırasında önemli olduğu göz önüne alındığında, dayanıklılık egzersiz performansını iyileştirmek için NO üretimini artırmaya büyük ilgi vardır. Spesifik olarak, ATP yeniden sentezinin oksijen maliyetini azaltmak, çapraz köprü oluşumunun ATP maliyetini düşürmek ve vazodilatasyonu teşvik etmek için artan NO sentezi önerilmiştir, böylece oksijen alım kinetiğini hızlandırabilen iskelet kası kan akışını ve oksijen perfüzyonunu arttırır (Jones vd., 2018). Bu etkiler, egzersiz verimliliğini artırarak, egzersiz başlangıcındaki oksijen eksikliğini azaltarak ve $\dot{V} O_2$ yavaş bileşenini azaltarak dayanıklılık egzersiz performansının artmasına dönüşebilir (Rothwell vd., 2015). Nitratin öncelikle dayanıklılık egzersizlerinde performansını artırmak için altı ila iki saatlik aktivite arasında kullanıldığı bulunmuştur (Bangsbo vd., 2003; Mohr, Krstrup, & Bangsbo, 2003).

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

Yöntem

Araştırma Grubu

Bu çalışma Erzurum ilinde uygulanmış olup, 15 tekvando sporcusunun katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Katılım şartları : On sekiz yaşından büyük olmak, en az sekiz yıllık tekvando tecrübesine sahip olmak ve ulusal ve uluslararası dereceler elde etmek olarak belirlendi. Hariç tutulma koşulları şunlar: (a) test veya takviye aşamasında uyarıcı, narkotik ve/veya psikoaktif madde kullanımı, (b) son üç ay içinde hormon düzeylerini etkileyebilecek besin takviyesi veya steroid gibi maddelerin tüketimi veya spor performansı ve (c) çeşitli testlerde performansı bozabilecek herhangi bir ortopedik, nörolojik, kardiyovasküler, pulmoner veya metabolik durumun belirlenmesi olarak uygulandı. Sporcu grubu tekvando branşında bulunan olimpiik her sıklitten en az 2 sporcuyu kapsamalı amaçlanmıştır. Halter, judo, güreş, boks ve tekvando gibi sıklit sporlarında yapılan araştırmalarda, farklı ağırlık kategorilerindeki sporcuların farklı vücut yapılarına sahip oldukları görülmektedir. Bu nedenle, sıklit sporlarında vücut yapısı ve performansla ilgili çalışmaların ağırlık kategorileri dikkate alınarak yapılması önemlidir (Chan vd., 2003; Pieter, 2008; Noh vd. 2014; Revan vd., 2018). Bu nedenle bu araştırmada elit seviyedeki tekvandocuların olimpiik sıklitlere göre somatotiplerinin belirlenmesi ve karşılaştırılması da amaçlanmıştır.

Antrenman Protokolü

Bu çift-kör, randomize, çapraz çalışmayı 9 test oturumu oluşturmuş: alıştıırma oturumu, antropometrik ölçümler, ayrı ayrı sekiz deneysel deneme NO veya L-arginin, iki ajanın (NO*L-arginin) ve bir plasebonun (PLA) bir kombinasyonu. Takviye alımıyla ilişkili sirkadiyen ritim girişiminden kaynaklanan yanlılığı önlemek için, katılımcılar aynı zaman diliminde ($\pm 0,5$ saat) her bir ölçüm 72 saatlik bir dinlenme aralığı sonrası gerçekleştirilmiş, sporcular toplamda 8 kez performans ölçümlerine katılım göstermiştir. 8 seansta da katılımcılara rastgele plasebo, nitrat, l-arginin ve nitrat * l-arginin takviyesiyle; Aerobik, anaerobik ve atletik gelişimi değerlendirmek için her deneysel seanslarda shuttle run (mekik koşusu testi), Wingate (WT), laktat, denge, çeviklik ve atletik performans ölçümleri uygulanmıştır.

Yaş, Boy ve Vücut Ağırlığı

Saplement kullanımında özellikle katılımcıların tanımlayıcı özellikleri önem arz etmektedir. Kilogram başına kullanılan saplement farklılıkları olacağından ve katılan sporcuların siklet sporcu olmasından dolayı bu verilerin alınması çalışma için önemlidir. Bu tarz çalışmalar da BKİ’de grupların homojen olması için alınması gereken ölçümler arasındadır. Bundan dolayı yaş, boy, vücut ağırlığı ve BKİ değerlendirilmesi gerekiyor. Çalışmaya katılan sporcuların kimlik bilgileri alınarak yaşları kaydedilmiştir. Katılımcıların vücut ağırlığı ölçümlerinde 0,01 kg hassasiyetinde (Hüray, İstanbul) tarafından üretilen elektronik baskül kullanılmıştır. Katılımcıların üzerinde sadece şort olacak şekilde, çıplak ayak ve anatomik duruş pozisyonunda kayıt alınmıştır. Katılımcıların boy ölçümleri ise anatomik duruşta, çıplak ayak, topukları bileşik, katılımcı nefesini tutmuşken, baş frontal düzlemde, baş üstü tablası verteks noktasına değer şekilde pozisyon alındıktan sonra, ayakta dururken hassasiyeti ± 1 mm olan (Soehnle Ultrasonic Boy Ölçer) boy ölçer aracılığıyla elektronik olarak ölçülüp ve değerler cm cinsinden kaydedilmiştir. Beden kütle indeksi (BKİ), $BKİ = \text{ağırlık}/(\text{boy})^2$ (kg/m²) formülü kullanılarak hesaplanmıştır.

Supplement Protokolü

Araştırmada kullanılacak olan nitrat, taze ıspanaklardan elde edilecektir. Öncelikle taze ıspanakların nitrat içeriği Ertürk (2020)’göre belirlenmiş ve Atatürk Üniversitesi Gıda Mühendisliği laboratuvarlarda tespit edilmiştir. Analiz ile birlikte tekvando sporcularına verilecek nitrat miktarı belirlenmiştir. Literatürde ısıtma işlem uygulanmayan ürünlerde ıspanak için nitrat içeriğin 3000 mg/kg’ı geçmemesi gerektiği belirtilmektedir (Özdecan, 2002). Mevcut araştırmada ham madde olarak kullanılan ıspanak örneklerinin ortalama nitrat ve nitrit değerleri sırasıyla 837,40 mg/kg ve 9,20 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Türk Gıda Kodeksi 2011 verilerine göre taze ıspanağın nitrat içeriğinin yasal sınırın altında olduğu tespit edilmiştir. 10 g örnek üzerine 50 ml 50-60°C sıcaklıkta ultra saf su ilave edilmiş ve karışım 200 ml’lik balon jöjelere alınmıştır. Balon jöjeye 50 ml asetonitril eklenmiş ve 15 dakikalık karıştırma işleminden sonra ultra saf su ile 200 ml’ye tamamlanmıştır. Hazırlanan numuneler nitritsiz/nitratsız filtre kağıdından süzildükten sonra elde edilen filtratlar 0,45 µm’lik fitreden geçirilmiş ve viallere alınmıştır. Kalıntı nitrat miktarı, HPLC/DAD (Agilent 1100, USA) kullanılarak belirlenmiştir. Kolonda akış hızı 2 ml/dak olacak şekilde ayarlanmış ve UV 220 nm’de ölçüm gerçekleştirilmiştir. Sistemde kolon olarak Hamilton PRP-X100 (5 µm × 150 × 4.6 mm, USA) kullanılmış ve tanımlamada nitrat standardından yararlanılmıştır. Sonuçlar mg/kg olarak belirlenmiştir (NMKL, 2000). Standart maddeler 1-50 mg/kg konsantrasyonlarda

hazırlanmıştır. LOD ve LOQ değerleri en düşük konsantrasyonun 6 tekrar okutulması ile elde edilen standart sapmadan elde edilmiştir.

Nitrit için LOD:1.76 mg/kg LOQ: 5.87 mg/kg Nitrat için LOD:2.98 LOQ:5.95mg/kgTaze ıspanakların nitrat içeriği belirlendikten sonra, blender yardımıyla homojen hale getirilerek ve posasıyla birlikte sporculara verilmiştir. Diğer taraftan tekvando sporcularına verilecek olan L-arginine miktarı kullanım prosedürüne göre toz halinde verilmiştir. Bu prosedür belirtildiği gibi 6 g/250 ml su olarak uygulanmıştır. Çalışmaya başlamadan 72 saat öncesine kadar katılımcılara benzer bir besin alımı (%60 karbonhidrat, %30 lipid ve %10 protein) sağlayacak şekilde bir diyet listesi verildi. Ek olarak, kafein ve uyarıcı ilaçların alımı, ek eliminasyonu için çalışma sonuçlarıyla potansiyel etkileşimi önlemek için deneysel oturumdan 48 saat önce sınırlandırılmıştır. Bu nedenle katılımcıların nitrat ve l-arginin yoğunluklu besinlerden uzak durmaları için bir liste hazırlandı.

Wingate Anaerobik Testi

Wingate, özel bir bisiklet ergometresi (Monark 894E, Peak Bike, Vansbro, İsveç) üzerinde gerçekleştirildi. Alışma seansında koltuk ve kulp pozisyonları anlatıldı. Her katılımcı için değiştirilmiş (yaklaşık 170–175° diz açısı ile) ve kalan test oturumlarında tekrarlanmıştır. Parmak kısıkaçları kullanılarak katılımcıların bacakları güvenli bir şekilde pozisyonda tutulmaları ve pedallara dokunmaları sağlanmıştır. İkinci ve üçüncü dakikalarda dirençsiz beş saniyelik sprintleri de içeren 60 W'ta beş dakikalık bir ısınmanın ardından, katılımcılar aynı zamanda %7,5'lik sabit bir yüke karşı maksimum eforlarını sarf ederken, önerildiği gibi 30 saniye boyunca maksimum hızla pedal çevirmeleri sağlanmıştır. Ek olarak, katılımcılara minimum vücut dönüşüyle ve pedal ivmesi olmadan (başlangıç hızı sıfırdı) krank yapmaları talimatı verilmiştir . Standart testleri maksimum performansta gerçekleştirmelerini sağlamak için sözel teşvik uygulaması kullanılmıştır.

Kan Laktat Düzeyleri

Lactate Scout 4 (Leipzig, Almanya) analiz cihazı, üreticinin talimatlarına göre sol elin işaret parmağının ucundan kan örnekleri (5 µL) alınmıştır.

Denge Testi

Statik ve dinamik denge ölçümleri “SPORT KAT 4000 Denge Ölçümü” cihazı ile yapıldı. Bu cihaz hem statik hem de dinamik denge ölçümleri yapabilmektedir. Her ölçümden önce platform kalibre edilmiştir. Daha sonra sporcuların cihazı tanımaları ve testte daha verimli

olabilmeleri için statik ve dinamik denge testlerini denemeleri sağlanmıştır. Statik ve dinamik denge testlerinde baskın, baskın olmayan ve her iki bacak ölçümleri alındı.

Çeviklik Testi (Illinois) Testi

Çeviklik Testi (Illinois) Testi Genişliği 5 m, uzunluğu 10 m ve ortada 3,3 m aralıklarla düz bir çizgi üzerine dizilmiş dört koniden oluşan bir test parkurudur. Test 40 m düz ve 20 m koniler arası 10 m'de bir 180 dönüşlü slalom koşusundan oluşmaktadır. Test parkuru hazırlandıktan sonra iki kapılı fotoselli elektronik kronometre sistemi (Tümer Elektronik Ltd., Ankara, Türkiye) kuruldu, cihaz 0,01 s hassasiyetle ölçüm için başlangıç ve bitiş noktalarına sahiptir. Denekler, koşu pozisyonuna hazır olduklarında test parkurunun başlangıç çizgisinden çıktılar, bitirme süresi saniye olarak kaydedildi ve test bir kez yapıldı.

Shuttle Run Testi (20 Metre Mekik Koşu Testi)

MaxVO₂, maksimum oksijen tüketimi olarak adlandırılan bir fizyolojik ölçüttür ve aerobik dayanıklılığın bir göstergesidir. 20 m Mekik Koşusu (Shuttle Run) testi, bu değeri belirlemek için kullanılan saha testlerinden biridir. Bu test, sporcuların 20 metrelik mesafeyi gidip gelerek tamamladığı 23 seviyeli bir testtir. Test, 8,5 km/s (9 saniye) hızla başlar ve her seviyede koşu hızı dakikada 0,5 km/s arttırılır. Sporculardan, sinyal sesiyle eş zamanlı olarak 20 metre aralıklı çizgilere temas etmeleri istendi. Eğer bir sporcu iki kez üst üste 20 metre aralığına ulaşamazsa, test sonlandırıldı Sporcular, tükenene kadar egzersizi sürdürdüler. Elde edilen sonuçları MaxVO₂ değerine dönüştürmek için Ramsbottom ve arkadaşları tarafından geliştirilen yöntem kullanıldı. Bu yöntem, test performansına dayalı olarak sporcuların maksimum oksijen tüketimini tahmin etmeye yönelik matematiksel bir modeldir.

İstatistiksel Analiz

Veriler ortalama $\pm$ standart sapma olarak sunuldu. Verilerin normallik dağılımları Shapiro-Wilk testi ile kontrol edildi. Tekrarlanan ölçümler için zaman içinde varyans analizi (ANOVA RM) uygulandı. Küresel olmayan dağılımlar için Greenhouse Geiser düzeltmeleri Mauchly testi kullanılarak değerlendirildi ve ölçümler arasındaki ikili karşılaştırmalar Bonferroni post-hoc analizi ile test edildi. Aynı zamanda kısmi eta kare katsayısı (η^2) ile etki büyüklüğü hesaplandı. Tüm analizler için anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak kabul edildi. Tüm istatistiksel analizler SPSS 21 paket programı (IBM Corp. Released 2012. IBM SPSS Statistics for Windows. Version 21.0. Armonk. NY: IBM Corp) ile yapıldı.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

Bulgular

Bu çalışma Plasebo, NİT, L-ARG ve NİT*L-ARG takviyelerinin alımıyla; Tekvando sporcularının wingate ve shuttle run testi, denge ve çeviklik performans seviyelerini belirledi. Elde edilen veriler doğrultusunda besin takviyelerinin ve plasebo etkisinin anaerobik, aerobik ve fiziksel performans üzerindeki etkileri incelenmiştir.

Verilerin normallik dağılımları Shapiro-Wilk testi ile kontrol edildi. Tekrarlanan ölçümler için zaman içinde varyans analizi (ANOVA RM) uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

Tablo 1. Katılımcıların Karakteristik Özellikleri

Değişkenler	Minimum	Maximum	Ort ± SD
Yaş (yıl)	18	21	19.06±0.96
Spor yaşı (yıl)	8	12	8.93±1.27
Boy uzunluğu (cm)	160	193	179.46±8.87
Vücut Ağırlığı (kg)	51.90	112.60	70.48±15.38
VKI (kg/m ²)	17,05	31.20	21.61±3.79
Yağ Kütlesi (%)	1.01	19.00	4.95±5.56
Yağsız Kütle (%)	47.50	93.60	64.97±11.10

Tablo 2. Katılımcıların Farklı Supplement Kullanımlarında Wingate Testi ile Sonrasında Alınan Laktat, Çeviklik Değerleri

	PLA Ort ± SD	NİT Ort ± SD	L-ARG Ort ± SD	NİT*L-ARG Ort ± SD	F	P	η_p^2
PP (W)	804.64±201.65	823.72±180.42	819.26±153.25	926.25±269.22 ^a	4.485	0.028	0.452
PP (W/kg)	11.52±2.37	11.72±1.40	11.71±1.55	12.97±1.49 ^a	3.452	0.010	0.521
AP (W)	504.60±112.38	532.84±125.63 ^a	527.84±118.65 ^a	537.52±122.85 ^{abc}	3.756	0.002	0.742
MP (W)	286.09±80.33	304.40±72.22	300.70±66.58	318.90±78.68	1.475	0.632	0.124
Laktat (mmol)	11.80±1.68	9.29 ±1.32 ^a	9.26±2.16 ^a	7.84±1.69 ^{abc}	2.586	<0.001	0.801
Çeviklik (sn)	17.45±1.16	17.97±1.10	17.61±1.18	16.76±1.04 ^{abc}	2.730	<0.001	0.783

Not: PLA: Plasebo, NİT: Nitrat, L-ARG: L-argin, PP: Peak power, AP: Average power, MP: Minimum power, ^a: Plasebo değerlerine göre anlamlı farklılık, ^b: Nitrat değerlerine göre anlamlı farklılık, ^c: L-arg değerlerine göre anlamlı farklılık.

Farklı supplement kullanımlarında uygulanan tekrarlı ölçümlerde ANOVA analizi sonucunda PP (W) ($F=4.485$, $P=0.028$, $\eta^2=0.452$), PP (W/kg) ($F=3.452$, $P=0.010$, $\eta^2=0.521$), AP (W) ($F=3.756$, $P=0.002$, $\eta^2=0.742$), Laktat (mmol) ($F=2.586$, $P=0.001$, $\eta^2=0.801$), Çeviklik (sn) ($F=2.730$, $P=0.001$, $\eta^2=0.783$) değerlerinde anlamlı farklılık bulunmuştur. PP (W) ve PP (W/kg) değerlerinde NİT*L-ARG alımında sonra en yüksek değerlere ulaşarak PLA değerlerine göre anlamlı farklılık göstermiştir. AP (W), MP (W), Laktat (mmol) ve Çeviklik (sn) değerlerinde NİT*L-ARG alımında sonra en yüksek değerlere ulaşarak PLA, NİT ve L-arg değerlerine göre anlamlı farklılık göstermiştir.

Tablo 3. Katılımcıların Farklı Supplement Kullanımlarında Wingate Testinden Sonra Alınan Denge Skorları

	PLA Ort $\pm$ SD	NİT Ort $\pm$ SD	L-ARG Ort $\pm$ SD	NİT*L-ARG Ort $\pm$ SD	F	P	η^2
ST ÇİFT	335.80 $\pm$ 129.65	396.26 $\pm$ 247.73	382.20 $\pm$ 191.10	320.13 $\pm$ 129.63	4.231	0.452	0.124
ST SAĞ	449.26 $\pm$ 195.15	443.26 $\pm$ 194.73	436.00 $\pm$ 191.27	448.86 $\pm$ 247.65	5.412	0.763	0.149
ST SOL	476.80 $\pm$ 290.50	481.00 $\pm$ 271.15	487.66 $\pm$ 307.45	414.66 $\pm$ 176.74	7.421	0.412	0.217
DN ÇİFT	902.20 $\pm$ 114.93	947.26 $\pm$ 102.97	945.20 $\pm$ 142.53	882.33 $\pm$ 192.78	3.186	0.122	0.301
DN SAĞ	1235.80 $\pm$ 242.24	1136.66 $\pm$ 346.98	1026.00 $\pm$ 228.77	901.06 $\pm$ 167.44 ^a	2.693	0.003	0.653
DN SOL	1119.00 $\pm$ 302.49	1151.06 $\pm$ 297.21	1019.93 $\pm$ 245.07	1009.06 $\pm$ 243.91	4.568	0.145	0.101

Not: PLA: Plasebo, NİT: Nitrat, L-ARG: L-argin, ST: Statik denge, DN: Dinamik denge, ^a: Plasebo değerlerine göre anlamlı farklılık.

Farklı supplement kullanımlarında uygulanan tekrarlı ölçümlerde ANOVA analizi sonucunda DN SAĞ ($F=2.693$, $P=0.003$, $\eta^2=0.653$) değerlerinde anlamlı farklılık bulunmuştur. Yapılan denge testlerinden DN SAĞ değerinde NİT*L-ARG alımında en yüksek değerlere ulaşarak PLA değerlerine göre anlamlı farklılık göstermiştir.

Tablo 4. Katılımcıların Farklı Supplement Kullanımlarında 20 Metre Mekik Koşusuyla Belirlenen MaxVO2 Düzeyleri ile 20 Metre Mekik Koşusu Sonrası Laktat ve Çeviklik Değerleri

	PLA Ort $\pm$ SD	NİT Ort $\pm$ SD	L-ARG Ort $\pm$ SD	NİT*L-ARG Ort $\pm$ SD	F	P	η^2
MaxVO2 (ml/kg/dk)	50.46 $\pm$ 2.92	51.89 $\pm$ 2.74	52.00 $\pm$ 2.56	54.40 $\pm$ 2.94 ^a	2.163	0.034	0.427
Laktat (mmol)	13.30 $\pm$ 1.90	12.82 $\pm$ 1.55	12.52 $\pm$ 1.69	8.06 $\pm$ 1.46 ^a	2.756	0.012	0.523
Çeviklik (sn)	17.90 $\pm$ 0.88	17.88 $\pm$ 0.93	17.74 $\pm$ 1.05	16.62 $\pm$ 0.98 ^a	1.459	0.029	0.471

Not: PLA: Plasebo, NİT: Nitrat, L-ARG: L-argin, ^a: Plasebo değerlerine göre anlamlı farklılık.

Farklı supplement kullanımlarında uygulanan tekrarlı ölçümlerde ANOVA analizi sonucunda MaxVO2 (ml/kg/dk) ($F=2.163$, $P=0.034$, $\eta^2=0.427$), laktat (mmol) ($F=2.756$, $P=0.012$, $\eta^2=0.523$) ve çeviklik (sn) ($F=1.459$, $P=0.029$, $\eta^2=0.471$) değerlerinde anlamlı farklılık

bulunmuştur. MaxVO₂, laktat ve çeviklik değerlerinde NİT*L-ARG alımında sonra en yüksek değerlere ulaşarak PLA değerlerine göre anlamlı farklılık göstermiştir.

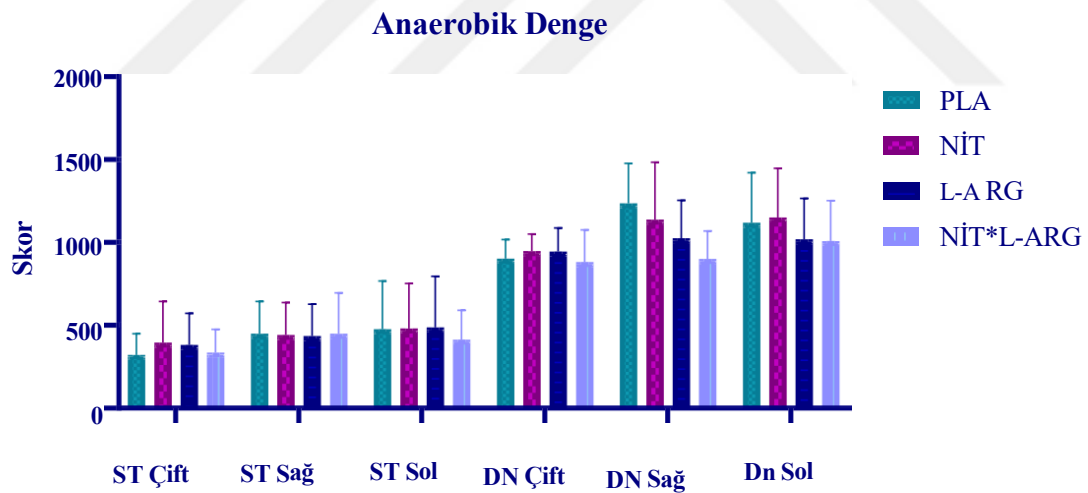
Tablo 5. Katılımcıların Farklı Supplement Kullanımlarında Mekik Koşusundan Sonra Alınan Denge Skorları

	PLA Ort ± SD	NİT Ort ± SD	L-ARG Ort ± SD	NİT*L-ARG Ort ± SD	F	P	η^2
ST ÇİFT	370.93±125.76	405.13±155.48	395.33±175.21	366.40±112.64	4.586	0.412	0.124
ST SAĞ	487.53±184.81	481.06±218.41	457.26±174.56	453.93±232.53	5.142	0.754	0.012
ST SOL	523.26±269.17	489.20±256.28	554.33±275.14	448.40±163.02	3.147	0.889	0.074
DN ÇİFT	929.40±116.95	950.20±95.61	939.53±142.49	894.80±169.97	3.461	0.456	0.132
DN SAĞ	1043.86±197.48	1128.40±245.74	1075.00±220.87	990.00±230.66	2.479	0.124	0.145
DN SOL	1182.60±256.93	1192.73±216.04	1105.26±203.72	1063.93±196.00	4.239	0.740	0.210

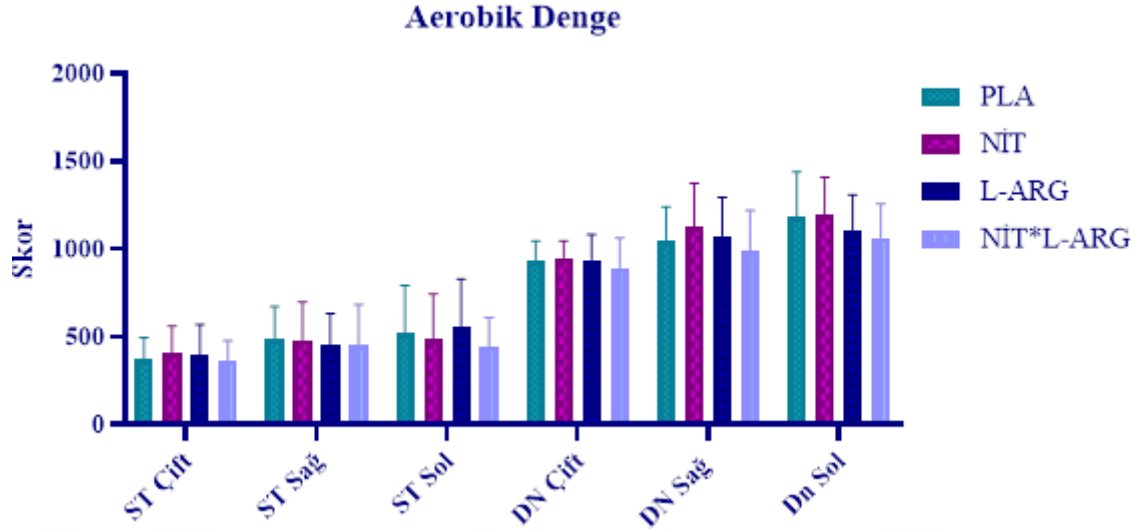
Not: PLA: Plasebo, NİT: Nitrat, L-ARG: L-argin, ST: Statik denge, DN: Dinamik denge.

Farklı supplement kullanımlarında uygulanan tekrarlı ölçümlerde ANOVA analizi sonucunda yapılan denge Test değerlerinde anlamlı farklılık bulunmamıştır.

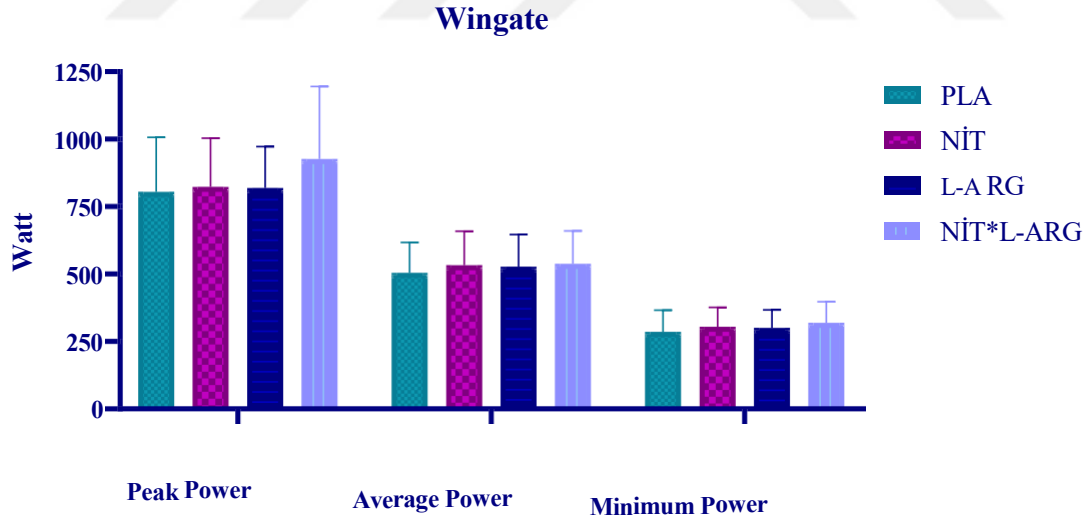
Şekil 2. Katılımcıların Farklı Supplement Kullanımlarında Anaerobik Egzersizden Sonra Uygulanan Denge Parametrelerinin Grafikselsel Gösterimi



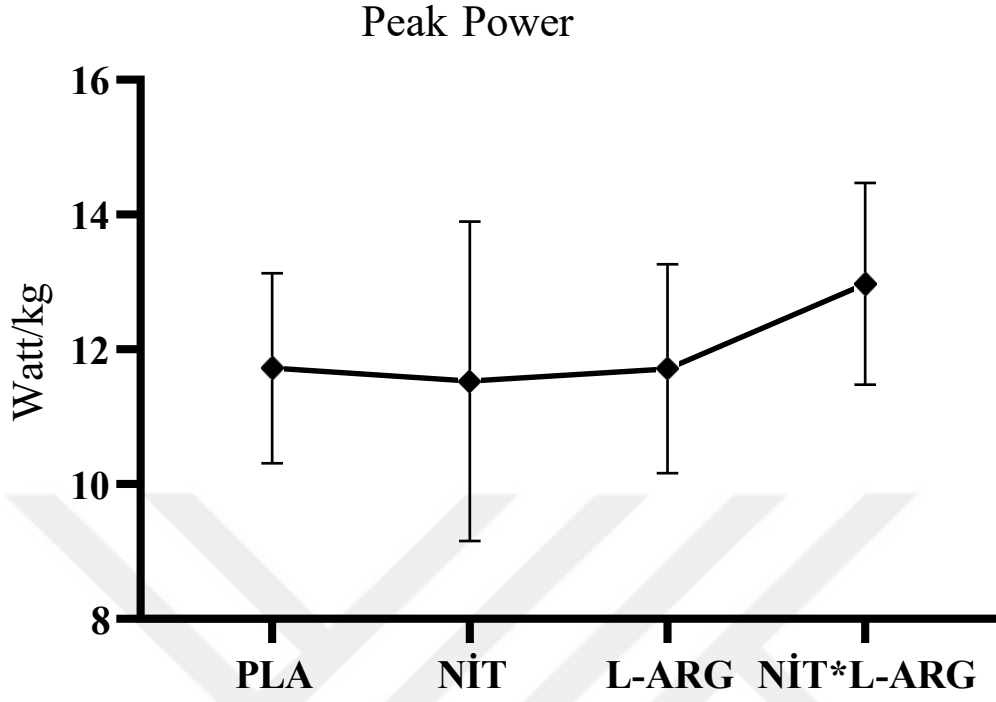
Şekil 3. Katılımcıların Farklı Supplement Kullanımlarında Aerobik Egzersizden Sonra Uygulanan Denge Parametrelerinin Grafikselsel Gösterimi



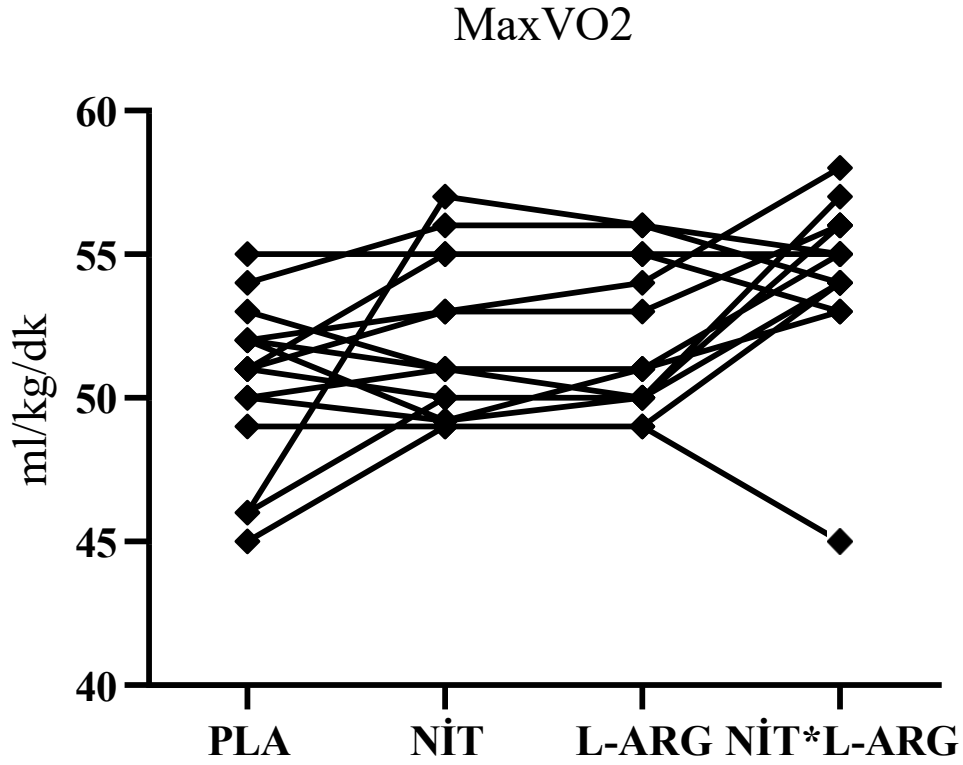
Şekil 4. Katılımcıların Farklı Supplement Kullanımlarında Wingate Değerlerinin Grafikselsel Gösterimi



Şekil 5. Katılımcıların Farklı Suplement Kullanımlarında Peak Power (W/Kg) Değerlerinin Grafikselsel Gösterimi



Şekil 6. Katılımcıların Farklı Suplement Kullanımlarında Aerobik Değerlerinin Grafikselsel Gösterimi



BEŞİNCİ BÖLÜM

Tartışma ve Sonuç

Bu araştırma, elit erkek tekvandocularda tek ve kombine NİT*L-ARG alımının anaerobik Wingate performansı ile aerobik shuttle run performansının üzerindeki etkilerini inceleyen ve yorgunluk sonrası denge, çeviklik performansı değerlendiren ilk çalışmadır. Ana bulgularımız, NİT*L-ARG 'nin Wingate performansı üzerinde birlikte kullanılmasının, PLA'ya kıyasla PP, AP, PP (W/Kg) değerlerinde ve AP düzeyinde ise NİT, L-ARG, PLA'ya oranla performansını iyileştirdiği. Ayrıca L-ARG takviye kullanımının nitrat takviyesine göre anlamlı düzeyde performansı olumlu etkilediği belirlendi.

Hem elit hem de rekreasyonel sporcular, performanslarını artırmak için yasal organik ve inorganik besin takviyeleri kullanmakla ilgileniyorlar. Dengeli beslenmenin tüketimi, genel sağlığın korunması ve antrenmandan sonra yakıt ve toparlanma açısından önemli olsa da, birçok sporcu yarışma sırasında performansı artırmak amacıyla besin takviyeleri de kullanır. (Maughan vd., 2011). Besleyici "ergojenik yardımcılar" etkinliğine ilişkin kanıt temeli herkesin bildiği gibi karışıktır ve nitrat da bir istisna değildir. Ispanak, marul, roka gibi pancar ve yeşil yapraklı sebzeler, 100 g taze sebze ağırlığı başına 250 mg'dan fazla NO₃ içeren, doğal olarak mevcut inorganik NO₃'ün önemli bir kaynağıdır (Hord, Tang & Bryan, 2009) . Son zamanlarda ıspanak, pancar suyu ve NO₃ takviyesinin diğer formları, egzersiz kapasitesi ve performansını artırmak amacıyla yaygın olarak kullanılan beslenme müdahaleleri haline geldi (McDonagh vd., 2019). İnorganik NO₃ açısından zengin diğer kaynaklar arasında kırmızı ıspanak ekstraktı, karbonhidrat veya oksalat içermeyen ve potasyum, magnezyum gibi mineraller açısından zengin olan pancar suyuna farklı bir alternatif olarak ortaya çıkmıştır (Olivares & Pena, 2009). Gerçekten de, kırmızı ıspanak takviyesinin plazma NO₃ ve NO₂'yi arttırdığı gösterilmiştir. Ispanak ekstraktının aktif katılımcılarda solunum eşiğini arttırdığı gösterilmiştir, bu da muhtemelen egzersiz yoğunluğu arttıkça aerobik metabolizmanın sürdürülmesinde daha büyük bir yeteneğe işaret etmektedir (Moore vd., 2017). Ayrıca, kırmızı ıspanak ekstraktının yüksek yoğunluklu egzersiz sırasında tükenme süresini arttırdığı ve ekshale edilen NO'nun artmasına neden olduğu rapor edilmiştir (Linoby vd., 2020). Bununla birlikte, son meta-analizler normalde sporcular tarafından pancar suyu şeklinde alınan diyet nitratının çeşitli spor ve egzersiz aktivitelerinde performansı artırma potansiyeline sahip olduğu önerisini desteklemektedir (McMahon vd., 2017, Pawlak-Chaouch vd., 2016). Önceki

çalışmalar NO₃ takviyesi sonrasında maksimum sprint bisiklet performansının (Rimer vd., 2016, Thompson vd., 2016) ve 180 m sprint koşu performansının (Sandbakk vd., 2015) iyileştiğini bildirmiş, Thompson vd. (2016) NO₃ takviyesinin 5, 10 ve 20 m sürat koşuları boyunca performansı artırabildiğini belirtmişlerdir. Çalışmamızın bulgularında NİT*L-ARG takviyesinin birlikte alımının wingate performansına olumlu katkısı göz önüne alındığında özellikle yüksek şiddetli kısa süreli performans gerektiren hem bireysel hem de takım sporcuları için önemli olduğu düşünülmektedir. Bu bulgu önemlidir çünkü NO₃ takviyesinin egzersiz modunda (örn. koşma) ve çok çeşitli takım sporlarında tipik maç oyunu olan mesafelerde (5-20 m) sprint performansını iyileştirebileceği öne sürülmektedir (Spencer vd., 2004, Spencer vd., 2005). NO₃ takviyesini takiben patlayıcı kuvvette (Haider & Folland, 2014) ve atalet yükü döngüsünün maksimum gücünde olumlu katkı sunabilir (Coggan vd., 2015). Geliştirilmiş sprint performansına ilişkin önceki gözlemlerle birlikte bu bulgular patlayıcı ve yüksek şiddetli performansın yönlerini geliştirmek için NO₃'ün beslenme yardımı olarak kullanılmasına ilişkin kanıt tabanını güçlendirmektedir. NO₃ takviyesinden sonra gelişen wingate performansı, NO₃ takviyesinin kuvvet üretimi üzerindeki etkilerinin bir fonksiyonu olabilir: 1) tip II kasta ve 2) yüksek kasılma hızlarında, çünkü maksimum sprint hem önemli tip II kas katılımını hem de yüksek kasılmayı gerektiren hızlardır (Greenhaff vd., 1994). Spesifik olarak, NO₃ takviyesinin kuvvet üretimini veya performansı arttırdığı gösterilmiştir: 1) yüksek frekanslı kasılmaların ilk aşamalarında (Haider & Folland, 2014); 2) yüksek ancak düşük olmayan kasılma hızlarında (Bailey vd., 2015, Coggan vd., 2015); ve 3) tip II'de, iskelet kasında gelişmiş iskelet kası kalsiyum kullanımı ile ilişkili olarak iskelet kasında gelişim gösterdiği belirtilmiştir (Hernández vd., 2012). Bu nedenle, sonuçlarımız, Thompson vd. (2016)'nın belirttiği gibi çalışmanın sonuçları izole kas modelleri kullanan çalışmalarda kasılma fonksiyonunun iyileştiğine dair gözlemlerle tutarlıdır. Diyetle nitrat alımından sonra, hem akut hem de kronik takviye alan rekreasyonel olarak aktif yetişkinlerde submaksimal egzersizin oksijen maliyetinde bir azalma ve yüksek yoğunluklu egzersize karşı toleransın arttığı sürekli olarak rapor edilmiştir (Larsen vd., 2007, Vanhatalo vd., 2010). Egzersiz performansında herhangi bir değişiklik olmadan tepe oksijen alımının azalması (Larsen vd., 2010, Bescós vd., 2011), maksimum aerobik iş yükünde bile enerji verimliliğinin arttığını gösterir. Kemirgenlerde yapılan çalışmalar, 5 ila 7 günlük nitrat takviyesinin, ağırlıklı olarak hızlı kasılan tip II kas liflerinde kan akışını ve kasılma fonksiyonunu iyileştirebileceğini öne sürülmüştür (Ferguson vd., 2013, Hernández vd., 2012). Çalışmamızda NİT*L-ARG takviyesinin peak power, peak power(w/kg) değerlerinde plaseboya, ortalama power düzeyinde ise nitrat, l-arginin takviyesi ve plaseboya göre sporcuların performansını iyileştirdiği tespit edilmiştir. Ayrıca L-arginin takviyesinin plaseboya göre sporcuların performansını artırdığı belirlenmiştir. Çalışmada plasebo

çıktılarının diğer besin takviyelerinin sonuçlarına göre en düşük ortalamalara sahip olduğu görülmektedir. Linoby vd. (2020) Ispanak ekstraktının yüksek yoğunluklu egzersiz sırasında tükenme süresini arttırdığını, ekshale edilen NO'nun artmasına neden olduğunu ve yüksek interval egzersizinin sonuçlarında pozitif etkiye sahip olduğunu rapor etmişlerdir. Halen tam olarak açıklığa kavuşturulmamakla birlikte, nitrat takviyesin sporcuların performansın artırılmasından sorumlu olduğu iddia edilen mekanizmalar arasında, bağımsız veya sinerjistik olarak hareket edebilen artan iskelet kası kan akışı (Ferguson vd.,2013), daha fazla metabolik iyileşme (Dumar vd., 2021, Clifford vd., 2016) ve artmış kas içi kalsiyum salınımı (Bender vd., 2018) yer alabilir. Bu mekanizmaların wingate performansında çalışmamıza katılan sporcuların performansında iyileştirmeye neden olduğu düşünülmektedir. Sandbakk vd. (2015), L-arginin ve nitrat takviyesinin birlikte alınımının nitrat ve plaseboya oranla sporcuların performansında kısmi olumlu etkiye sahip olduğunu belirtmiş ve fakat bu sonuçların sebebinin tam olarak anlaşılmadığı ifade etmişlerdir. Ayrıca çalışmada elit kayakçılarda nitrat takviyesinin dayanıklılık, yorgunluk sonrası laktat değerlerinde iyileştirici bir rolünün olmadığı belirtilmiştir. Gözlemlenen fizyolojik etkilerden sorumlu mekanizmalar belirsizliğini korurken, kas fonksiyonu ve performansı üzerindeki etkilerinin, uygun bir takviye rejimi izlendiğinde güçlü olduğu görülmektedir (Jones vd., 2018). Nitrat takviyesinin uygulandığı sportif performans çalışmalarında özellikle elit sporcular, orta düzey sporcular ve sağlıklı sedanterlerin performans çıktılarının benzer çalışmalarda dahi farklılaştığı ve tartışmalı olduğu görülmektedir (Lansey vd, 2011, Hoon vd., 2014a, Hoon vd.,2014b, Peeling vd., 2015a, Porcelli vd., 2015, vb...). Hem antrenman modeli hem nitrat takviyesinin dozu hem de katılımcıların özellikleri performans çıktılarının üzerinde etkili olduğunu düşündürmektedir. Nitrat takviyesinde Aerobik performans çalışmalarının literatürde daha fazla yer bulmasına karşılık, Anaerobik performans açısından alan çalışmalarının sınırlı kaldığı ve daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulduğu da karşımıza çıkmaktadır. Bu nedenle çalışmamızın sonuçlarının değerli olduğu düşünülmektedir. Raymond vd. (2023) kırmızı ıspanak nitrat takviyesinin wingate performansı üzerinde iyileştirdiği sonucuna varamamakla birlikte, nitrat takviyeli sporcu grubunun plasebo grubuna oranla laktat düzeylerinde ciddi iyileşmeler olduğunu saptamışlardır. Çalışmanın en önemli sonuçları arasında wingate testi sonrası NİT*L-ARG takviyesinin hem anaerobik performans hem de wingate testi sonrası kan lactat düzeylerinde diğer takviye ve plasebo sonuçlarına oranla pozitif bir iyileşmenin tespit edilmesi idi. Özellikle anaerobik performansın yoğun kullanıldığı tekvando ve diğer combat sporlarda (Boks, Güreş, Kickboks, Karete v.b) yorgunluğun tolera edilmesi ya da düşük düzeyde tutulması sporcuların başarılı olmalarında en önemli belirteçlerden birini oluşturmaktadır. Dolayısıyla NİT*L-ARG takviyesinin wingate testi sonrasında kan laktat düzeyini iyileştirici rolü hem çalışma hem de

sporcular için kıymetli olduğu sonucunu ortaya koymaktadır. Kombine L-arginin ve ıspanak nitratının akut takviyesi sonrasında NO metabolitleri ile ilgili daha önce bildirilmiş bir veri bulunmamaktadır. Stevens vd. (2000), a-ketoizokaproik asidin glisin ve L-arginin tuzu kalsiyum (GAKIC) combine takviyesinin kas kuvvetini sürdürme, akut yorucu aktivite sırasında kas performansını arttırmadaki faydalı kullanımına ek olarak, GAKIC'in akut faza fizyolojik olarak bağı olan yüksek hacimli antrenman ve performansın uzun vadeli etkilerini arttırmada da faydalı olduğunu göstertediğini belirtmiştir. Bailey vd. (2010), E, C, B6, B12 vitaminleri ile + L-Arginin kombinasyon takviyesinin sağlıklı insanlarda orta ve yüksek yoğunluklu egzersizlerde, egzersiz toleransını artırdığını, sistolik kan basıncını düşürdüğü ve egzersiz verimliliğini ve egzersiz toleransını iyileştirdiğini, artan kas O₂ tedarikini ve NO'nun kas kasılma verimliliği ve/veya mitokondriyal fonksiyon üzerindeki doğrudan etkiye sahip olduğunu ifade etmiştir. Buna karşın Sandbakk vd. (2015), L-arginin+nitrat kombinasyonunun nitrat ve plasebo takviyesine oranla elit kros kayakçılarındaki takviye ile ne egzersiz ekonomisi ne de dayanıklılık koşu performansları değişmediği sonucuna ulaşılmıştır. Genel olarak, deneklerin antrenman durumu, NO'nun ergojenik etkisi ile bağlantılı önemli bir faktördür ve dayanıklılık antrenmanı yapan asporcularda artan NO mevcudiyetinin ergojenik etkilerinin olmaması, kronik fiziksel antrenmandan elde edilen fizyolojik ve metabolik adaptasyonlarla açıklanabilir. Önceden de belirtildiği üzere antrenman modeli, katılımcıların özellikleri, kullanılan nitrat takviye ürünleri ve takviye dozajı sportif performans çalışmalarında farklı sonuçların elde edilmesine neden olmaktadır.

Çalışmada wingate testi sonrası hem çeviklik hem de laktat düzeyinde NİT*L-ARG birlikte alımı NİT, L-ARG ve Plaseboya oranla sporcuların performansını önemli ölçüde artırdığı ve yorgunluğu tolera ettiği tespit edildi. Tekvandoculara kullanılan enerji sistemlerinde anaerobik sistemin daha baskın olması, tekvandocuların popülasyon olarak tercih edilmesinde oldukça önemliydi. Anaerobik süreçlerin oluşturduğu yorgunluk sonrası fiziksel parametrelerdeki düşüşün korunması, planlama, hızlı karar verme vb. tüm spor dallarında ve özellikle tekvandoda başarı için çok önemlidir. Sonuç olarak bu süreçleri doğrudan etkileyen besin takviyelerinin kullanımı çalışmanın özgün niteliğini oluşturmaktadır. Raymond vd., (2023), kırmızı ıspanak ekstraktı yorgunluk indeksini düşürdüğünü, kırmızı ıspanak ekstraktı alımının, aralıklı yüksek yoğunluklu sprint koşuları sırasında yorgunluğun önlenmesine yardımcı olabileceğini ve bunun da daha iyi rekabet ve/veya oyun oynama anlamına gelebileceğini vurgulamıştır.

Bu çalışmanın en önemli bulgularından biri de sporculara uygulanan shuttle run testi sonucunda maxVO₂ ortlamalarında NİT*L-ARG takviyesinin plaseboya kıyasla sporcu

performanslarında iyileştirmeye neden olmasıdır. Anlamlı fark olmasada nitrat ve L-ARG tek başlarına takviyelerinin max VO₂ ortalamalarında plaseboya göre daha yüksek çıkmasıda takviye alımının sporcularda pozitif gelişmeye neden olduğunu gösterebilir. Ayrıca sporcuların yorgunluk sonrası kan lakat ve çeviklik düzeylerinde de NİT*L-ARG takviyesinin plaseboya kıyasla sporcu performanslarında iyileştirmeye neden olduğu sonucuna varılmıştır.

NO₃⁻ ve NO₂⁻'nin artmasıyla, iskelet kasında PGC1- α 'yı (peroksizom proliferatörüyle aktiveleştirilen reseptör γ koaktivatörü 1- α) (Roberts vd., 2017) ve adenozin monofosfatla aktiveleşen protein kinazı (AMPK) (Mo vd., 2012) aktive ettiği rapor edilmiştir. Bu proteinlerin, egzersiz antrenmanına uyarlanabilir iskelet kası yeniden yapılanmasını destekleyen sinyalleşme basamaklarını aktive ettiği bilinmektedir (Coffey & Hawley, 2007, Lira vd., 2010, Gibala & Hawley, 2017). NO₃⁻ takviyesi tarafından üretilen NO aracılı sinyalleme basamaklarının, egzersiz eğitimiyle uyarılan moleküler sinyalleme süreçleriyle sinerjistik olması mümkündür. İskelet kası yeniden yapılanmasının ayrılmaz bir parçası olan transkripsiyon yollarını artırarak ve kas kasılma verimliliği üzerindeki yukarıda belirtilen etkiler yoluyla daha yüksek antrenman yoğunluklarını koruyarak (Bailey vd., 2010, Hernández vd., 2012, Whitfield vd., 2017), diyet NO₃⁻ takviyesi, egzersiz antrenmanına bazı fizyolojik ve egzersiz performansı adaptasyonlarını modüle edebilir.

Her bireyin maksimum kalp debisi (maksimum kalp atış hızı ve atım hacminin bir ürünü) ve iskelet kasının mitokondriyal solunumda kullanılmak üzere arteriyel kandan O₂ çıkarma kapasitesi ile ilişkili olan maksimum O₂ alımı (maxVO₂) vardır. Belirli bir çalışma hızı (örneğin, belirli bir sabit hızda koşmak veya bisiklete binmek) için mutlak O₂ maliyeti, gereken maxVO₂'nin fraksiyonunu belirleyecek ve bu da egzersiz toleransını etkileyecektir. Sporcularda veya rekreasyonel egzersiz meraklılarında, NO₃ alımını takiben artan egzersiz verimliliğinin, aynı çalışma oranının daha uzun süre sürdürülmesine veya daha yüksek bir çalışma oranının aynı süre boyunca sürdürülmesine olanak sağladığı çalışma sonuçlarından anlaşılmaktadır (Bailey vd., 2008, Bailey vd., 2009, Vanhatalo vd., 2010, Lansey vd., 2011, Taş vd., 2011).

Shannon vd. (2017), elit uzun mesafe koşucular ve triatlon sporcularında 1500 ve 10000 metrelik treadmill koşu protokolünde nitrat bakımından zengin pancar suyu akut takviyesinin 1500 m koşu bandı performansını önemli ölçüde arttırdığını, ancak 10.000 m koşu bandı performansını artırmadığını belirtmiştir. Plasebo kontrollü çift kör çalışmalardan elde edilen önemli kanıtlar, dayanıklılık etkinliklerinin (örn. bisiklete binme, koşma ve kürek çekme) performansı ile ilgili yönleri iyileştirmek için diyet NO₃⁻ takviyesinin kullanımını desteklemektedir (Cermak vd.,2012, Bailey vd., 2010, Tan vd., 2018). Güçlü bir vazodilatör

olan NO, kan akışını (yani doku perfüzyonunu) artırır ve bu da metabolik olarak aktif iskelet kaslarına oksijen taşınmasını destekler (Hoon vd., 2013). Ek olarak, NO'nun iskelet kası kasılma fonksiyonunu arttırdığı öne sürülmüştür; bu da aynı metabolik maliyetle birim zamanda daha fazla kas işinin yapılabileceğini gösterir (Jones vd., 2018, Larsen vd., 2010, Larsen vd., 2011). Metabolik maliyette azalmalar (Carriker vd., 2016, Vanhatalo vd., 2018, Pikhova vd., 2022) ve sürekli submaksimal ve maksimum aerobik egzersiz sırasında efor algısı (Husmann vd., 2019), muhtemelen doku oksijenlenmesinin ve kasılma fonksiyonunun iyileşmesinin bir sonucu olarak diyetle NO₃⁻ takviyesi ile meydana gelmiştir. Bahsi geçen bilgiler ışığında NİT*L-ARG takviyesinin mevcut çalışmamızda sporcuların aerobik performansında iyileştirici bir rol üstlendiği tespit edildi.

Clements vd. (2014), elit sporcuların, rekreatif spor yapanların ve sedanterlerin katılım gösterdikleri farklı bisiklet ergometre testlerinin uygulandığı 31 makaleyi inceledikleri meta analiz çalışmasında nitrat takviyesinin: (1) kardiyovasküler egzersizin brüt O₂ maliyetinin azalması; (2) geliştirilmiş egzersiz toleransı; (3) kuvvet üretiminin ATP maliyetinin azaltılması; (4) kan akışının ve besin dağıtımının iyileştirilmesi; ve (5) revaskülarizasyonda iyileşmenin gerçekleştiğini belirtmişlerdir. Bu, giderek artan diğer kanıtlarla birlikte, hipoksik dokuda (örn. egzersiz yapan kas, iskemik alanlar) vazodilatasyon ve perfüzyonla ilgili olarak NO₃⁻ → NO₂⁻ → NO yolunun bir rolünü ortaya koymaktadır. Diğer taraftan , elit sporcularda uzun yıllar hatta onlarca yıl süren yoğun antrenmanlar, kardiyovasküler fonksiyon, iskelet kası vaskülarizasyonu ve mitokondriyal verim üzerinde etkileri gelişimler neden olmuş ve bu da daha fazla metabolik ve mekanik verim sağlamıştır (Jensen vd., 2004). Elit sporculardaki bu gelişimler, nitrat takviyesinin mitokondriyal verimlilik ve iskelet kas kasılması fonksiyonları üzerindeki etkisini ortadan kaldıracak ve beklenen sportif performans artışlarını yaratmayabileceği (Taşkuyu, 2020, Jonvik vd., 2015, Tatlıcı & Çakmakçı, 2019) fikri de iddia edilmiştir.

Çalışmada wingate ve shuttle run testi sonrası hem çeviklik hem de laktat düzeyinde NİT*L-ARG birlikte alımının NİT, L-ARG ve PLA oranla sporcuların performansını önemli ölçüde iyileştirdiği tespit edildi. Rogers vd. (2022), nitrat takviyesinin plaseboya kıyasla, plazma NO₃/NO₂'yi önemli ölçüde arttırdığını; buna paralel olarak sporcuların reaktif çeviklik performansında da iyileşme gözlemlendiğini raporlamışlardır. Bu açıdan düşünüldüğünde çalışmamıza katılan sporcuların çeviklik düzeylerinde ki iyileşme; başarılı performans için reaktif yeteneğe dayanan spor branşlarında ve reaktif yetenek ilerlemesine ihtiyaç duyan sporcular için oldukça önemli bir gelişme olduğunu düşündürmektedir. Bu sonuçlar NİT*L-ARG takviyesinin aynı olmasa da benzer ölçümlere dayanan nitrat takviyesine dayanan çalışma sonuçlarıyla tutarlıdır (Williams vd., 2020, López-Samanes vd., 2020, Karampelas vd., 2021).

NİT*L-ARG takviyesinin birlikte alımı bu çalışmanın özgünlüğünü artırırken diğer açıdandan da karşılaştırmalar ve etki mekanizmalarını somut açıklama da sınırlandırmasına sebebiyet vermektedir. Bu açıdan daha fazla benzer çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Çalışmada wingate ve shuttle run testi sonrası oluşan yorgunluğa karşı statik ve dinamik denge düzeylerinde NİT*L-ARG takviyesinde en düşük değerler elde edilmesine karşı denge testinde dinamik sağ ayak NİT*L-ARG takviyesi plaseboya göre anlamlı iyileştirme oluşturmuş, fakat onun haricinde gruplar arasında bütün parametrelerde anlamlı fark yahut iyileşme olmadığı sonucuna varılmıştır.

Sonuç olarak NİT*L-ARG takviyesinin birlikte alımı, NİT, L-ARG ve PLA kıyasla; sporcuların anaerobik ve aerobik performanslarında, kan laktak düzeylerinde ve çeviklik değerlerinde iyileşmelere neden olmuştur. Bununla birlikte anlamlı iyileşmeler olmasa da NİT ve L-ARG'nin tek başlarına takviyesi plaseboya oranla sporcuların performansına olumlu katkı sunmuştur. Bu nedenle, antrenörler ve sporcular performansı ve antrenmanı optimize etmek için NİT*L-ARG takviyesini birlikte kullanabilirler, ancak mevcut bulguları doğrulamak için daha büyük örneklem büyüklükleri ve daha mekanik çalışma tasarımları ile daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir.

Öneriler

1. Örneklem grubu genişletilerek daha fazla benzer çalışmalar uygulanabilir.
2. Sporcular branşlara ayrıştırılarak daha sağlıklı sonuçlar elde edilebilir.
3. Sporcular takım ve bireysel branşlar olarak incelenebilir.
4. Nitrat (Ispanak) ve L-arginin birlikte takviyesinin performans üzerindeki etkisi kronik olarak incelenebilir.
5. Konu ile ilgili benzer çalışmalar farklı antrenman modelleri, farklı dozda takviye alımı ile tekrarlanabilir.

KAYNAKÇA

- Abernethy, B. (2013). *Biophysical foundations of human movement: Human Kinetics*.
- Akgün, N. (1989). *Egzersiz Fizyolojisi*. Gençlik ve Spor Genel Müdürlüğü Yayını. Ankara.
- Alvares, T. S., Meirelles, C. M., Bhambhani, Y. N., Paschoalin, V. M., & Gomes, P. S. (2011). L-Arginine as a potential ergogenic aid in healthy subjects. *Sports Medicine*, 41, 233-248.
- Åstrand, P. O. (2003). *Textbook of work physiology: physiological bases of exercise: Human Kinetics*.
- Åstrand, P. O., & Rodahl, K. (1986). *Textbook of work physiology*. McGraw Hill Book Company. New York.
- Bailey, S. J., Fulford, J., Vanhatalo, A., Winyard, P. G., Blackwell, J. R., DiMenna, F. J., & Jones, A. M. (2010). Dietary nitrate supplementation enhances muscle contractile efficiency during knee-extensor exercise in humans. *Journal of applied physiology*, 109(1), 135-148.
- Bailey, S. J., Winyard, P., Vanhatalo, A., Blackwell, J. R., DiMenna, F. J., Wilkerson, D. P., & Jones, A. M. (2009). Dietary nitrate supplementation reduces the O₂ cost of low-intensity exercise and enhances tolerance to high-intensity exercise in humans. *Journal of applied physiology*.
- Bangsbo, J., Krstrup, P., González-Alonso, J., & Saltin, B. (2001). ATP production and efficiency of human skeletal muscle during intense exercise: effect of previous exercise. *American Journal of Physiology-Endocrinology Metabolism*, 280(6), E956-E964.
- Bayram, H. M., & Öztürkcan, S. A. (2020). Sporcularda ergojenik destekler. *Türkiye Klinikleri Sağlık Bilimleri Dergisi*, 5(3), 641-652.
- Bednars, B., Jaxa-Chamiec, T., Gębalska, J., Herbaczyńska-Cedro, K., & Ceremużyński, L. (2004). L-arginine supplementation prolongs duration of exercise in congestive heart failure. *Kardiologia Polska*, 60(4), 351-353.
- Bender, D., Townsend, J. R., Vantrease, W. C., Marshall, A. C., Henry, R. N., Heffington, S. H., & Johnson, K. D. (2018). Acute beetroot juice administration improves peak isometric force production in adolescent males. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 43(8), 816-821.
- Bescós, R., Rodríguez, F. A., Iglesias, X., Ferrer, M. D., Iborra, E., & Pons, A. (2011). Acute administration of inorganic nitrate reduces VO₂ (peak) in endurance athletes. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43(10), 1979-86.
- Beyleroğlu, M. (1998). *Türkiye ve Azerbaycan Boks Milli Takımlarının Antropometrik ve Fiziksel Yapılarının Karşılaştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sakarya.
- Bezci, Ş. (2007). *Taekwondocular da Antrenman Öncesi ve Sonrası Bazı Hematolojik ve Biyokimyasal Parametrelerin İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimler Enstitüsü, Konya.
- Birch, K., George, K., & McLaren, D. (2004). *BIOS Instant Notes in Sport and Exercise Physiology: Taylor & Abernethy, B. (2013). Biophysical foundations of human movement: Human Kinetics*.
- Birrer, R. B. (1996). Trauma epidemiology in the martial arts: the results of an eighteen-year international survey. *The American Journal of Sports Medicine*, 24(6), 72-79.

- Bompa, T. O., & Haff, G. (2015). Dönemleme: Antrenman kuramı ve yöntemi. *Beşinci Basım, Ankara: Spor Yayınevi ve Kitabevi.*
- Bond, H., Morton, L., & Braakhuis, A. J. (2012). Dietary nitrate supplementation improves rowing performance in well-trained rowers. *International journal of sport nutrition exercise metabolism*, 22(4), 251-256.
- Bridge, C. A., Ferreira da Silva Santos, J., Chaabene, H., Pieter, W., & Franchini, E. (2014a). Physical and physiological profiles of taekwondo athletes. *Sports Medicine*, 44, 713-733.
- Bridge, C. A., Jones, M. A., & Drust, B. (2009). Physiological responses and perceived exertion during international Taekwondo competition. *International Journal of Sports Physiology Performance*, 4(4), 485-493.
- Bülbül, A., & Soylu, S. M. (2008). Nitrik oksitin kalp damar sistemi üzerine etkileri. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi*, 79(2), 49-54.
- Campbell, B., Roberts, M., Kerkick, C., Wilborn, C., Marcello, B., Taylor, L., & Rasmussen, C. (2006). Pharmacokinetics, safety, and effects on exercise performance of L-arginine α -ketoglutarate in trained adult men. *Nutrition*, 22(9), 872-881.
- Campos, F. A. D., Bertuzzi, R., Dourado, A. C., Santos, V. G. F., & Franchini, E. (2012). Energy demands in taekwondo athletes during combat simulation. *European journal of applied physiology*, 112(4), 1221-1228.
- Carriker, C. R., Vaughan, R. A., VanDusseldorp, T. A., Johnson, K. E., Beltz, N. M., McCormick, J. J., & Gibson, A. L. (2016). Nitrate-containing beetroot juice reduces oxygen consumption during submaximal exercise in low but not high aerobically fit male runners. *Journal of Exercise Nutrition & Biochemistry*, 20(4), 27-34.
- Casolino, E., Lupo, C., Cortis, C., Chiodo, S., Minganti, C., Capranica, L., & Tessitore, A. (2012). Technical and tactical analysis of youth taekwondo performance. *The Journal of Strength Conditioning Research*, 26(6), 1489-1495.
- Castell, L., Burke, L., Stear, S., Wolfe, R., Newsholme, E., Trudeau, F., & King, D. (2010). AZ of supplements: dietary supplements, sports nutrition foods and ergogenic aids for health and performance Part 2. *British journal of sports medicine*, 44(10).
- Ceremużyński, L., Chamiec, T., & Herbaczyńska-Cedro, K. (1997). Effect of supplemental oral L-arginine on exercise capacity in patients with stable angina pectoris. *American journal of cardiology*, 80(3), 331-333.
- Cermak, N. M., Gibala, M. J., & Van Loon, L. J. (2012a). Nitrate supplementation's improvement of 10-km time-trial performance in trained cyclists. *International journal of sport nutrition exercise metabolism*, 22(1), 64-71.
- Cermak, N. M., Stinkens, R., Lundberg, J. O., Gibala, M. J., & Van Loon, L. J. (2012b). No improvement in endurance performance after a single dose of beetroot juice. *International journal of sport nutrition exercise metabolism*, 22(6), 470-478.
- Chiodo, S., Tessitore, A., Cortis, C., Lupo, C., Ammendolia, A., Iona, T., & Capranica, L. (2011). Effects of official Taekwondo competitions on all-out performances of elite athletes. *The Journal of Strength Conditioning Research*, 25(2), 334-339.
- Christensen, P. M., Nyberg, M., & Bangsbo, J. (2013). Influence of nitrate supplementation on VO₂ kinetics and endurance of elite cyclists. *Scandinavian journal of medicinescience in sports*, 23(1), e21-e31.

- Clifford, T., Berntzen, B., Davison, G. W., West, D. J., Howatson, G., & Stevenson, E. J. (2016). Effects of beetroot juice on recovery of muscle function and performance between bouts of repeated sprint exercise. *Nutrients*, 8(8), 506.
- Coffey, V. G., & Hawley, J. A. (2007). The molecular bases of training adaptation. *Sports medicine*, 37, 737-763.
- Coggan, A. R., Leibowitz, J. L., Kadkhodayan, A., Thomas, D. P., Ramamurthy, S., Spearie, C. A., ... & Peterson, L. R. (2015). Effect of acute dietary nitrate intake on maximal knee extensor speed and power in healthy men and women. *Nitric Oxide*, 48, 16-21.
- Corbin CB, Lindsey R (1994) Concepts of physical fitness with laboratories. WCB Brown & Benchmark, Indianapolis.
- Costill, D. L., Thomason, H., & Roberts, E. (1973). Fractional utilization of the aerobic capacity during distance running. *Medicine science in sports*, 5(4), 248-252.
- Darren, O., Beharry, B., Wetherell, D., Papa, N., & Weerakoon, M. (2014). New Technologies for Diagnosis of Non-Muscle-Invasive Bladder Cancer (NMIBC) and its Management. *J Integr Oncol*, 3(111), 2.
- Devries, M. C., & Phillips, S. M. (2014). Creatine supplementation during resistance training in older adults—a meta-analysis. *Medicine Science in Sports Exercise*, 46(6), 1194-1203.
- Doğan, O. (2005). Spor Psikolojisi [Sport Psychology]. In: Adana, Turkey: Nobel Kitabevi.
- Draper, N., & Hodgson, C. (2008). *Adventure sport physiology*: John Wiley & Sons.
- Dumar, A. M., Huntington, A. F., Rogers, R. R., Kopec, T. J., Williams, T. D., & Ballmann, C. G. (2021). Acute beetroot juice supplementation attenuates morning-associated decrements in supramaximal exercise performance in trained sprinters. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(2), 412.
- Dündar, U. (2000). *Antrenman Teorisi* (5. Baskı). Bağırhan Yayınevi, Ankara.
- Dündar, U. (2003). *Antrenman teorisi*: Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
- Erdoğan, O., Erhan, S. E., Şen, İ., & Eroğlu, H. (2010). Sporcularda farklı dozlarda kafein kullanımının metabolizma üzerine etkileri/the effect of different usage of caffeine on the metabolism of sportsmen. *Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 11(4).
- Fachrezy, F., Maslikah, U., Safadilla, E., Reginald, R., & Hendarto, S. (2021). Physical fitness of the poomsae taekwondo athletes in terms of agility, balance and endurance. *Kinestetik: Jurnal Ilmiah Pendidikan Jasmani*, 5(1), 111-119.
- Ferguson, S. K., Hirai, D. M., Copp, S. W., Holdsworth, C. T., Allen, J. D., Jones, A. M., & Poole, D. C. (2013). Impact of dietary nitrate supplementation via beetroot juice on exercising muscle vascular control in rats. *The Journal of physiology*, 591(2), 547-557.
- Fox, E., Bowers, R., Foss, M., Cerit, M., & Yaman, H. (1999). *Beden Eğitimi ve Sporun Fizyolojik Temelleri*. Bağırhan Yayınevi. Ankara.
- Gastin, P. B. (2001). Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. *Sports Medicine*, 31, 725-741.
- Ghorbanzadehkoshki, B. (2009). *Milli Olan ve Olmayan Taekwondocuların Bazı Fiziksel Özelliklerinin İncelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara
- Gibala, M. J., & Hawley, J. A. (2017). Sprinting toward fitness. *Cell metabolism*, 25(5), 988-990.
- Göksu, Ö. (2003). Elit bayan futbolcuların sezon boyunca bazı fiziksel ve fizyolojik parametrelerinde meydana gelen değişikliklerin belirlenmesi. *İstanbul Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi*, 11(3), 74-79.

- Gollnick, P., Bayly, W., & Hodgson, D. (1986). Exercise intensity, training, diet, and lactate concentration in muscle and blood. *Medicine Science in Sports Exercise*, 18(3), 334-340.
- Göral, M., & Yapıcı, K. (2001). *Beden Eğitimi ve Spor Bilimine Giriş*. Tuğra Ofset, Kütahya.
- Greenhaff, P. L., Nevill, M. E., Soderlund, K., Bodin, K., Boobis, L. H., Williams, C., & Hultman, E. (1994). The metabolic responses of human type I and II muscle fibres during maximal treadmill sprinting. *The Journal of physiology*, 478(1), 149-155.
- Günay, M., & Tamer, K. (2010). *Spor Fizyolojisi ve Performans Ölçümü*. Gazi Kitap Evi, Ankara.
- Günay, M., Cicioğlu, İ., Kara, E., (2006), *Egzersize Metabolik ve Isı Adaptasyonu*. Gazi Kitap Evi, Ankara.
- Gündüz, N. (1998). *Antrenman Bilgisi*. Saray Medikal Yayıncılık Kanyılmaz Matbaası, Ankara.
- Guyton, A., & Hall, J. (1996). *Tıbbi Fizyoloji (Textbook of Medical Pysiology)*. Çeviren: Çağlayan, B, Nobel Tıp Kitapevleri Ltd., Ankara.
- Guyton, A., & Je, H. (2007). *Tıbbi fizyoloji*. 11. Basım. Nobel Tıp Kitabevleri, Ankara.
- Haider, G., & Folland, J. P. (2014). Nitrate supplementation enhances the contractile properties of human skeletal muscle. *Medicine and science in sports and exercise*, 46(12), 2234-2243.
- Hale, T. (2005). *Exercise Physiology: A Thematic Approach*: John Wiley & Sons.
- Heller, J., Peric, T., Dlouha, R., Kohlikova, E., Melichna, J., & Novakova, H. (1998a). Physiological profiles of male and female taekwon-do (ITF) black belts. *Journal of sports sciences*, 16(3), 243-249.
- Heller, J., Peric, T., Dlouha, R., Kohlikova, E., Melichna, J., & Novakova, H. (1998b). Physiological profiles of male and female taekwon-do (ITF) black belts. *Journal of sports sciences*, 16(3), 243-249.
- Hepsağ, F. (2019). Determination and Validation of Nitrate Levels of Vegetables Grown in the Mediterranean Region. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 7(sp1): 32-39.
- Hernández, A., Schiffer, T. A., Ivarsson, N., Cheng, A. J., Bruton, J. D., Lundberg, J. O., & Westerblad, H. (2012). Dietary nitrate increases tetanic [Ca²⁺] i and contractile force in mouse fast-twitch muscle. *The Journal of physiology*, 590(15), 3575-3583.
- Hoon, M. W., Hopkins, W. G., Jones, A. M., Martin, D. T., Halson, S. L., West, N. P., & Burke, L. M. (2014). Nitrate supplementation and high-intensity performance in competitive cyclists. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 39(9), 1043-1049.
- Hoon, M. W., Johnson, N. A., Chapman, P. G., & Burke, L. M. (2013). The effect of nitrate supplementation on exercise performance in healthy individuals: a systematic review and meta-analysis. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 23(5), 522-532.
- Hoon, M. W., Jones, A. M., Johnson, N. A., Blackwell, J. R., Broad, E. M., Lundy, B., & Burke, L. M. (2014). The effect of variable doses of inorganic nitrate-rich beetroot juice on simulated 2000-m rowing performance in trained athletes. *International journal of sports physiology and performance*, 9(4), 615-620.
- Hord, N. G., Tang, Y., & Bryan, N. S. (2009). Food sources of nitrate and nitrite: The physiologic context for potential health benefits. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 90, 1–10.
- Hunt, J., & Turner, M. K. (1994). A survey of nitrite concentrations in retail fresh vegetables. *Food Additives & Contaminants*, 11(3), 327-332.

- Husmann, F., Bruhn, S., Mittlmeier, T., Zschorlich, V., & Behrens, M. (2019). Dietary nitrate supplementation improves exercise tolerance by reducing muscle fatigue and perceptual responses. *Frontiers in physiology*, 10, 404, 1-13.
- İçen, A.(2013). *Doping ve Doping Analiz Yöntemleri*. (Yayınlanmamış Bitirme Tezi). Erciyes Üniversitesi - Eczacılık Fakültesi, Kayseri.
- İnal, A.N. (2000). *Beden Eğitimi ve Spor Bilimine Giriş*. Desen Ofset Ofset Matbaacılık, Konya.
- Janowski, M., Zieliński, J., Ciekot-Sołtysiak, M., Schneider, A., & Kusy, K. (2020). The effect of sports rules amendments on exercise intensity during taekwondo-specific workouts. *International Journal of Environmental Research Public Health*, 17(18), 6779.
- Janssen, P. (2001). *Lactate Threshold Training*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Jensen, L., Bangsbo, J., & Hellsten, Y. (2004). Effect of high intensity training on capillarization and presence of angiogenic factors in human skeletal muscle. *The Journal of physiology*, 557(2), 571-582.
- Jones, A. M., Thompson, C., Wylie, L. J., & Vanhatalo, A. (2018). Dietary nitrate and physical performance. *Annual review of nutrition*, 38, 303-328.
- Jonvik, K. L., Nyakayiru, J., van Loon, L. J., & Verdijk, L. B. (2015). Can elite athletes benefit from dietary nitrate supplementation? *Journal of applied physiology*, 119(6), 759-761.
- Joyner, M. (2003). *Max VO₂, Blood Doping, And Erythropoietin*. Paper presented at the Br J Sports Med., 3rd Asia Pacific Forum on Quality Improvement in Health Care.
- Kalyon, A. T. (1994). *Spor Hekimligi Sporcu Sağlığı ve Spor Sakatlıkları*. GATA Basımevi, Ankara.
- Kara, Z. (2016). *Amatör Futbol Oyuncularında Kafein Alımından 60 Dk ve 120 Dk Sonra Kısa Süreli Yüksek Yoğunluklu Egzersiz Performansı*. Yüksek lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Karampelas, D., Antonopoulos, K., Michailidis, Y., Mitrotasios, M., Mandroukas, A., & Metaxas, T. (2021). Comparison of ergogenic effects of caffeine and nitrate supplementation on speed, power and repeated sprint performance of soccer players. *Physiologia*, 1(1), 3-11.
- Karlic, H., & Lohninger, A. (2004). Supplementation of L-carnitine in athletes: does it make sense? *Nutrition*, 20(7-8), 709-715.
- Keeton, J. T. (2017). History of nitrite and nitrate in food. *Nitrite and nitrate in human health and disease*, 85-97.
- Kenney, W., Wilmore, J., & Costill, D. (2015). *Physiology of Sport and Exercise*.-Published by Champaign, IL; Human Kinetics.
- Kenney, W., Wilmore, J., & Costill, D. (2021). *Physiology of sport and exercise: Human kinetics*.
- Kooijman, M., Thijssen, D., De Groot, P., Bleeker, M., Van Kuppevelt, H., Green, D., & Hopman, M. (2008). Flow-mediated dilatation in the superficial femoral artery is nitric oxide mediated in humans. *The Journal of physiology*, 586(4), 1137-1145.
- Krustrup, P., Mohr, M., Amstrup, T., Rysgaard, T., Johansen, J., Steensberg, A., Bangsbo, J. (2003). The yo-yo intermittent recovery test: physiological response, reliability, and validity. *Medicine Science in Sports Exercise*, 35(4), 697-705.

- Lansley, K. E., Winyard, P. G., Bailey, S. J., Vanhatalo, A., Wilkerson, D. P., Blackwell, J. R., & Jones, A. M. (2011). Acute dietary nitrate supplementation improves cycling time trial performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43(6), 1125-1131.
- Lansley, K. E., Winyard, P. G., Fulford, J., Vanhatalo, A., Bailey, S. J., Blackwell, J. R., . . . Jones, A. M. (2011). Dietary nitrate supplementation reduces the O₂ cost of walking and running: a placebo-controlled study. *Journal of applied physiology*, 110(3), 591-600.
- Larsen, F. J., Schiffer, T. A., Borniquel, S., Sahlin, K., Ekblom, B., Lundberg, J. O., & Weitzberg, E. (2011). Dietary inorganic nitrate improves mitochondrial efficiency in humans. *Cell metabolism*, 13(2), 149-159.
- Larsen, F. J., Weitzberg, E., Lundberg, J. O., & Ekblom, B. (2007). Effects of dietary nitrate on oxygen cost during exercise. *Acta physiologica*, 191(1), 59-66.
- Larsen, F. J., Weitzberg, E., Lundberg, J. O., & Ekblom, B. (2010). Dietary nitrate reduces maximal oxygen consumption while maintaining work performance in maximal exercise. *Free Radical Biology and Medicine*, 48(2), 342-347.
- Lee, M., & Kim, Y. (2007). *Effects of short-term weight loss on physical fitness, isokinetic leg strength, and blood variables in male high school Taekwondo players*. Paper presented at the The 1st International Symposium for Taekwondo Studies.
- Leszczyńska, T., Filipiak-Florkiewicz, A., Cieślik, E., Sikora, E., & Pisulewski, P. M. (2009). Effects of some processing methods on nitrate and nitrite changes in cruciferous vegetables. *Journal of Food Composition and Analysis*, 22(4), 315-321.
- Lidder, S., & Webb, A. J. (2013). Vascular effects of dietary nitrate (as found in green leafy vegetables and beetroot) via the nitrate-nitrite-nitric oxide pathway. *British journal of clinical pharmacology*, 75(3), 677-696.
- Liebermann, D., Katz, L., Hughes, M., Bartlett, R., McClements, J., & Franks, I. (2002). Advances in the application of information technology to sport performance. *Journal of sports sciences*, 20(10), 755-769.
- Linoby, A., Nurthaqif, M., Mohamed, M. N., Mohd Saleh, M., Md Yusoff, Y., Md Radzi, N. A. A., & Mohamed Sabadri, S. N. S. (2019, September). Nitrate-rich red spinach extract supplementation increases exhaled nitric oxide levels and enhances high-intensity exercise tolerance in humans. In *International Conference on Movement, Health and Exercise* (pp. 412-420). Singapore: Springer Singapore.
- Little, J. P., Forbes, S. C., Candow, D. G., Cornish, S. M., & Chilibeck, P. D. (2008). Creatine, arginine α -ketoglutarate, amino acids, and medium-chain triglycerides and endurance and performance. *International journal of sport nutrition exercise metabolism*, 18(5), 493-508.
- Loat, C., & Rhodes, E. (1993). Relationship between the lactate and ventilatory thresholds during prolonged exercise. *Sports Medicine*, 15, 104-115.
- López-Samanes, Á., Pérez-López, A., Moreno-Pérez, V., Nakamura, F. Y., Acebes-Sánchez, J., Quintana-Milla, I., ... & Domínguez, R. (2020). Effects of beetroot juice ingestion on physical performance in highly competitive tennis players. *Nutrients*, 12(2), 584.
- Luzi, L. (Ed.). (2023). *Cellular Physiology and Metabolism of Physical Exercise: Topical Clinical Issues*. Springer Nature.
- Marković, G., Mišigoj-Duraković, M., & Trninić, S. (2005). Fitness profile of elite Croatian female taekwondo athletes. *Collegium antropologicum*, 29(1), 93-99.
- Maughan, R. J., Greenhaff, P. L., & Hespel, P. (2013). Dietary supplements for athletes: emerging trends and recurring themes. *Food, Nutrition and Sports Performance III*, 57-66.

- Maxwell, A. J., Ho, H.-K. V., Le, C. Q., Lin, P. S., Bernstein, D., & Cooke, J. P. (2001). L-arginine enhances aerobic exercise capacity in association with augmented nitric oxide production. *Journal of applied physiology*, 90(3), 933-938.
- Mazzeo, R., Brooks, G., Schoeller, D., & Budinger, T. (1986). Disposal of blood [1-13C] lactate in humans during rest and exercise. *Journal of applied physiology*, 60(1), 232-241.
- McArdle, W. D., Katch, F. I., & Katch, V. L. (2010). *Exercise physiology: nutrition, energy, and human performance*. Lippincott Williams & Wilkins.
- McArdle, W., Katch, F., & Katch, V. (2006). *Essentials of exercise physiology*: Lippincott Williams & Wilkins.
- McDonagh, S. T., Wylie, L. J., Thompson, C., Vanhatalo, A., & Jones, A. M. (2019). Potential benefits of dietary nitrate ingestion in healthy and clinical populations: A brief review. *European journal of sport science*, 19(1), 15-29.
- McMahon, N. F., Leveritt, M. D., & Pavey, T. G. (2017). The effect of dietary nitrate supplementation on endurance exercise performance in healthy adults: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*, 47, 735-756.
- Mendes-Ribeiro, A., Mann, G., De Meirelles, L., Moss, M., Matsuura, C., & Brunini, T. (2009). The role of exercise on L-arginine nitric oxide pathway in chronic heart failure. *The open biochemistry journal*, 3, 55.
- Miller, S., Tipton, K., Chinkes, D., Wolf, S., & Wolfe, R. (2003). Independent and combined effects of amino acids and glucose after resistance exercise. *Medicine Science in Sports Exercise*, 35(3), 449-455.
- Mizuno, T., Watanabe, M., Sakamoto, T., & Sunamori, M. (1998). L-arginine, a nitric oxide precursor, attenuates ischemia-reperfusion injury by inhibiting inositol-1, 4, 5-triphosphate. *The Journal of thoracic cardiovascular surgery*, 115(4), 931-936.
- Mo, L., Wang, Y., Geary, L., Corey, C., Alef, M. J., Beer-Stolz, D., & Shiva, S. (2012). Nitrite activates AMP kinase to stimulate mitochondrial biogenesis independent of soluble guanylate cyclase. *Free Radical Biology and Medicine*, 53(7), 1440-1450.
- Moenig, U. (2011). The Evolution of Kicking Techniques in Taekwondo. *Journal of Asian Martial Arts*, 20(1), 8-31.
- Mohr, M., Krstrup, P., & Bangsbo, J. (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. *Journal of sports sciences*, 21(7), 519-528.
- Moore, A. N., Haun, C. T., Kephart, W. C., Holland, A. M., Mobley, C. B., Pascoe, D. D., & Martin, J. S. (2017). Red spinach extract increases ventilatory threshold during graded exercise testing. *Sports*, 5(4), 80-89.
- Muratli, S. (1990). Çocuk ve spor antrenman bilgisi. *Beden Eğitimi ve Spor Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 34-36.
- Murray, B., & Kenney, W. (2017). *Egzersiz Fizyolojisi Uygulama Kılavuzu*. Spor Yayınevi ve Kitabevi, Ankara.
- Nagaya, N., Uematsu, M., Oya, H., Sato, N., Sakamaki, F., Kyotani, S., Miyatake, K. (2001). Short-term oral administration of L-arginine improves hemodynamics and exercise capacity in patients with precapillary pulmonary hypertension. *American journal of respiratory critical care medicine*, 163(4), 887-891.
- Nindl, B., Mahar, M., Harman, E., & Patton, J. (1995). Lower and upper body anaerobic performance in male and female adolescent athletes. *Medicine Science in Sports Exercise*, 27(2), 235-241.

- NMKL(2000). *Nordic committee of food analysis. Nitrite and nitrate in foodstuffs by ion chromatography*, No 165. Nordic-Baltic Committee on Food Analysis, Bergen, Norway.
- Olivares, E., & Peña, E. (2009). Bioconcentration of mineral elements in amaranthus dubius (wild spinach, imbuya) growing wild in crops from Miranda state, Venezuela, and used as food. *Interciencia*, 34(9), 604-611.
- Ormsbee, M. J., Lox, J., & Arciero, P. J. (2013). Beetroot juice and exercise performance. *Nutrition and Dietary Supplements*, (5), 27-35.
- Otman, S., Demirel, H., & Sade, A. (2014). *Tedavi Hareketlerinde Temel Değerlendirme Prensipleri*: Pelikan yayıncılık, Ankara.
- Pawlak-Chaouch M, Boissi`ere J, Gamelin FX, Cuvelier G, Berthoin S, Aucouturier J. (2016). Effect of dietary nitrate supplementation on metabolic rate during rest and exercise in human: a systematic review and a meta-analysis. *Nitric Oxide*, 29(53), 65–76.
- Peeling, P., Cox, G. R., Bullock, N., & Burke, L. M. (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.
- Pérez Gutiérrez, M., Valdés-Badilla, P., Gutiérrez-García, C., & Herrera-Valenzuela, T. (2017). Taekwondo scientific production published on the web of science (1988-2016): Collaboration and topics. *Movimento*, 23(4), 1325- 1334.
- Petersen, A., & Stoltze, S. (1999). Nitrate and nitrite in vegetables on the Danish market: content and intake. *Food Additives & Contaminants*, 16(7), 291-299.
- Piknova, B., Schechter, A. N., Park, J. W., Vanhatalo, A., & Jones, A. M. (2022). Skeletal muscle nitrate as a regulator of systemic nitric oxide homeostasis. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 50(1), 2-13.
- 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.
- Plowman, S., & Smith, D. (2013). *Exercise Physiology for Health Fitness and Performance*: Lippincott Williams & Wilkins.
- Polat, Y., Ramazanoğlu, N., & Bozkurt, S. (2002). Avrupa Şampiyonu Büyük ve Genç Erkek Türk Taekwondo Milli Takımının Kuvvet ve Esneklik ParametrelerininDeğerlendirilmesi, 7. *Uluslararası Spor Bilimleri Kongresi, Antalya*.
- Porcelli, S., Ramaglia, M., Bellistri, G., Pavei, G., Pugliese, L., Montorsi, M., ... & Marzorati, M. (2015). Aerobic fitness affects the exercise performance responses to nitrate supplementation. *Medicine and Science in Sports & Exercise*, 47(8), 1643-1651.
- Rasmussen, B., Tipton, K., Miller, S., Wolf, S., & Wolfe, R. (2000). An oral essential amino acid-carbohydrate supplement enhances muscle protein anabolism after resistance exercise. *Journal of applied physiology*, 88(2), 386-392.
- Raymond, M. V., Yount, T. M., Rogers, R. R., & Ballmann, C. G. (2023). Effects of Acute Red Spinach Extract Ingestion on Repeated Sprint Performance in Division I NCAA Female Soccer Athletes. *Oxygen*, 3(1), 133-142.
- Rimer, E. G., Peterson, L. R., Coggan, A. R., & Martin, J. C. (2016). Acute dietary nitrate supplementation increases maximal cycling power in athletes. *International journal of sports physiology and performance*, 11(6), 715.
- Robergs, R. A., & Roberts, S. O. (1997). Exercise physiology. *Exercise, performance, andclinical applications*. St. Louis: Mosby-Year Book, 840.

- Roberts, L. D., Ashmore, T., McNally, B. D., Murfitt, S. A., Fernandez, B. O., Feelisch, M., & Griffin, J. L. (2017). Inorganic nitrate mimics exercise-stimulated muscular fiber-type switching and myokine and γ -aminobutyric acid release. *Diabetes*, 66(3), 674-688.
- Rogers, R. R., Davis, A. M., Rice, A. E., & Ballmann, C. G. (2022). Effects of Acute Beetroot Juice Ingestion on Reactive Agility Performance. *Oxygen*, 2(4), 570-577.
- Rothwell, J. A., Medina-Remón, A., Pérez-Jiménez, J., Neveu, V., Knaze, V., Slimani, N., & Scalbert, A. (2015). Effects of food processing on polyphenol contents: A systematic analysis using Phenol-Explorer data. *Molecular nutrition*, 59(1), 160-170.
- Şahin Ş. (2011). *Taekwondocuları Kalp Atım Hızı ve Kan Laktat Konsantrasyonundaki Değişimlerin Müsabaka Süresince İncelenmesi*. Yüksek lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Sahlin, K. (1992). Metabolic factors in fatigue. *Sports Medicine*, 13, 99-107.
- Sandbakk, S. B., Sandbakk, Ø., Peacock, O., James, P., Welde, B., Stokes, K., & Tjønnå, A. E. (2015). Effects of acute supplementation of L-arginine and nitrate on endurance and sprint performance in elite athletes. *Nitric Oxide*, 48, 10-15.
- Santamaria, P. (2006). Nitrate in vegetables: toxicity, content, intake and EC regulation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86(1), 10-17.
- Santos, R., Pacheco, M., Martins, R., Villaverde, A., Giana, H., Baptista, F., . . . science, e. (2002). Study of the effect of oral administration of L-arginine on muscular performance in healthy volunteers: an isokinetic study. *Isokinetics*, 10(3), 153-158.
- Semsek, D. (2005). *Taekwondocuların Esneklik Düzeyleri ve Yaralanma İlişkisi*. Yüksek lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Shannon, O. M., Barlow, M. J., Duckworth, L., Williams, E., Wort, G., Woods, D., ... & O'Hara, J. P. (2017). Dietary nitrate supplementation enhances short but not longer duration running time-trial performance. *European journal of applied physiology*, 117, 775-785.
- Siervo, M., Lara, J., Ogbonmwan, I., & Mathers, J. C. (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.
- 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.
- Smolin, L., & Grosvenor, M. (2009). *Nutrition for sports and exercise*: Infobase Publishing.
- Sönmez, G. T. (2002). *Egzersiz ve Spor Fizyolojisi*. Ata Ofset Matbaacılık, Bolu.
- Spencer, M., Bishop, D., Dawson, B., & Goodman, C. (2005). Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities: specific to field-based team sports. *Sports medicine*, 35, 1025-1044.
- Spencer, M., Lawrence, S., Rechichi, C., Bishop, D., Dawson, B., & Goodman, C. (2004). Time-motion analysis of elite field hockey, with special reference to repeated-sprint activity. *Journal of sports sciences*, 22(9), 843-850.
- Spurway, N., & MacLaren, D. (2006). *The physiology of training: Advances in sport and exercise science series*: Elsevier Health Sciences.
- Stavroulakis, G., Kafouris, D., Christofidou, M., Paikousis, L., Christou, E., Christodoulidou, M., & Ioannou-Kakouri, E. (2018). Occurrence of nitrate in vegetables and dietary exposure assessment for the Cypriot adolescent consumers. *Accreditation and Quality Assurance*, 23, 115-122.

- Stevens, B. R., Godfrey, M. D., Kaminski, T. W., & Braith, R. W. (2000). High-intensity dynamic human muscle performance enhanced by a metabolic intervention. *Medicine and Science in Sports & Exercise*, 32(12), 2102-2108.
- Tan, R., Wylie, L. J., Thompson, C., Blackwell, J. R., Bailey, S. J., Vanhatalo, A., & Jones, A. M. (2018). Beetroot juice ingestion during prolonged moderate-intensity exercise attenuates progressive rise in O₂ uptake. *Journal of Applied Physiology*, 124(5), 1254-1263.
- Tanner, R., & Gore, C. (2012). *Physiological tests for elite athletes: Human kinetics*.
- Taş M. (2006). *Futbolcularda Sürat Egzersizlerinin Serum Süperoksid Dismutaz, Katalaz ve Malondialdehit Düzeylerine Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Taş, M., Kırıyıcı, F., Akyüz, M., & Kışalı, N. F. (2011). Farklı türdeki egzersizlerin nitrik oksit üzerine akut ve kronik etkileri. *Selçuk Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilim Dergisi*, 13(1), 26-30.
- Taşkuyu, E. (2020). Besinsel Nitrat Takviyesinin Anaerobik Performans Üzerine Etkileri. *Gaziantep Üniversitesi Spor Bilimleri Dergisi*, 5(4), 428-442.
- Tatlıcı, A., & Cakmakci, O. (2019). The effects of acute dietary nitrate supplementation on anaerobic power of elite boxers. *Medicina dello Sport*, 72, 225-233.
- Tatlıcı, A., (2017). *Elit Boksörlerde Akut Besinsel Nitrat Takviyesinin Anaerobik Güç Üzerine Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Thompson, C., Vanhatalo, A., Jell, H., Fulford, J., Carter, J., Nyman, L., Jones, A. M. (2016). Dietary nitrate supplementation improves sprint and high-intensity intermittent running performance. *Nitric Oxide*, 61, 55-61.
- Topal, V., Ramazanoglu, N., Yilmaz, S., Camliguney, A. F., & Kaya, F. (2011). The effect of resistance training with elastic bands on strike force at Taekwondo. *Am Int J Contemp Res*, 1(2), 140-144.
- Tornello, F., Capranica, L., Minganti, C., Chiodo, S., Condello, G., & Tessitore, A. (2014). Technical-tactical analysis of youth Olympic Taekwondo combat. *The Journal of Strength Conditioning Research*, 28(4), 1151-1157.
- Van Loon, L., Saris, W., Kruijshoop, M., & Wagenmakers, A. (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, S. J., Blackwell, J. R., DiMenna, F. J., Pavey, T. G., Wilkerson, D. P., & Jones, A. M. (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 R1121- R1131.
- Vanhatalo, A., Blackwell, J. R., L'Heureux, J. E., Williams, D. W., Smith, A., van der Giezen, M., & Jones, A. M. (2018). Nitrate-responsive oral microbiome modulates nitric oxide homeostasis and blood pressure in humans. *Free Radical Biology and Medicine*, 124, 21-30.
- Verstegen, M., & Marcello, B. (2001). Agility and coordination. *High performance sports conditioning*, 139-165.
- Whitfield, J., Gamu, D., Heigenhauser, G. J., Van Loon, L. J., Spriet, L. L., Tupling, A. R., & Holloway, G. P. (2017). Beetroot juice increases human muscle force without changing Ca²⁺-handling proteins. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 49(10), 2016-2024.

- Wilkerson, D. P., Hayward, G. M., Bailey, S. J., Vanhatalo, A., Blackwell, J. R., & Jones, A. M. (2012). Influence of acute dietary nitrate supplementation on 50 mile time trial performance in well-trained cyclists. *European journal of applied physiology*, 112(12), 4127-4134.
- Williams, T. D., Martin, M. P., Mintz, J. A., Rogers, R. R., & Ballmann, C. G. (2020). Effect of acute beetroot juice supplementation on bench press power, velocity, and repetition volume. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 34(4), 924-928.
- World Taekwondo Academy. (2018). *Taekwondo a White Paper on Education*. Kukkuwon: Seoul, Korea.
- Yaman, M., & Coşkuntürk, O. (1992). *Sportif Performansın Sınırları*. GSGM Yayınları, Ankara.
- Yıldız, Y., Aydın, T., Akkurt, S., Genç, Ü., Yağmur, H., & Kalyon, T. (1998). Laktat eşiği sonrası kullanılan enerji miktarı ile anaerobik kapasite arasındaki ilişki. *Spor Hekimliği Dergisi*, 33(4), 163-172.
- Yılmaz, S. (2016). *Kuvvet Antrenmanında Akut L-Arjinin Suplementasyonunun Hormonal ve Metabolik Etkileri*. Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Zorba, E., Ziyagil, M. A., & Erdemir, İ. (1999). Türk Rus boks milli takımlarının bazı fizyolojik kapasite ve antropometrik yapılarının karşılaştırılması. *Gazi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 4(1), 17-28.

EKLER

EK-1. Etik Kurul Kararı



T.C.
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Spor Bilimleri Fakültesi Dekanlığı

Sayı : E-70400699-000-2300198459

03.07.2023

Konu : Etik Kurul Kararı

DAĞITIM YERLERİNE

Fakültemiz Etik Kurulunun 20.06.2023 tarihli oturumunda alınan E-70400699-050.02.04-2300191246 sayılı, 2023/6 Fakülte Etik Kurulu Kararları konusu belgede yer alan karar metni aşağıya çıkarılmıştır.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Karar 91: Üniversitemiz Kaş Sporları ve Spor Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Ana Bilim Dalı tezli yüksek lisans programı öğrencisi Zafer KAVCI'nın "Elit Sporcularda Nitrat ve L-Arginine Alımının Akut Aerobik-Anaerobik Performans, Denge, Çeviklik ve Toparlanma Üzerine Etkisinin İncelenmesi" başlıklı çalışma isteği ile ilgili yazısı ve ekleri incelendi.

Yapılan görüşmelerden sonra, adı geçen araştırma çalışmasının yürütülmesinin, etik kurallarına uygun olduğuna, oy birliği ile karar verildi.

Prof.Dr. Necip Fazıl KİŞALİ
Alt Kurul Başkanı

Dağıtım:

Gereği:

Sayın Doç.Dr. Murat OZAN

Zafer Kavcı

Bu belge, güvenli elektronik imza ile onaylanmıştır.

Doğrulama Kodu: 66d770f9-0da0-4446-91a1-b00d360-cdabc

Atatürk Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Dekanlığı 25240

Erciyes

Tel: +90 442 2311380

Elektronik Adı: <http://www.ataturk.edu.tr/ibeyo>

Kayıt Adresi: ataturk@ataturk.edu.tr

Doğrulama Adresi: <https://www.turkiye.gov.tr/ataturk-universitesi-ibeyo>

Bilgi: Ömer TOPAL

Fax: +90 442 2311335

E-Posta: ibeyo@ataturk.edu.tr



ÖZ GEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, Adı : KAVCI Zafer
Uyruğu :
Doğum Tarihi ve Yeri :
Telefon :
E-mail :

Eğitim

<i>Derece</i>	<i>Eğitim Birimi</i>	<i>Mezuniyet Tarihi</i>
Lisans	Atatürk Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor	2003
Lise	Kazım Karabekir Endüstri ve Meslek Lisesi	1993

İş Deneyimi

<i>Yıl</i>	<i>Yer</i>	<i>Görev</i>
2008-2022	GSB	Antrenör

Yabancı Dil

Orta Düzey İngilizce

Orcid Numarası: 0009-0001-5131-059X