

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BEDEN EĞİTİMİ ve SPOR
ANABİLİM DALI

**FUTBOLCULARDA L-ARJİNİN
SUPLEMANTASYONUNUN ANAEROBİK PERFORMANS
VE TOPARLANMA ÜZERİNE ETKİSİ**

DOKTORA TEZİ

Ahmet MOR

**Samsun
Mayıs - 2014**

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BEDEN EĞİTİMİ ve SPOR
ANABİLİM DALI

**FUTBOLCULARDA L-ARJİNİN
SUPLEMANTASYONUNUN ANAEROBİK PERFORMANS
VE TOPARLANMA ÜZERİNE ETKİSİ**

DOKTORA TEZİ

Ahmet MOR

Danışman

Doç. Dr. Tülin ATAN

Samsun

Mayıs - 2014

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ahmet MOR tarafından Doç. Dr. Tülin ATAN danışmanlığında hazırlanan “Futbolcularda L-Arjinin Suplementasyonunun Anaerobik Performans ve Toparlanma Üzerine Etkisi” başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından /..... / 2014 tarihinde yapılan sınav ile Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalında DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan :
Prof. Dr. Osman İMAMOĞLU Ondokuz Mayıs Üniversitesi (Yaşar Doğu SBF)

Üye :
Prof. Dr. Mustafa AYYILDIZ Ondokuz Mayıs Üniversitesi (Tıp Fak. Fizyoloji AD)

Üye :
Prof. Dr. Seydi Ahmet AĞAOĞLU Ondokuz Mayıs Üniversitesi (Yaşar Doğu SBF)

Üye :
Doç. Dr. Faruk YAMANER Hitit Üniversitesi (BESYO)

Üye :
Doç. Dr. Tülin ATAN Ondokuz Mayıs Üniversitesi (Yaşar Doğu SBF)

ONAY:

Bu tez, Enstitü Yönetim Kurulunca belirlenen ve yukarıda adları yazılı jüri üyeleri tarafından uygun görülmüştür.

..... / /2014

Prof. Dr. Süleyman KAPLAN

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEŞEKKÜR

Doktora tezi olarak sunulan bu çalışmanın, belirlenmesi ve gerçekleşmesinde hiçbir zaman desteğini esirgemeyen, bana bağımsız düşünme ortamı sağlayarak her bilgiyi rahatlıkla paylaşıp, tartışabilme imkânı sunan ve karşılaştığım her türlü sorunun çözümünde bana yardımcı olan, proje sorumlusu ve tez danışmanım değerli Hocam Doç. Dr. Tülin ATAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Sağladıkları bilimsel desteklerinden dolayı, tez izleme komite üyeleri Sayın Prof. Dr. Seydi Ahmet AĞAOĞLU ile Sayın Prof. Dr. Mustafa AYYILDIZ'a teşekkür ederim.

Çalışmanın biyokimyasal ölçümlerinde, değerlendirilmesinde ve diğer aşamalarında yardımlarını esirgemeyen Dr. Serdar KELEK'e ve araştırmada elde edilen verilerin analizinde ve yorumlanmasında değerli desteğinden dolayı Yrd. Doç. Dr. Elvan AKTÜRK HAYAT'a teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmaya sağladıkları katkılardan dolayı; Ondokuz Mayıs Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yaşar Doğu Spor Bilimleri Fakültesi Akademik ve İdari Personeli'ne, Sinop Atatürk Devlet Hastanesi Personeli'ne ve Sinop Spor Futbol Kulübü'ne teşekkür ederim.

Bu süreçte maddi ve manevi her konuda yanımda olan ve desteğini esirgemeyen aileme de teşekkürlerimi sunarım.

Samsun, Mayıs 2014

Ahmet MOR

ÖZET

FUTBOLCULARDA L-ARJİNİN SUPLEMANTASYONUNUN ANAEROBİK PERFORMANS VE TOPARLANMA ÜZERİNE ETKİSİ

Amaç: Antrenman öncesi 3 gram ve sonrası 3 gram olmak üzere günlük 6 gram dozundaki oral L-arjinin suplemantasyonunun anaerobik performans ve toparlanma üzerine etkisinin belirlenmesidir.

Materyal ve Metot: Çalışma, yaşları 18-30 yıl olan aktif futbol oynayan 28 erkek gönüllü futbolcu ile yapılmıştır. Araştırmada, 14 gün boyunca araştırmacı tarafından deney grubuna günlük 6 g arjinin yüklemesi ve plasebo grubuna da günlük 6 g buğday kepeği yüklemesi yapılmıştır. Çalışmaya katılan futbolculara aynı test protokolü 2 kez uygulanarak, 14 gün ara ile eşit fiziki şartlarda bazı antropometrik ve biyokimyasal parametreleri alınmış, Running-based Anaerobic Sprint Test (RAST) uygulanmıştır.

Bulgular: Araştırmada, arjinin suplemantasyonu sonrası deney grubu beden kitle indeksi (BKİ) $23,60 \pm 2,28 \text{ kg/m}^2$ iken, $23,39 \pm 2,12 \text{ kg/m}^2$ olmuş ve anlamlı düzeyde düşme tespit edilmiştir. Deney grubunun 1. dakika kan laktat ölçümlerinde, plasebo grubunun ise dinlenik ve 1. dakika kan laktat ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Anaerobik egzersiz sonrası laktik asidin en yüksek seviyeye ulaştığı 5. ve 10. dakikalar arası ölçümlerine bakıldığında; arjinin suplemantasyonu sonrası deney grubu laktat seviyesinin $12,07 \pm 2,92 \text{ mmol}$ iken, $11,23 \pm 1,97 \text{ mmol}$ 'e düştüğü tespit edilmiştir. İki grubun da dinlenik ve 1. dakika kalp atım sayısı (KAS) ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiş, bu farklılık deney grubunda daha belirgin olmuştur. Ayrıca, arjinin supplementinin anaerobik güç testi sonucunda yorulmayı geciktirdiği saptanmıştır. Arjinin grubunun, trigliserid, AST, ALT ve laktat dehidrogenaz (LDH) değerlerinde anlamlı farklılıklar bulunmuş, değişimler vücut normal değer aralığında ve performans için olumlu yönde olmuştur ($p < 0,05$).

Sonuç: L-Arjinin supplementinin futbolcularda, vücuttan laktik asidin uzaklaştırılmasını hızlandırdığı, LDH enzim değerinin düşmesi nedeniyle antrenman sonrası oluşan kas hasarını hızlı iyileştirdiği ve kas yenilenmesini sağladığı, anaerobik performansla olumlu etki yaptığı ve toparlanmayı hızlandırdığı bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: L-Arjinin, Futbolcu, Anaerobik Performans, Laktat, Toparlanma

Ahmet MOR, Doktora Tezi

Ondokuz Mayıs Üniversitesi - Samsun, Nisan – 2014

ABSTRACT

THE EFFECT OF L-ARGININE SUPPLEMENTATION

ON THE FOOTBALLER'S ANAEROBIC PERFORMANCE AND RECOVERY

Aim: The aim is to determine the effect of 3 grams of pre-training and post-training (6 grams in a day) L-arginine supplementation on anaerobic performance and recovery.

Material and Method: The study has been conducted with 28 volunteering male footballers who are aged between 18-30 and who actively play football. During the research, the researcher loaded 6 grams of arginine to experiment group and 6 grams of wheat bran to placebo group for 14 days. The same test protocol has been conducted twice, with a 14 days interval, at equal physical circumstances; some anthropometric and biochemical parameters are taken, and RAST is applied.

Results: The research detects a significant decrease in experiment group body mass index from $23,60 \pm 2,28$ to $23,39 \pm 2,12$ after arginine supplementation. Significant statistical differences have been detected in the experiment group's 1st minute blood lactate measurements. In the placebo group, significant differences have been detected in the resting and 1st minute blood lactate measurements. When the measurements between 5th and 10th minutes during which the lactic acid reaches to the highest level is considered, it has been detected that after arginine supplementation, the experiment group's lactate level decreases from 12.07 ± 2.92 mmol to 11.23 ± 1.97 mmol. Both groups display a significant statistical difference between resting and 1st minute heart rate measurement and this difference is more obvious in the experiment group. Moreover, arginine supplement has been proved to delay getting exhausted after anaerobic power test. Significant differences in arginine group's triglyceride, AST, ALT and lactate dehydrogenase measurement have been found out and these differences remained in the normal value range effecting performance in a positive way ($p < 0.05$).

Conclusion: The study shows that L-Arginine supplementation facilitates the removal of lactic acid from the footballer's body, due to the decrease of LDH enzyme value, cures the muscles injury faster which occurs after training and enhances muscle renewal, effects anaerobic performance in a positive way and accelerates recovery.

Key Words: Footballer, L-Arginine, Anaerobic Performance, Lactate, Recovery

Ahmet MOR, Ph. D. Thesis

Ondokuz Mayıs University - Samsun, April – 2014

SİMGELER VE KISALTMALAR

ADMA	Asimetrik Dimetil Arjinin
ADP	Adenozin Difosfat
ALA	Alfa Linoleik Asit
ALP	Alkalen Fosfataz
ALT	Alanin Aminotransferaz
An _{Th}	Anaerobik Eşik
AST	Aspartat Aminotransferaz
AT	Anaerobik Eşik
ATP	Adenozin Trifosfat
ATP-PC	Fosfojen Sistemi
BCAA	Branched-Chain Amino Acid
BKİ	Beden Kitle İndeksi
C	Kreatin
cc	Santilitre
CA ⁺	Kalsiyum İyonu
cGMP	Halkasal Guanozin Monofosfat
CLA	Conjugonet Linoleik Asit
CO ₂	Karbondioksit
eNOS	Endotel Nitrik Oksit Sentaz
FAD	Flavin adenin dinükleotid
FeO ₂	Demiroksit
FG	Fast Glitolitik
FMN	Flavin mononükleotid
FT	Fast Twitch-Hızlı Kasılan
g	Gram
GC	Guanilat Siklaz
GGT	Gama Glutamil Transferaz
H ⁺	Hidrojen İyonu
H ₂ O	Su
H ₄ B	Tetrahidrobiopterin

HDL	High Density Lipoprotein
HGH	İnsan Büyüme Hormonu
IL-1	İnterlökin
iNOS	İndüklenebilir Nitrik Oksit Sentaz
Kg/m ²	Kilogram/metrekare
KAS	Kalp Atım Sayısı
l	Litre
[La _{bl}] mmol • L ⁻¹ ; mM	Kan Laktat Yoğunluğu
LDH	Laktat Dehidrogenaz
LDL	Low Density Lipoprotein
L-NAME	NG-nitro-L-arjinin metil ester
LT	Laktat Eşiği
m	Metre
MAOD	Maximal Accumulated Oxygen Deficit
Max VO ₂	Vücudun oksijeni kullanılacağı noktalara taşıyabilme ve kullanabilme kapasitesidir.
mg	Miligram
Mg/dl	Miligram/Desilitre
MMOL	Milimol
MOL	Moleküler
NADH/NAD ⁺	Nikotinamid adenin dinükleotid
NADPH	Nikotinamid adeninfosfat
nNOS	Nöronal Nitrik Oksit Sentaz
NO	Nitrik Oksit
NOS	Nitrik Oksit Sentaz
O ₂	Oksijen
OAT	Ornitin aminotransferaz
OBLA	Kan Laktat Birikim Başlangıcı
ODC	Ornitin dekarboksilaz
P	Fosfat
PC	Kreatin Fosfat
PFK	Phosphofruktokinase

PH	Power of Hydrogen
P_i	İnorganik Fosfat
PO ₂	Parsiyel Oksijen Basıncı
RAST	Running-based Anaerobic Sprint Test
TNF	Tümör nekroz faktörü
U/L	Mikrolitre
μL	Mikrolitre
W	Watt
[W] $W; J \cdot s^{-1}; kg \cdot m \cdot s^{-1}$ $N \cdot m \cdot s^{-1}$	Güç
WHO	Dünya Sağlık Örgütü

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
SİMGELER VE KISALTMALAR	vi
İÇİNDEKİLER	ix
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	11
2.1. Beslenme.....	11
2.1.1. Beslenme ve Spor	11
2.1.2. Beslenme Performansı Nasıl Etkiler?	12
2.2. Ergojenik Yardım	13
2.2.1. Amino Asit Suplementi	15
2.2.2. Amino Asitlerin Enerji İçin Kullanımı	17
2.3. Futbolun Fizyolojisi	17
2.3.1. Futbolda Anaerobik Kapasite ve Toparlanmanın Önemi	18
2.3.2. Futbolda Beslenme ve Ergojenik Yardım.....	19
2.4. Anaerobik Sistem.....	20
2.4.1. ATP-CP Sistemi (Anaerobik Alaktik)	21
2.4.2. Laktik Asit Sistemi (Anaerobik Laktik)	22
2.4.3. Anaerobik Eşik	24
2.4.4. Anaerobik Eşiğin Belirlenmesi	25
2.4.5. Anaerobik Glikoliz	26
2.4.6. Anaerobik Glikolizin Sonuçları	28
2.4.7. Anaerobik Güç ve Kapasite	28
2.4.8. Anaerobik Güç ve Kapasitenin Ölçümü	30
2.4.9. Anaerobik Güç ve Kapasite Testleri	31
2.4.10. Anaerobik Güç ve Kapasiteyi Etkileyen Fiziksel ve Fizyolojik Mekanizmalar	31
2.5. Laktat Metabolizması	34
2.6. Laktat Metabolizması ile Etkileşim Halinde Olan Faktörler	35

2.6.1. Metabolizma Hızı	35
2.6.2. Dolaşım Sistemi	36
2.6.3. Kan Laktat Yoğunlaşması.....	36
2.6.4. Asit Baz Dengesi, PH ve Hidrojen İyonu (H ⁺) Konsantrasyonu	37
2.6.5. Fazla Tamlama Döngüsü	39
2.6.6. Yorgunluk ve Aşırı Antrenman	39
2.7. Laktik Asidin Sonu	40
2.8. Antrenman Sonrası Toparlanma	41
2.8.1. O ₂ Borcu (Toparlanma Oksijeni).....	42
2.8.2. Toparlanmada Enerji Kaynaklarının Yenilenmesi	44
2.9. Laktik Asidin Uzaklaştırılması	46
2.9.1. Laktik Asit Atılımının Fizyolojisi.....	47
2.9.2. Laktik Asidin Uzaklaştırılmasında Aktif Toparlanma.....	48
2.10. O ₂ Miyogloblin Depolarının Yenilenmesi (Miyogloblin Oksijenasyonu).....	49
2.11. Toparlanmayı Etkileyen Temel Etmenler	50
2.11.1. Sporcunun Yaşı.....	50
2.11.2. Spor Tecrübesi	51
2.11.3. Cinsiyet	51
2.11.4. Çevresel Etmenler.....	51
2.11.5. Hareket Genişliği	51
2.11.6. Kas Lifinin Türü	52
2.11.7. Kullanılan Egzersiz ve Enerji Biçimi	52
2.11.8. Fizyolojik Etmenler	52
2.11.9. Psikolojik Etmenler.....	52
2.11.10. Aşırı Antrenman	53
2.11.11. Destek Besinlerin Alınması	53
2.11.12. Artık Ürünlerin Uzaklaştırılması	53
2.12. Arjinin.....	53
2.12.1. Arjinin Sentezi ve Etki Mekanizması	56
2.12.2. Arjinin Metabolizması	56
2.12.3. Arjinin Ergojenik Etkileri	59
2.12.4. Nitrik Oksit	59

2.12.5. Arjinin ve Nitrik Oksit	61
2.12.6. Arjinin ve Egzersiz Performansı	62
2.12.7. Güvenilirlik ve Yan Etkiler.....	63
3. MATERYAL VE METOT.....	65
3.1. Araştırma Grubu	65
3.2. Suplemantasyon	66
3.3. Araştırmanın Tasarımı	66
3.4. Anaerobik Performans Testi	68
3.5. Laktik Asit Analizörü	69
3.6. Kalp Atım Sayısı Ölçümü.....	71
3.7. Biyokimyasal Testler	71
3.8. Boy Uzunlukları ve Vücut Ağırlığı Ölçümü, Beden Kitle Endekslerinin Hesaplanması	72
3.9. İstatistiksel Analiz.....	73
4. BULGULAR.....	74
4.1. Antropometrik Bulgular.....	74
4.2. Laktik Asit ile İlgili Bulgular.....	78
4.3. Kalp Atım Sayısı ile İlgili Bulgular	83
4.4. RAST ile İlgili Bulgular	88
4.5. Biyokimyasal Testler ile İlgili Bulgular	93
5. TARTIŞMA.....	99
5.1. L-Arjinin Suplemantasyonunun Antropometrik Değerlere Etkisi.....	101
5.2. L-Arjinin Suplemantasyonunun Laktik Asidin Uzaklaştırılmasına Etkisi	103
5.3. L-Arjinin Suplemantasyonunun Kalp Atım Sayısına Etkisi.....	107
5.4. L-Arjinin Suplemantasyonunun Anaerobik Güç ve Yorgunluk Endeksine Etkisi	110
5.5. L-Arjinin Suplemantasyonunun Biyokimyasal Değerlere Etkisi	112
6. SONUÇ ve ÖNERİLER	115
KAYNAKLAR	119
EKLER	134
EK 1. Etik Kurul Onay Raporu.....	134
ÖZGEÇMİŞ	135

1. GİRİŞ

Beslenme; büyüme, yaşamın sürdürülmesi ve sağlığın korunması için besinlerin kullanılmasıdır. Beslenme insan gereksinimlerinin başında gelmektedir. Son zamanlarda yeterli ve dengeli beslenmenin öneminin ortaya çıkmasıyla birlikte performans üzerindeki etkisi de kabul edilmeye başlanmıştır. Beslenme ve sportif performans arasındaki ilişki en azından 3000 yıldır insanların ilgi konusudur. Besin maddelerinin kullanılmasıyla ilgili direkt çalışmalar ise son 150 yıldır yapılmaktadır (Ergen, 2011).

Son yirmi yılda sporcu beslenmesi, egzersiz biyokimyası ve egzersiz fiziolojisi konusundaki bilgilerle desteklenen çok popüler bir çalışma alanı haline gelmiştir. Bu alan sağlıklı bir yaşam sürme, antrenman programına adapte olma, egzersiz sonrası hızla toparlanma ve yarışma performansını optimize etmeye yönelik beslenme ilkelerinin geliştirilmesine ve yaşama geçirilmesine ilişkin bilimsel araştırma ve eğilim aktivitelerini içermektedir (Ergen, 2011).

Beslenme, sporcuların antrenman programlarında önemli bir ögedir. Egzersiz ve sporcu antrenmanlarının bazı atletlerde beslenme ihtiyaçlarını artırdığı düşünülmese de, dengeli diyetle birlikte uygun kaloriler besin gereksinimini büyük ölçüde karşılayabilir. Buna rağmen, çeşitli nedenlerden dolayı bütün sporcuların artan besin ihtiyaçlarını doğal diyetlerle karşılaması mümkün değildir ve bu yüzden eksiklikleri gidermek amacıyla başvurulmuş doğal supplementler performansı iyileştirecektir (McDowall, 2007).

Sportif performansı artırmak amacıyla doğal yetenek ve antrenmanın dışında madde, yöntem ve malzemelerin kullanımı ergojenik yardım olarak adlandırılır. Ergojenik yardımcı spor dallarının gereksinimlerine göre değişik amaçlarla kullanılır;

- a. Kas kasılması için gerekli yakıt kaynağını geliştirmek.
- b. Dayanıklılığı geliştirmek.
- c. Kas kütlesini ve kas gücünü artırmak.
- d. Egzersiz sırasında oluşacak yorgunluğu geciktirmek.
- e. Antrenman ve karşılaşma sonrası toparlanmayı hızlandırmak.
- f. Egzersiz sırasında oluşan oksidanlar, laktik asit gibi ürünlerin zararlı etkilerini önlemek (Ergen, 2011).

Spor dalları doğaları gereği birbirinden farklılık gösterir ve bazı spor dalları antrenman, yarışma, performans, toparlanma, dinlenme, yenilenme ve bunlara bağlı gereksinimler olarak diğerlerinden daha kapsamlı ve yoğun olabilir. Bu duruma paralel olarak da, sporcuların beslenme alışkanlıkları ve vücudun besin ihtiyaçlarının optimum bir şekilde giderilmesi, sporcuların fizyolojik durumları ve sportif performansların belirlenmesinde belirleyici rol oynayacaktır.

Yapılan araştırmalarda, supplement kullanımına kolej ve üniversite düzeyinde başlandığı ve 18 yaş üstü atletlerin supplement kullandığı belirlenmiştir (McDowall, 2007). Yapılan başka bir araştırmada ise Amerikada üniversite sporcularının %88'inin en az bir doğal supplement, %58'inin de 2 veya daha fazla supplement kullandığı tespit edilmiştir. İstatistiklere göre, ulusal, uluslararası ve olimpiyat seviyesindeki birçok elit sporcu sık sık supplement kullanımını tercih etmektedir. Supplement (protein, kreatin) kullanım nedenlerine bakıldığında; spor performans etkisinin yüzdesini yükseltmek, enerjiyi artırmak, performansı iyileştirmek, beslenme yetersizliklerini engellemek, hastalıkları engellemek, kas kütlesini artırmak ve toparlanmayı iyileştirmek için kullanıldığı ortaya çıkmaktadır (McDowall, 2007).

Özellikle protein, kas dokusunun geliştirilmesi (güç antrenmanları), egzersiz sırasında enerjiye katkı sağlanması, egzersiz sırasında yıkılan kasın onarımı ve toparlanması için gereklidir. Proteinin enerjiye katkısının dinlenme durumunda %2-5, egzersiz sırasında ise %4-15 olduğu, dayanıklılık egzersizleri sırasında protein sentezinde %20-50 azalma ve protein yıkımında artma ortaya çıktığı bilinmektedir (Ergen, 2011).

Ağır dayanıklılık antrenmanlarının sonucunda, aktif kas liflerinde bozulma ve hasar meydana gelir ve büyük miktarda protein girişi (alımı) bu fibrillerde gidişi değiştirip tamiratu (onarımı) destekleyebilir. Dengeli ve düzenli protein kullanımı ile kas hasarının azaldığı, kuvveti azaltan kas zayıflığının engellendiği ve dayanıklılık antrenmanı sonrası toparlanmanın geliştiği kanıtlanmıştır. Dayanıklılık antrenmanı kombinasyonu ile daha büyük bir amino asit miktarı, olumlu nitrojen dengesi ve artan protein sentezi ile sonuçlanabilir. Bunun kas büyümesi ve güçlenmesinin iyileştirilmesi açısından önemli etkileri olabilir. Ayrıca protein alımı, anabolik hormonların düzenlenmesinde önemli rol oynadığı için de tavsiye edilmektedir ve bu durumda kasların iyileşmesi için gereklidir (Hoffman ve ark., 2007).

İnsanların egzersiz kapasitesi, katılmış olduğu düzenli fiziksel aktiviteler sonucunda yaşı ilerlemesi ile birlikte bireysel kayıplara uğrar ve geriler. Fakat diyet supplementleri egzersiz kapasitesini artırır, fiziksel uygunluğu korur ve genel sağlığı iyileştirir (Chen ve ark., 2010).

Bazı doğal supplementler, dayanıklılık antrenmanlarında kas gücü ve hipertrofisindeki artışı etkili kılmak için kullanılmaktadır. Son zamanlarda kullanılan supplementlerden L-arjinin bunlardan biridir ve akut damar genişlemesini harekete geçirir çünkü egzersiz sırasında kaslardaki nitrik oksit (NO) üretimini artırır. Damar genişlemesi sonucunda kan dolaşımının artması ile birlikte, egzersiz boyunca aktif dokulara yüksek miktarda besin ve oksijen gider, protein sentezi artar ve kas toparlanması kolaylaşır (Alvares ve ark., 2012).

Performansı geliştirmek ve toparlanmayı iyileştirmek birtakım fizyolojik etkilere bağlıdır. Bu nedenle; yüksek performans ve toparlanma düzeylerini de yüksek verimde tutmamız laktik asidin vücuttan atılımına bağlıdır. Bu atılımı hızlı bir şekilde yapabilmemizin başlıca yöntemlerinden birisi de kan damarlarını genişletip kan akışını hızlandırmaktır.

L-arjinin, yarı-esansiyel bir amino asittir ve nitrik oksit üretiminin öncüsüdür. L-arjinin suplementasyonu sağlıklı bireylerde kalp yetmezliğini ve diyabet hastalarında ise endotelial fonksiyonları ve egzersiz kapasitesini iyileştirmektedir, zira egzersiz kapasitesinin limitleri endotelial fonksiyon bozukluklarına bağlıdır (Doutreleau ve ark., 2010).

L-arjinin, egzersiz performansını artıran bir supplementtir. L-arjinin supplementinin, maksimal gücü, tekrarlanan sprint performansını ve yorgunluğa karşı gelmeyi artırdığı görülmüştür (Little ve ark., 2008). Son yıllarda besin takviyesi kullanımı katlanarak artmıştır ve L-arjinin içeren supplementlerin kullanımı kuvvet ve dayanıklılık geliştirme egzersizleri yapan bireyler arasında popüler hale gelmiştir. Bu ilaveler genellikle “Nitrik Oksit Stimulatörleri“ olarak kullanıcının kas gücü ve dayanıklılığını artırmayı potansiyel fayda olarak amaçlamaktadır (Wax ve ark., 2012).

Nitrik oksit önemli bir fizyolojik uyarıcı moleküldür, Nitrik Oksit Sentazın (NOS) farklı bir izoformudur ve kan akışı ayarlanmasında, kas kasılmasında, glukoz ve kalsiyum homeostazisinde, mitokondrial biyosentezde ve nefes almada rol oynayarak iskelet kası fonksiyonunu değiştirebilir. Nitrik oksidin sadece bir amino asit olan L-

arjinin oksidasyonu sonucunda meydana geldiği düşünülmektedir ve Nitrik Oksit Sentaz (NOS) ile katalize edilir (Roberts ve ark., 1999; Jones ve ark., 2011).

Nitrik oksit, düşük bir moleküler ağırlığı olan kalsiyum bağımlı enzim NOS ile L-arjinin ve L-sitrülinden sentezlenen yüksek yayılabilir sinyalli bir gaz moleküldür. Nitrik oksit, egzersiz boyunca kan akışının ve kan basıncının düzenlenmesi ve iskelet kası dinlenmesi için değişmez bir rol oynar (Copp ve ark., 2010; Nyberg ve ark., 2012).

Nitrik oksit, sinir iletimi, trombosit agregasyonu, damar genişlemesinin düzenlenmesi gibi fizyolojik fonksiyonları içine alan çok geniş bir alanda rol oynar (Jones ve ark., 2003). Nitrik oksidin rolleri arasında iki tanesi doğrudan egzersiz performansını etkilemektedir; bunlar kalp ve iskelet kasında damar genişlemesinin ve oksijen tüketiminin ayarlanmasıdır (McAllister ve ark., 2008).

Nitrik oksit, kas damar genişlemesi ve oksidatif metabolizma kontrolünü de içine alarak bir yığın fizyolojik fonksiyonu kapsar. Nitrik oksit, özellikle damar genişleten birkaç maddeyi egzersiz sırasında serbest bırakarak damar iletkenliğinin ve kas kan akışının düzenlenmesini etkiler ve nitrik oksit egzersiz boyunca kan akışının yeniden dağıtımına katkıda bulunur. Egzersiz boyunca nitrik oksit üretiminin artışı, kalp ve iskelet kasında damar genişlemesini teşvik eder ve dolaşım fonksiyonlarının kontrolünde anahtar bir rol oynayarak kastaki damarların düzenlenmesini ve bu damarların dayanıklılığının korunmasını sağlar. Endotelial hücreler nitrik oksidin kaynağıdır ve bu damar dayanıklılığını değiştirir (Gündüz ve ark., 2003; Başkurt ve ark., 2004; Wilkerson ve ark., 2004).

Ayrıca nitrik oksit, iskelet kasında egzersiz ve dinlenme boyunca endotel-bağımlı düzenleyici bir rol oynar, egzersiz boyunca iskelet kası glukoz yükselmesinde esaslı bir etkisi vardır ve kas büyümesi ve toparlanması için önemli bir hormon olan insülin hormonu salınımını artırabilir (Gavin ve ark., 2000; McConell ve ark., 2006; Vasilijevic ve ark., 2007).

Dayanıklılık performansında, yalnızca yüksek VO_2 max (maksimal oksijen alımı) değerleri değil, bunun yanı sıra yüksek laktik asit üretimi ve birikimine bağlı olarak yorgunluk ortaya çıkmadan önce bu yüksek VO_2 max değerlerinde egzersiz şiddetinde efor harcayabilmekte önem taşımaktadır. Maksimal oksijen tüketimine göre relatif egzersiz şiddeti yükseldikçe anaerobik enerji yolunun katılım payı daha yüksek olacak ve laktik asit üretimi artacaktır. Çalışan kaslar tarafından üretilen laktik asit kan

tarafından uzaklaştırılan miktarın üzerine çıkar ve kan laktat miktarında artış başlar. Laktik asit yorgunluğa yol açan metabolitlerden birisi olup kaslarda birikimi egzersiz temposunun düşmesine neden olacaktır (Ergen, 2011). Diğer bir ifadeyle, yüksek yoğunlukta yapılan egzersizler, glikojenin parçalara ayrılması sırasında O₂'nin (oksijen) olmaması nedeniyle yan ürün adı verilen laktik asit oluşur. Çok uzun bir süre yüksek yoğunluklu bir etkinlik devam ederse kasta büyük miktarlarda laktik asit toplanır ve buda yorgunluğa neden olur.

Egzersiz yoğunluğu arttığında ve oksidatif kaynaklardan yapılan ATP üretimi yetersiz kaldığında anaerobik ATP (adenozin trifosfat) üretimi gerekir (Moxnes ve ark., 2012). Anaerobik güç, kas içinde ATP yenilenme hızına, kas içi glikojen konsantrasyonuna yüksek laktik asit ve düşük PH (power of hydrogen) değerlerinde toleransa, kas lif tipi dağılımına ve belki de en önemlisi olan kas koordinasyonu gibi özelliklere bağlı olarak ortaya konmaktadır, Anaerobik eşik ise aerobik enerji üretiminin gereksinimi sağlayamadığı ve anaerobik metabolizmanın devreye girdiği iş yoğunluğu ya da oksijen kullanım düzeyini belirlemek amacıyla kullanılmaktadır (Ergen, 2011).

Yüksek oksijen alımı özelliğine doğuştan sahip olan bireyler, maksimal performansa ulaşmak için bu özelliklerini sıkı idmanla tamamlamalıdır. Eğer dayanıklılığa dayalı sporlar yapıyorlarsa maksimal oksijen alımlarını (%VO₂ max) düzgün bir biçimde bölümleyerek kullanma yeteneklerini geliştirmeleri ve aktivitelerini fiziksel açıdan etkili bir biçimde gerçekleştirmeleri gerekir. Bu hipotez, anaerobik eşik, laktat eşiği ya da aerobikten anaerobiğe geçiş noktası fikridir. Anaerobik eşik veya laktat eşiği hakkında genel düşünceye baktığımızda bize şunları sunar; metabolik asidoz veya solunumsal gaz değişiminin olduğu noktanın hemen altındaki egzersizdir. Bir başka yolla anlatılacak olursa; artan egzersiz süreci, kesin yoğunluk, doğrusal olmayan aşırı artan ventilasyon, ventilasyon eşiği, doğrusal olmayan artan kan laktat konsantrasyonu, laktat eşiği, doğrusal olmayan CO₂ (karbondioksit) üretimi, CO₂ üretiminin artması, akciğere giren ve çıkan oksijenin artımı, 4 mmol kan laktat seviyesi, OBLA (kan laktat birikimi başlangıcı), ani artan FeO₂ (demiroksit) gibi bütün bu değerler bize toplu olarak anaerobik eşiği işaret eder (Ghosh, 2004).

Laktat, ATP'nin yeniden sentezinde önemli bir metabolittir ve onun uzaklaştırılması temel enerjinin yeniden kazandırılmasının bir yoludur. Bu nedenle, laktat oksidasyonu karbonhidrat depolarının korunmasına ve uzun süren kapsamlı

egzersiz boyunca yoğun egzersiz temposunu devam ettirmeye katkıda bulunabilir. Egzersiz sonrası laktat uzaklaştırılması aktif ve pasif toparlanma şeklinde uygulanabilir. Literatürde hızlı laktat uzaklaştırılmasında aktif toparlanmanın pasif toparlanmaya göre daha çok kullanıldığı belirtilmektedir. Ayrıca, farklı egzersiz yoğunluklarının, kan laktat uzaklaştırılmasına farklı etkileri olabilir (Di Masi ve ark., 2007).

Laktat eşiği, fizyoloji alanında önemli bir veridir çünkü uzun mesafe koşu gibi dayanıklılık sporlarında gerçek performansı belirler (Vachon ve ark., 1999). Artan egzersiz sırasında laktat normal seviyelerin üstüne çıkar, maksimal iş yükü yüzdesi laktat eşiktir ve dünya standartlarındaki sporcular %70-90 aralığında laktat eşiğine sahiptirler ki bu spor yapmayan birinde %50-60 arasında bir seviyededir (Finsterer, 2012). Teoriye göre; daha yüksek laktat eşiği bir oyuncunun maç sırasında laktat birikimi olmadan daha yüksek ortalama yoğun performans sürdürebilmesini sağlar (McMillan ve ark., 2005).

Ayrıca, egzersize karşı oluşan kan laktik asit tepkisi üç aşamalı bir doğaya sahiptir. Hafif veya orta şiddette bir egzersiz süresince (O_2 tüketiminin %60 maksimal oranı), glikoliz oranı birkaç birim artar ama kanda laktik asit birikimine neden olmaz. Ağır egzersiz sırasında (%60-80 VO_2 max), kan laktik asit oranı başlarda alım oranını aşar, böylece kas ve kan laktik asidi kalan kısımdan daha yüksek bir sabite ulaşır. Egzersizin maksimum sınırına (%80 VO_2 max) ulaşıldığında, anaerobik glikoliz aerobik ATP üretiminden kaynaklanan enerjiyi destekler ve yorgunluk ortaya çıkana değin kasta ve kanda laktik asit birikimine neden olur (Cabrera ve ark., 1999). Ağır egzersiz yapıldığında artan enerji ihtiyacı, kan laktat konsantrasyonunda artış ile sonuçlanan anaerobik glikoliz tarafından karşılanır. Bu noktada kan laktat konsantrasyonu önemli ölçüde dinlenme seviyesinin üstünde artar (Özçelik ve Keleştimur, 2004).

Futbolun geçtiğimiz yüzyılda olduğu gibi, 21. yüzyılda da dünyanın en popüler spor dalı olması, kitleleri peşinden sürükleyen bu spor dalını yüksek seviyede fiziksel ve psikolojik performans gerektiren bir oyun haline getirmiştir. Bu sebeple, ağır antrenmanlara maruz kalan ve sıkışık takvimleri nedeniyle çok maç yapan takımların en büyük sorunu yorgunluktur. Bazı dönemlerde futbolcular, müsabaka ve antrenman sonrası tam olarak toparlanmadan yeni bir müsabakaya veya antrenmana katılmak zorunda kalmaktadırlar. Vücudun uyum sağlamasının zor olduğu ve birtakım fiziksel ve psikolojik sorunlar oluşturacak bu durumu ortadan kaldırmak için de futbolcuların bir

sonraki antrenman veya müsabakaya dinlenik yani toparlanmış olarak katılmasını sağlamak gerekmektedir. Toparlanma, hem bir sonraki antrenman veya maçtaki performansın yükselmesini, hem de sporcuların sürantrenman sürecinden korunmalarını sağlayacaktır. Toparlanmayı iyileştirmenin önemli yollarından birisi de ergojenik yardımcıları içerisinde olan toparlanmayı hızlandıran doğal supplementlerdir.

Futbol, dünya çapında yüksek katılımlı ve sevilen bir spordur (Kilding ve ark., 2008). Futbolcunun önemini sporun bazı bileşenleri belirlemektedir. Bunlar; aerobik dayanıklılık, anaerobik dayanıklılık (zıplama kabiliyeti ve ivmelenme gibi), güç ve esnekliği de kapsayan birtakım özelliklerdir. Teorik olarak yüksek laktat eşiği futbolcunun maç boyunca laktat birikmeksizin yüksek yoğunluk ortalamasını devam ettirmesi anlamına gelmektedir (McMillan ve ark., 2005). Futbol performansının belli dönemlerinde, bir oyuncunun anaerobik eşiğinin yüksek olması daha fazla mesafeye, antrenmanlı sporcularda daha az oksijen tüketimine ve oyun boyunca laktat birikmeksizin yüksek yoğunluğa karşılık gelmektedir (Edwards ve ark., 2003).

Bir futbol maçı boyunca performansın %90'dan fazlası aerobik metabolizma tarafından sağlanır ve futbolcuların anaerobik eşik yoğunluğu tahmini olarak ortalama 10 km koşu eforudur. Büyük fizyolojik metabolik fonksiyonlardaki bir futbol maçında enerjiyi aerobik metabolizma karşılmasına rağmen, üst düzey beceriler; zıplama, sıçrama, vuruş ve savunma/engelleme anaerobik hareketlerdir (Miranda ve ark., 2013).

Futbolcuların fiziksel ve fizyolojik durumlarının yönetimi, onların performans bilgi detaylarının ayrıntılı incelenmesine dayanmaktadır. Tekrarlanan rastgele aralıklı yüksek yoğunluklu anaerobik ve aerobik aktiviteler kan laktat yoğunluğunu yükseltir ve bu da maç sırasındaki yorgunluğun temel nedenidir. FA İngiltere Premier Futbol Liginde yapılan bir araştırmada; futbolcuların maç boyunca her 4-5 dakikada bir olmak üzere maç boyunca 19 sprint attığı, ortalama hareket değişiminin her 3,5 saniyede bir olduğu, yüksek yoğunluklu hareket aralığının her 60 saniyede bir olduğu ve bunların sonucunda da her 4 dakikada bir maksimal efor harcadığı belirlenmiştir. Futbolcuların gözlemlenmesi sonucu alınan istatistikî bilgilere bakıldığında; %4,6 Ayakta Durmak, %28,1 Jogging, %4,8 Sprint, %9,3 Galop, %14,2 Yürüme, %11,1 Koşma, %9,9 Atlama, %18,1 Diğer olarak tespit edilmiştir (Bloomfield ve ark., 2007).

Pek çok sporcu, özellikle de üst düzey sporcu olanlar, günde 2-3 kez (bazen daha da fazla) oldukça zorlayıcı bir antrenman uygularlar. Bu tür koşullarda sporcular

fizyolojik ve psikolojik ölçütlerin dışına çıkararak organizmanın işlevlerini bozup çalışma yeteneklerini azaltabilirler. Ayrıca, sporcularda iş ve özel yaşantı biçimlerinden kaynaklanan sorunlar gözükür. Her bir durum, antrenmanı, yarışmayı ve özellikle de sporcunun bir beceriyi kısa aralıklarla yineleme niteliğini etkileyen, fizyolojik, psikolojik ve psiko-sosyolojik gerilim yaratır. Bu yüzden, bunun üstesinden gelmek için kişi antrenman ile toplumsal yaşantı ve toparlanma oranı arasında iyi bir denge kurmalıdır (Bompa, 2011).

Sporcunun toparlanmanın önemini farkında olması ve bunun uygulanması konusunda deneyimli olması çok önemli bir konudur. Besin ögesinden yoğun katı besinlerin kullanılıyor olması da iyi bir alternatif olabilir (Ergen, 2011).

Yoğun antrenmanlar sonrası toparlanma kapasitesinin yarışma ve maçlar boyunca futbol performansında önemli bir belirteç olduğu düşünülmektedir. Futbolcular haftanın çoğu zamanında tekrarları kapsayan, birbirini izleyen (ardışık) günlerde yapılan egzersiz devrelerinde, antrenman taleplerine ve yarışma takvimine yoğun olarak maruz kalırlar. Her bir antrenman ve oyun görevi futbolcularda tekrarlanan ölçüde deneyimlerden, ani hızlanmadan ve yavaşlamadan, patlayıcı zıplamadan, eksantrik yüklenmelerden veya ilişkili travmalardan kaynaklı kas hasarı gibi yüksek fiziksel sonuçlara neden olmaktadır. Çok sayıda yoğun antrenman ve yarışma, özellikle minimum toparlanma zamanı ile birlikte, bir sonraki antrenman performansının, iskelet kası, sinirler, bağışıklık sistemi ve metabolik sistemlerin fiziksel taleplerinin potansiyel negatif etkilenmesinin nedeni olabilir ve bazı futbolcuların aşırı yüklenme sakatlıklarına zemin hazırlayabilir. Bu durum; özellikle sıkışık fikstür periyodunda, rekabeti gerektiren ve tekrar tekrar (hiç durmadan) yüklenilen kısa zaman çerçevesi içinde ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle bir sonraki antrenmanda, yoğun antrenman ve yarışmadan sonraki toparlanma kapasitesinin önemli bir belirteç olduğu düşünülmektedir (Rey ve ark., 2012).

Gelişen spor dünyasında, verimli bir antrenman ve müsabaka performansı sergilemek ve bunların sonucunda bir sonraki yüklenmeye hazır hale gelebilmek için etkili bir toparlanma metodu uygulamak gerekmektedir. Bu nedenle, yüksek bir performansa ulaşmak için bir takım besinleri düzenli almamız yani düzenli, dengeli bir beslenme ve toparlanma düzeyini de yüksek verimde tutmak için laktik asidi vücuttan hızlı bir şekilde uzaklaştırmamız gerekmektedir. Bu atılımı hızlı bir şekilde

yapabilmemizin başlıca yöntemlerinden birisi de kan damarlarını genişletip kan akışını hızlandırmaktır. Ayrıca kan damarlarının genişlemesi, dinlenirken %4'ü açık olan küçük kılcal damarların, %35'e kadar genişlemesine ve dolayısıyla da laktik asidin vücuttan hızlı bir şekilde atılmasını sağlayacaktır. Yine kan dolaşımını iyileştirmemiz, kan damarlarını genişletmemiz, kanı oksijenle zenginleştirmemiz, kas yorgunluğunu azaltmamız, kas gücünü artırmamız ve sportif performansı artırmamızın en etkili yöntemlerinden birisi; vücut tarafından üretilen ve tamamen doğal olarak kanda bulunan nitrik oksidi ve proteinlerin yapısında bulunan bir amino asit olan L-arjinin maddesinin kandaki oranını artırmaktır.

Bu çalışmanın amacı; 14 gün süreyle antrenman öncesi 3 gram ve sonrası 3 gram olmak üzere günlük 6 gram dozundaki oral L-arjinin suplementasyonunun anaerobik performans ve toparlanma üzerine etkisini araştırmaktır. Bu çalışmada L-arjinin suplementasyonunun anaerobik performansı geliştireceği, kandaki laktatın uzaklaştırılmasını ve vücuttan laktik asit atılımını hızlandırarak toparlanmayı iyileştireceği varsayılmaktadır. Ayrıca çalışmada L-arjinin suplementasyonunun futbolcularda vücuttaki yağ oranını düşürerek ideal beden kitle indeksine ulaşmalarını sağlayacağı varsayılmaktadır.

Bilimsel literatüre bakıldığında, L-arjinin suplementi kullanımı konusunda çeşitli araştırmalar yapılmasıyla birlikte; amaç, gerekçe, yaklaşım ve yöntem açısından, hem kullanılan denek sayısı, branşları, testler ve ölçümler bakımından hem de araştırmacının genel süresi kullanılan maddeler, dozajı ve şekli bakımından L-arjinin supplementinin performans ve toparlanma üzerine etkisi konusunda yapılmış bir çalışmaya rastlanılamamıştır.

Bu çalışma, amatör ligde futbol oynayan erkek sporcular üzerinde yapılmıştır. Futbolcuların iki basamaklı ön test-son test yöntemi kullanılarak günlük yaşantı ve antrenman program sistemi bozulmadan 14 gün zaman aralığı ile eşit fiziki şartlarda bazı parametreleri alınmıştır. Sunulan çalışma ile futbolcuların; anaerobik performansına, biyokimyasal (High Density Lipoprotein (HDL), Low Density Lipoprotein (LDL), Triglicerit, Üre, Kreatinin, Laktat Dehidrogenaz (LDH), Alkalen Fosfat (ALP), Gama Glutamil Transferaz (GGT), Alanin Aminotransferaz (ALT), Aspartat Aminotransferaz (AST), Total Kolesterol) parametrelerine, toparlanmasına ve antropometrik özelliklerine L-arjinin supplementinin etkisinin olup olmadığı tespit

edilmiş; performans, sporcu beslenmesi ve ergojenik yardım konusunda yeni bilgilere ulaşılması sağlanarak sonuçlar bilim literatürüne kazandırılmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Beslenme

Beslenme; vücudun çalışması için gerekli olan besin öğelerinin besinlerle vücuda alınması, sindirimi, emilimi ve metabolize olmasıdır (Ersoy, 2012). Beslenme hiçbir zaman karın doyurma anlamı taşımaz. Beslenme ve diyetin bu nedenle hem tüketilen miktar hem de sağladığı enerjik değer açısından, metabolizmanın ihtiyaçları ile doğru orantılı olmalıdır (Günay ve ark., 2010). Bir bireyin alması gereken besinler karbonhidratlar, yağlar, proteinler, vitaminler, mineraller ve sudur. Besin enerji kaynakları, enerji veren besinler olarak adlandırılan karbonhidratlar, yağlar ve proteinlerdir. Sağlıklı bir beslenme için, alınan enerjinin %55-60'ının karbonhidratlardan, %25-30'unun yağlardan, %10-12'sinin proteinlerden sağlanması beklenir (Taşkırın, 2003). Karbondan yoksun mineraller ve su inorganik besin kaynaklarıdır. Vitaminler vücut hücrelerindeki metabolik olaylarda önemli rol teşkil ederler ve özellikle B kompleks vitamini enerji metabolizmasında önemli rol oynamaktadır (Fox ve ark., 2012). Dünya Sağlık Örgütüne (WHO) göre sağlık; insanın fiziksel, zihinsel ve sosyal yönden tam bir iyilik halinde olmasıdır. İnsanın dolayısıyla toplumun sağlığını etkileyen başlıca unsurlar kalıtım ve çevre koşullarıdır. Beslenme, bireyin sağlığını etkileyen en önemli çevresel etmenlerden biridir (Acar, 2012).

2.1.1. Beslenme ve Spor

Sporda beslenme metabolizmadan metabolizmaya farklılık gösterdiği gibi yapılan spor dallarına göre de farklılıklar gösterir. Birey için; üst düzeyde bir performans ve devamlılık gösterebilmek, sakatlanmaları engelleyebilmek, sakatlandığında ise daha çabuk iyileşebilmek için doğru ve tam anlamıyla sağlıklı beslenebilme şarttır (Aracı, 2006). Egzersiz yapanlar performanslarını artırmak için enerji ve besin öğelerini yeterli almalı, dengeli ve çeşitli beslenmelidirler (Akyol ve ark., 2008). Düzenli ve dengeli beslenme sporcu için birçok nedenden dolayı önemlidir. Sportif performansın artırılması, kilo kaybı ve aşırı kilo almanın engellenmesi, vücuttaki elektrolit ve vitamin kayıplarının verdiği rahatsızlıkların önlenmesi, sindirim sisteminin düzenli çalışması, toparlanma döneminde enerji kaynaklarının yenilenmesi gibi sporcuyu, direkt veya dolaylı yoldan etkileyen birçok durum dengeli beslenme ile sağlanabilmektedir (Sarıoğlu ve ark., 2012). Sporcu beslenmesinde amaç; sporcunun

cinsiyeti, yaşı, günlük fiziksel aktivitesi ve yaptığı spor çeşidi göz önünde bulundurularak antrenman ve müsabaka dönemlerine yönelik planlamalar yapılarak besinlerin yeterli ve dengeli bir biçimde alınmasıdır. Sporcunun beslenmesi planlanırken, sporcunun boy ve kilosu, vücut yapısı, vücut yağ yüzdesi, beslenme bilgi düzeyi, beslenme alışkanlıkları, sağlık durumu, sosyal ve ekonomik koşulları da dikkate alınmalıdır (Güneş, 2003). Farklı spor branşları için kullanılan enerji sistemleri, enerji ve besin öğeleri gereksinmesi farklı olabileceği gibi, aynı spor branşında yer alan ya da aynı takım da oynayan sporcuların gereksinimleri de birbirinden farklı olabilmektedir. Bunun temel sebebi insan metabolizmasında farklılıklardır ve beslenmenin kişiye özel olması, bu farklılığın nedenidir (Özdemir, 2010). Uygun bir beslenme sporda başarıyı garanti etmez, ancak yetersiz, dengesiz ya da uygun olmayan bir beslenme programı, antrenman programını bozabilir ve maksimum sportif verim kapasitesini ve performansı sınırlandırabilir (Muratlı ve ark., 2005). Özellikle sporcular açısından çalışan kaslara yeterli enerji sağlama yeteneği, performansı etkileyen önemli bir faktördür. Ancak doğru ve dengeli beslenme ile sporcuların enerji rezervleri tamamlanarak yüksek bir performansın oluşumuna katkı sağlanabilir. Performansın bir maç esnasında yüksek oluşu sadece antrenmana değil, doğru, dengeli ve planlı beslenmeye de bağlıdır (Günay ve ark., 2010).

2.1.2. Beslenme Performansı Nasıl Etkiler?

Sporcunun yüksek performansa ulaşması için gerekli olan önemli faktörlerden birisi beslenmedir. Eskiden beri sporcunun beslenme tarzına ilişkin farklı görüşler ortaya çıkmıştır. Çünkü sporcunun başarılı olmasında beslenmenin çok önemli katkısı olduğu, hemen her toplumda kabul görmüştür (Şen ve ark., 2003) Beslenme, performans kontrolü ve planlanması çerçevesinde, özellikle rejenerasyon süreci açısından büyük önem taşır. Antrenman ve müsabaka sonrasında, yeni bir uyarıma imkân tanımak amacıyla, çeşitli fonksiyon sistemlerinin dengesizliğinin mümkün olduğunca hızlı bir şekilde giderilmesi ve hemostaz¹ durumunun yeniden sağlanması öncelik taşır (Çetin ve Flock, 2011). Sporcunun beslenme ihtiyaçlarının öncelikli gelen belirleyicisi antrenman programıdır. Bu program sporcunun enerji harcamasını ve yaşam şeklini etkileyen önemli bir faktördür. Elit sporcularda antrenman her gün gerçekleştirilen bir faaliyettir. Bu nedenle toplam günlük enerji harcamasının önemli bir

¹ Kanın damar dışına çıkmasının, fizyolojik veya cerrahi olarak önlenmesi.

kısmını (%40'ına kadar varan) antrenman enerji ihtiyacı oluşturmaktadır. Böylesi bir program sporcunun sadece enerji ve besin ögesi gereksinimlerini etkilemekle kalmayıp aynı zamanda beslenme alışkanlıklarını ve sosyal yaşam tarzına ilişkin diğer aktivitelerini de etkilemektedir. Dengeli ve düzenli beslenme antrenmanın önemli bir bileşenidir ve tıpkı fiziksel kondisyon da olduğu gibi yarışmadan bir-iki gün önce uygulanan değil, devamlılık ve alışkanlık gerektiren bir süreç olmalıdır. Eğer sporcu antrenman veya yarışma sezonu süresince optimal beslenme rejimi uygulamamışsa performans optimal düzeyde gerçekleştirilemez (Başoğlu, 2004). Son zamanlarda, egzersiz sonrası beslenme antrenmanın bir parçası olmuştur ve popülerliği de artmıştır. Her yaş, yetenek ve beceri düzeyindeki sporcular için uyarılan egzersiz sonrası beslenme programı, sporcuların performansını artırır ve toparlanma sürecini hızlandırır (Poole ve ark., 2010). Beslenme sportif performansı çeşitli yollarla etkilemektedir. Metabolizmanın günlük 50 çeşidin üzerinde besin ögesine ihtiyacı bulunmaktadır. Besin öğelerinin belirli bir süre yetersiz ve dengesiz tüketimi veya birkaçının tüketilmemesi sağlık ve performansı olumsuz yönde etkilemektedir (Ersoy, 2012). Sporcuların enerji gereksinimleri, yaş, cinsiyet, vücut yapısı, boy, kilo, fiziksel aktivite düzeyi ve harcanan enerji miktarına göre farklılık göstermekle birlikte tüm sporcuların beslenmelerinde dikkat etmeleri gereken temel unsurlar;

- a. Sağlığın ve performansın devamlılığı için, enerji ve besin öğelerinin yeterli ve dengeli tüketilmesini sağlamak,
- b. Branşa özel, vücut yağ ve yağsız kütle yüzdesinde devamlılığı sağlamak,
- c. Antrenman sonrası optimal toparlanmayı sağlamak,
- d. Sıvı ve elektrolit dengesini sağlamaktır (Özdemir, 2010).

İyi bir beslenme diyeti antrenmanın kalitesini artırdığı, performansı maksimize ettiği ve toparlanma sürecini hızlandırdığı için sportif başarı için çok gereklidir (Martin ve ark., 2006).

2.2. Ergojenik Yardım

Yüzyıllar boyunca insanlık iş verimini ve performansı artırarak başarıya ulaşmak ve zaferler kazanmak için çaba harcamıştır. Tarihin çok eski dönemlerinden itibaren insanlar fiziksel güç ve sportif performansı artırdığına inanılan çeşitli maddeler kullanmışlardır (Günay ve ark., 2010). Yunanca ergon (iş) ve genon (üretmek) kelimelerinden oluşan ergojenik yardım, fiziksel performansı artırmak amacıyla doğal

yetenek ve antrenmanın yanı sıra sporcular tarafından kullanılan değişik yöntem, araç ya da maddeleri içermektedir (Güner, 2002; Güneş, 2003). Başka bir deyişle; Ergojenik destek, sporcunun performansını artırmak için yetenek geliştirmeyi sağlayan besin ve besin bileşenleridir. Besinler makro gıda ve sıvıyı, besin bileşenleri ise besinlerde doğal olarak bulunan maddeleri içerir (Birch ve ark., 2005). Ergojenik yardımların sporcunun performans düzeyine yardım sağlayacağından dolayı kullanılması gereği düşünülmüştür. Bazı ergojenik yardımların performansı güvenli bir şekilde artırdığı görülmektedir (Fox ve ark., 2012). Başarılı olmak isteyen sporcular, fizyolojik, besinsel ve farmakolojik etkenleri kullanarak performans artırım yoluna giderler. Sporcuların performansını geliştirmede yardımcı olan bu etkenlerin hepsi ergojenik yardım olarak adlandırılır. Ergojenik yardım görüntüsü bir taraftan ilaçları diğer taraftan insanlar tarafından tüketilen normal besinleri içerir. Bu iki uç nokta arasında düşük seviyelerde günlük besinlerin normal olarak ortaya çıktığı çeşitli besinsel ürünler vardır ama arınma ve sentez süreçlerinden dolayı destek olarak yüksek dozda alınabilir. Ergojenik destek olarak adlandırılmış olmak için besinsel ürünün tanımlanmış teorik bir etkiye sahip olması gerekir. Sonuç olarak bu tarz bir desteğin muhtemel yararları antrenman sırasındaki muhtemel yorgunluk sebeplerinin ve mideye giren ürün tarafından olumlu etkilenip etkilenmediğinin incelenmesini gerektirir (Birch ve ark., 2005). Ancak dünya genelinde hatta elit düzeyde birçok sporcunun; genel nüfustan çok farklı olmayarak beslenme bilgi düzeyi çok düşüktür. Ergojenik yardımcı beslenme yetersizliklerini ve ihtiyaçlarını gidermek veya belirli besinlerin yeterli alımını korumak için kullanılabilir (Braun ve ark., 2011). Sporcuların ilk ve en önemli besin ihtiyacı, enerji tüketimlerini karşılamak için yeterli miktarda gıda ve dengeli bir diyetdir. Daha sonra da antrenman, rekabet ve başarılı bir toparlanma için beslenme stratejileri belirlemelidir (Williams, 2009). Ergojenik destekler olarak anılan maddelerin sportif performansta gelişme yaptığı düşünülmektedir. Genellikle ergojenik yardımcıları hakkındaki yargı, onların gerçek faydalılığının üzerine çıkmaktadır. Sporcular daima, kendilerine yarışlarda üstünlük sağlayacak, en iyiyi başarmalarına yardımcı olacak sihirli maddeyi ararlar. Doğal spor yeteneğinin oluşmasında ve iyi bir form tutmanın en etkili yolu verimli bir antrenman ile birleştirilmiş dengeli bir beslenmedir. Ancak antrenman programından en iyi şekilde faydalanmak için, ek besin maddeleri almanın bazen gerekli olduğu düşünülmektedir. Ergojenik yardımların amacı performansı ve toparlanmayı artırmaktır.

Bunların, kas dokusunu artırdığı, dayanıklılığı artırdığı, yağ yakımına katkıda bulunduğu ve gücü artırdığı iddia edilir. Araştırmalar gösteriyor ki birçok sporcu sporda ergojeniklerin başarı için temel unsur olduğuna inanmaktadır (Pehlivan, 2012). Ergojenik yardımların vücutta meydana getirebileceği değişiklikler sırasıyla;

- a. Kas liflerini doğrudan aktivite eder.
- b. Dayanıklılığı geliştirir
- c. Yorgunluk sonucu oluşan yan ürünleri kullanıma sokar.
- d. Kas kasılması için gereken yakıtı sağlar.
- e. Antrenman ve karşılaşma sonrası toparlanmayı hızlandırır
- f. Kalp ve dolaşım sistemini etkiler.
- g. Solunum merkezini etkiler.
- h. Yorgunluğu geciktirir.
- i. Egzersiz sırasında oluşan oksidanlar, laktik asit gibi ürünlerin zararlı etkilerini önler.
- j. Merkezi sinir sisteminin kas kasılması ve diğer fonksiyonlara etkisini inhibe ederek kasın daha fazla güç oluşturmasını sağlar (Güner, 2002; Fox ve ark., 2012).

Sonuç olarak; insan kas enerji sistemlerinin optimum işlemesi, çeşitli diyet besinlerine bağlıdır (Williams ve Leutholtz, 2008).

2.2.1. Amino Asit Suplementi

Amino asit genel olarak proteinin yapı taşı olarak tanımlanır (Castell ve ark., 2009). Canlı organizmanın yapısına katılan en önemli yapı taşları olan proteinler, kimyasal nitelikleriyle amino asitlerin polimerleridirler. Proteinlerin kimyasal ve enzimatik katalizleriyle serbest formlarda elde edilebilen amino asitlerin önemi sadece proteinlerin yapı taşları olmalarından dolayı değildir. Amino asitler ayrıca metabolizma sırasında diğer başka maddelere dönüşebilecekleri gibi, vücudun gereksinimi olan diğer bazı kimyasal yapıların sentezlerinde de kullanılabilirler (Kalaycıoğlu ve ark., 2010).

“Bitki ve hayvan hücrelerinde sentezlenen yüzlerce proteinin yapı taşlarıdır. Amino asitler yaşam için zorunlu olan 4 elementi yani karbon, hidrojen, oksijen ve azotu içerirler. Doğada bulunan 22 aminoasitten 10 tanesi organizmada yani vücutta

yapılamaz. Bu nedenle bu amino asitlere zorunlu amino asitler denir ve mutlaka gıdalarla alınması gerekir. Amino asitlerin diyetle alınan proteinlere göre emilimi daha kolaydır. Amino asit alımı büyüme ve insülin hormonlarının salınımını artırmaktadır. Gereksinim üzerinde alınan amino asitlerin kas gücü ve gelişimini artırmadığı gözlenmiştir. Tek başlarına kullanıldıklarında vücutta toksik etki gösterebilmektedir. Fenilalanin ve tirozin gibi amino asitler ise vücuttaki epinefrin ve norepinefrinin dengesiz bir biçimde artmasına neden olur. Sonuçta kalbin normal çalışma ritmini bozar, tansiyon yüksekliğine neden olur. İki çeşit amino asit vardır:

1- Zorunlu (vücudun yapamadığı) Amino Asitler: Arginin, fenilalanin, histidin, izolösin, lizin, lösin, metionin, treonin, triptofan ve valin'dir.

2- Zorunlu olmayan (vücudun yapabildiği) Amino Asitler: Alanin, asparagin, aspartik asit, glisin, glutamik asit, glutamin, prolin, serin, sistin, sistein ve tirosin'dir“ (Şahin, 2004).

Proteinler vücuda girdiklerinde amino asit yapılarına ayrılırlar. Bu amino asitlerin bir kısmı enzimlere, bir kısmı da yapısal proteinlere dönüşür. Bu açıdan proteinler, enzimsel ve yapısal olmak üzere ikiye ayrılırlar. Proteinler organizmada;

- a. Büyüme ve gelişme,
- b. Doku onarımı ve yapımı,
- c. Kan proteini olan hemoglobinlerin yapımı,
- d. Vücut faaliyetlerinde görev alan enzim ve hormonların yapımı gibi fonksiyonları yerine getirirler (Günay ve ark., 2010).

Sporcularda antrenman, protein kullanımını artıran ve gereksinimini değiştiren bir faktördür (Başoğlu, 2004). Diyetle %10-15 gibi bir miktarda hayvansal ve bitkisel kaynaklı proteinlerin alımı tavsiye edilir. Sağlıklı ve egzersiz yapmayan bireylerde vücut ağırlığının her bir kg'mı için 1 g (gram), egzersiz yapanlar için 1,5-2,0 g'a kadar alınması önerilir (Günay ve ark., 2010). Sporcuların kullandığı en popüler diyet supplementine bakıldığında da en yaygın alımın aminoasitler olduğu görülmektedir. Bu dağılım; %46,3 protein/aminoasit, %36,8 elektrolit, %36,0 karbonhidrat olarak görülmektedir (Giannopoulou, 2013).

Uzun süren egzersizin ilk dakikalarında tüm enerji ihtiyacı glikojen ve kas yağından karşılanır. Ancak zaman ilerledikçe enerji talebi serbest yağ asitleri², glikoz ve

² Trigliseridlerin hidrolizi ile oluşan yağ asitleri.

aminoasitler tarafından karşılanmaktadır (Lamont, 2005). Bu sebeple; iskelet kası seçilen bir amino asidi oksitleme yeteneğine sahip olmasına rağmen, amino asit kullanımında sadece küçük bir artış, egzersiz esnasında karbonhidratı dolu duruma getirecektir (Hargreaves ve Snow, 2001).

2.2.2. Amino Asitlerin Enerji İçin Kullanımı

Hücreler protein depolama kapasitelerinin üst sınırına ulaştıkları zaman, vücut sıvılarındaki amino asitlerin fazlası yıkılarak ya enerji için kullanılır veya başlıca yağ ya da daha az oranda glikojen olarak depo edilir. Bu yıkılma hemen tümüyle karaciğerde yer alır ve deaminasyon³ adı verilen olaya başlar (Guyton ve Hall, 2001). Protein metabolitlerin⁴ üretimine olanak sağlayan enerji kaynağını içermektedir, bu sebeple amino asitler ve glikoz kalori olarak kullanılmaktadır (Goodhart ve Shils, 1973).

2.3. Futbolun Fizyolojisi

Sportif performansı etkileyen faktörlerden biri de bedensel yapı, başka bir deyişle fizyolojik özelliklerdir çünkü vücut yapısı ya da fiziksel özellikler fizyolojik kapasitelerin ortaya konulmasını etkilemektedir. Sahip olunan fiziksel yapının niteliği yapılan spor dalına uygun olmadıkça istenilen performans düzeyine ulaşmak pek mümkün değildir. Fiziksel yapı bir sporcunun yüksek düzeyde performans gösterebilmesinin etkenlerinden sadece bir tanesidir ve kuvvet, güç, esneklik, sürat, dayanıklılık ve çabukluk gibi diğer performans göstergeleriyle birleşerek sporcunun performansını olumlu yönde etkilemektedir (Köklü ve ark., 2009). Beden bölümlerinin, uzunluk, genişlik ve çevre olarak birbirlerine oranları sportif aktivitelerde mekanik yönden kimin daha avantajlı olacağı hususunda bilgi vermektedir. Yapısal olarak adlandırdığımız genelde kalıtsal özelliğe sahip, boy, ağırlık, somatotip⁵, beden kompozisyonu gibi unsurların spor branşlarında beceri ve fonksiyonel faktörleri etkilediği bilinmektedir (Kürkçü ve ark., 2009). Farklı spor branşlarında yer alan sporcuların karakteristik yapılarını tanımlayabilmek için çok kapsamlı araştırmalar yapılmaktadır. Böylece araştırmacılar üst düzeydeki sporcuların başarılı olmaları için gerekli olacak fiziksel, fizyolojik ve psikolojik parametrelerini tanımlamaya çalışmışlardır. Doğal olarak bu durum bireysel sporlara göre futbol gibi takım

³ Amino asitlerden amino gruplarının ayrılması

⁴ Herhangi bir maddenin doku veya organlarda yıkımı sonucu oluşan madde, yıkım ürünü.

⁵ Vücut tipi

sporlarında yer alan birçok sporcunun olması nedeniyle biraz daha karmaşıktır. Futbol, dünyanın en popüler spor dallarından biri olup elit düzeyde oynandığından sporculardan beklenen fiziksel performans yüksektir. Futbolcuların başarıları ve verimlilikleri birçok faktöre bağlıdır. Futbol, yüksek şiddeti, aralıklı yüklenmeleri, dayanıklılığı, çabuk sprintleri, top becerilerini, koordinasyonu, istikrarlı karar vermeyi ve dengeyi kapsamına alan bir spor dalıdır (Uğraş ve ark., 2002). Futbol aralıklı yüksek yoğunluktaki egzersizlerle tanımlanır ve en yüksek performans ve zihinsel fonksiyonlar için vücut kitlesinin yalnızca %2'sini harcamasına dayanır (Guerra ve ark., 2004).

Tablo 1. Fiziksel Aktivitelerin Enerji Yolları (Günay ve ark., 2010)

Plan	Performans Süresi	Temel Enerji Sistemi	Aktivite Örneği
1	30 sn'den kısa	ATP-PC	Gülle Atma, 100 m Koşu, Yüksek Atlama, v.b.
2	30-90 sn	ATP-PC ve Laktik Asit	200-400 m Koşu, 100 m Yüzme, Buz Pateni
3	90-180 sn	Laktik Asit ve O ₂	800 m Koşu, Boks, Güreş, Jimnastik
4	180'den uzun	O ₂	Kros, Takım Oyunları, Maraton, Mesafe, Yüzme v.b.

2.3.1. Futbolda Anaerobik Kapasite ve Toparlanmanın Önemi

Bireyin kısa süreli çok şiddetli egzersizlerde kullandığı enerji anaerobik süreçlerden doğar (Tablo 1). Kısa süreli sürat koşularında, ani hızlanmalarda, uzun bir yarışın bitiminde sportif performansta önemli rol oynar. Çeşitli spor dallarında anaerobik gücün performansı etkileme oranı çok değişiktir. Bu nedenle anaerobik gücün de bazı spor dallarında geliştirilmesi gerekir (Kan, 2009). Bir futbol müsabakasında oyunun büyük bir bölümünü oluşturan topsuz hareketler aerobik, müsabakanın sonucu üzerinde etkili olan hareketler ise genellikle anaerobik yapılardır. Anaerobik kapasiteleri ve güçleri iyi olan futbolcuların müsabaka sonucunu etkileyen yüksek şiddetli koşuları daha iyi yaptıkları belirtilmiştir. Futbolda anaerobik kapasite ve güç kritik öneme sahip olup müsabakanın kritik anlarında kritik hamlelerin yapılmasına imkân veren bir performans bileşeni olarak görülmektedir (Arı, 2010). Bir futbol maçında, elit düzeydeki oyuncular %80–90 maksimal kalp atım sayısında, anaerobik eşişe yakın bir yoğunlukta ortalama 10 km koşmaktadırlar. Bu dayanıklılık yapısı içerisinde sıçrama, topa vurma, sprint gibi patlayıcı kuvvet unsurları da sıklıkla yer

almaktadır. Bundan dolayı oyuncular bir tek alanda üst düzey seviyeye sahip olmak yerine futbolla ilgili tüm alanlarda yeterli bir kapasiteye sahip olmak durumundadırlar (Aslan, 2012).

Bir futbol müsabakasındaki enerji harcaması maksimal oksijen tüketimi 60 ml.kg.dk olan 75 kg ağırlığında olan bir futbolcu için 5700 kj olarak tespit edilmiştir. Müsabaka için gerekli olan bu enerjinin büyük kısmı kas glikojen depoları tarafından sağlanır. Futbolda müsabakanın sonlarına doğru ve sonunda fonksiyonlardaki azalma nedeniyle yorgunluk baş göstermektedir. Uzun bir egzersiz sonunda sporcuların kas ve karaciğer glikojen depoları tükenmekte ve bununla bağlantılı olarak kan glikoz konsantrasyonu düşmekte ve laktik asidin kandaki miktarı artmaktadır. Kan glikoz konsantrasyonundaki düşüş müsabaka sonuna doğru bilişsel yeteneklerde bozulmalara neden olmaktadır. Yapılan araştırmalarda; müsabakadan önceki gün yorucu antrenman yapan oyuncuların müsabakadan önceki günü dinlenerek geçiren oyunculara göre daha fazla yorgunluk belirtileri gösterdiğini, bunun da çalışma yoğunluğunda ve sprint yeteneğinde düşüşe neden olduğunu belirtmiştir (Arı, 2010) Futbolcuların futbol müsabakasındaki performanslarını artırabilmeleri için dayanıklılık üzerinde etkili olan kas glikojen depolarının doyumluğu, futbolcuların dikkat etmesi gereken en önemli unsurlardan biri olarak gösterilir. Bu bağlamda futbolcuların müsabakadan ve yorucu egzersizlerden sonra yüksek karbonhidratlı diyet uygulamaları ve toparlanma sürecini olumlu değerlendirmeleri kısa sürede toparlanmalarına katkıda bulunur (Seyis, 2011). Bir oyun boyunca sprintteki performans ihtiyacı çeşitlidir ve oyuncular, uygulamaya, toparlanmaya ve tekrardan olabilecek en yüksek seviyeye ulaşmaya hazır olmalıdırlar. Futbol oyuncularında performans oranı, yürüme, jogging gibi düşük seviyedeki aktivitelerle, sprint gibi yüksek yoğunluktakiler arasında değişiklik göstermektedir (Abrantes ve ark., 2004).

2.3.2. Futbolda Beslenme ve Ergojenik Yardım

Beslenme ve beslenme esasları futbolcu performansını ve toparlanmasını etkileyen çok önemli bir faktördür. Bugünün futbolcusunun futbolda başarılı olabilmesi maçtaki sürat, kuvvet, çeviklik, esneklik, denge, kassal ve kardiyovasküler dayanıklılık durumlarına bağlıdır. Bu durumlar ise beslenme ve sporcu beslenmesi esaslarıyla yakından ilgilidir (Öztürk, 2006). Çeşitli ergojenik yardımcıları spor dallarının gereksinimlerine uygun, farklı amaçlarla kullanılırlar. Hepsinin temel amacı

performansı artırmaktır (Atasü ve ark., 2004). Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de beslenme ürünlerinin kullanımı, son yıllarda büyük bir artış göstermektedir. Tüm sporcular sihirli bir ürün bulmak için çaba göstermekte, ancak bilimsel temellere dayanmadan, sağlık ve performansa etkilerini tam olarak bilmeden bu ürünleri bilinçsizce kullanmaktadır. Futbolda besinsel ergojenik yardımcıların (vitamin, mineral, aminoasit, protein, kreatin, karnitin, ginseng, CLA (conjugonet linoleik asit), glucosamin, ALA (alfa linoleik asit), omega-3, glutamin, beta-hidroksi-beta-metabütirat, antioksidanlar ve sporcu içecekleri vb.) kullanımı çok yaygındır. İster profesyonel ister amatör olsun, futbolcular performanslarını artırmak, vücut yağlarını azaltmak, hastalık ve sakatlıklardan korunmak, kas kramplarını önlemek gibi farklı nedenlerle bu ürünleri kullanmaktadır (Hasbay, 2006). Egzersiz stresi organizmayı uyuma zorlayarak akut ve kronik değişiklikler yaratır. Fizyolojik yardımcıları bu stresin tolere edilmesini ve kronik uyumla organizmada gerçekleşen değişiklikleri kolaylaştıran madde ve uygulamalardır (Atasü ve ark., 2004). Genel olarak değerlendirildiğinde besinsel takviyeler seçilmeden önce, futbolcuların beslenme analizlerinin çok iyi yapılması ve sporcunun yiyeceklerle aldığı besin öğeleri miktarlarının saptanması gerekmektedir. Seçilecek ürünün futbolcunun yetersiz aldığı besin öğelerini tamamlaması önerilmektedir (Hasbay, 2006).

2.4. Anaerobik Sistem

Her çeşit hücre etkinliği gibi kas etkinliği de enerjiye ihtiyaç duyar. Aslında kas kimyasal enerjiyi mekanik enerjiye çeviren bir yapıdır. Karbonhidrat ve lipit metabolizması yoluyla enerji meydana getirirken organik fosfat bileşikleri, örneğin; ATP⁶ (adenozin trifosfat) bütün hücrelerde bulunan kimyasal bir bileşiktir. Ne yazık ki, kaslarda hatta iyi antrenman yapan sporcularda bile, maksimal kas gücü ancak 5-6 saniye sürdürülebilecek kadar (50 metre sürat koşusuna yetebilecek ATP) bulunabilir. Bu durumda aktiviteye devam edilmesi gerekiyorsa enerji anaerobik yollardan sağlanır. Anaerobik, vücutta (örneğin kas hücrelerinde) meydana gelen bir dizi kimyasal tepkime sırasında O₂ (oksijen) kullanılmaması demektir. Dolayısıyla anaerobik metabolizma, diğer bir deyişle ATP'nin anaerobik yolla yenilenmesinde enerjice zengin fosfat (ATP,CP) parçalanması oksijen ve laktik asidin katkısı olmadan oluşmaktadır (Muratlı ve ark., 2005). Antrenman veya müsabakadaki her türlü bedensel yüklenmelerde,

⁶ Kas kasılmalarında birincil enerji kaynağı.

kaslarda meydana gelen enerji oluşumu büyük önem taşır. Kaslar insan metabolizmasındaki enerji oluşumu ve dönüşümünün son istasyonudur. Kasların çalışması sonucunda kimyasal enerji mekanik enerjiye dönüşür. Çünkü her türlü kas kasılması, kas dokusundaki enerji dönüşümüne bağlıdır. Kaslardaki kasılmanın temel şartı bu enerji değişimleridir. Bu durumda indirgenmeleri sonucunda değerlendirmeye hazır enerji ortaya çıkan bileşikler, kaslar için büyük önem taşırlar (Sevim, 2002). Sadece karbonhidratların (yağlar ve proteinler hariç) oksijen kullanılmadan kısmen (tamamen değil) parçalanması ile yorgunluk verici bir yan ürüne (laktik aside) dönüşümünü içerir. Bu metabolizma ile aerobik metabolizmaya oranla çok daha az miktarda enerji üretimi ortaya çıkar. Anaerobik metabolizmada oksijen kullanılmadan (oksijensiz) enerji üretimi söz konusudur. ATP sentezini sağlayan kimyasal reaksiyonlar serisi 3 kategoride incelenebilir (Özgür B, 2009).

ATP-CP veya fosfojen sistemi

Laktik asit veya anaerobik glikoliz sistemi

Oksijen sistemi (Tablo 2)

Tablo 2. ATP Açığa Çıkaran Üç Sistemin Genel Özellikleri (Fox ve ark., 2012)

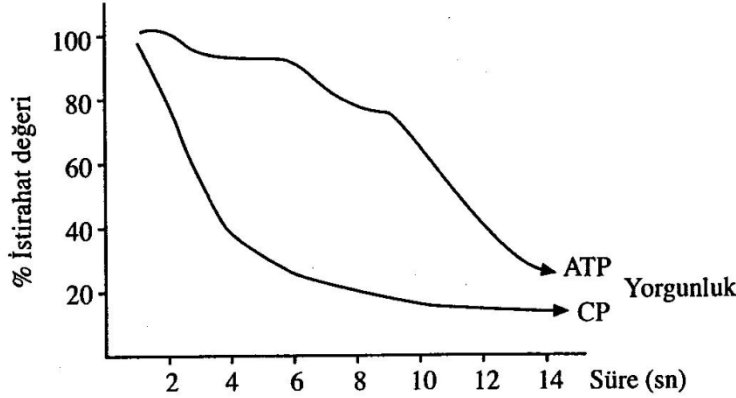
Sistem	Besin Kaynağı	O ₂ İhtiyacı	Sürat	Görecesi ATP Kullanılabilir Miktarı
Anaerobik				
ATP-PC Sistem	Kreatin Fosfat	Yok	En Hızlı	Az ve Sınırlı
Laktik Asit Sistem	Glikojen (Glikoz)	Yok	Hızlı	Az ve Sınırlı
Aerobik				
Oksijen Sistem	Glikojen, Yağlar, Protein	Var	Yavaş	Çok-Sınırsız

ATP-CP (fosfojen sistemi) ve laktik asit (anaerobik glikoliz) sistemi anaerobik enerji sistemlerdir. Üçüncü sistem olan oksijen sistemi ise adından da anlaşılacağı üzere, aerobik enerji sistemidir (Özgür B, 2009).

2.4.1. ATP-CP Sistemi (Anaerobik Alaktik)

ATP-PC sistemi 2-10 saniye süren yoğun zaman aktiviteleri için büyük enerji kaynağıdır. Bu tip bir aktivite sadece ağırlık çalışanlar, atletizmde atıcı ve atlamacı alanları için değil, voleybol, basketbol, hokey, futbol ve rugby gibi birçok takım sporları

parçası olarak da önemlidir (Birch ve ark., 2005). Vücutta herhangi bir zamandaki toplam ATP miktarı 85 gram kadardır ve az bir miktarda depolanabilir. Yoğun fiziksel etkinliklerde enerji tüketimi oldukça hızlı olur ve bu miktardaki ATP sadece birkaç dakikalık maksimum yüklenme için yeterli enerji üretebilir (Muratlı ve ark., 2005).



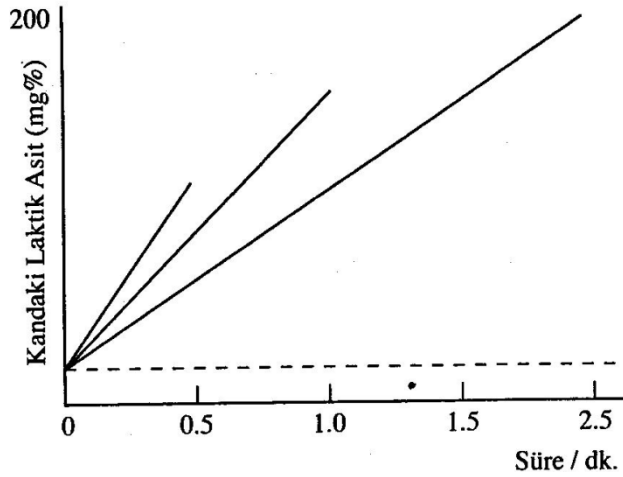
Şekil 1. Egzersizde ATP-PC düzeyinde meydana gelen değişim (Günay ve ark., 2010)

Buna karşılık, kreatin fosfat (CP) ya da aynı biçimde kas hücrelerinde bulunan fosfokreatin, kreatin (C) ve fosfat (P) olarak ayrışır. Bu süreç ADP^7 (adenozin difosfat) + P'yi ATP'ye dönüştürmekte kullanılan enerjiyi ortaya çıkarır ve sonra bir kez daha ADP + P'ye dönüştürülerek kassal kasılma için gereken enerjinin ortaya çıkmasını sağlar. CP'nin C + P'ye dönüşmesi kassal kasılma için doğrudan kullanılabilen bir enerji sağlamaz. Daha çok bu enerji ADP + P'nin ATP'ye dönüştürülmesinde kullanılmaktadır. CP kas hücrelerinde sınırlı bir düzey depolandığı için, enerji bu sistem tarafından yaklaşık 8-10 (Şekil 1) saniye sağlanır (Bompa, 2011). Bu sistem çabuk ve patlayıcı aktiviteler (100 m, dalma, halter, atma, atlama v.b. gibi) için öncelikli enerji kaynağıdır (Şenel, 1995).

2.4.2. Laktik Asit Sistemi (Anaerobik Laktik)

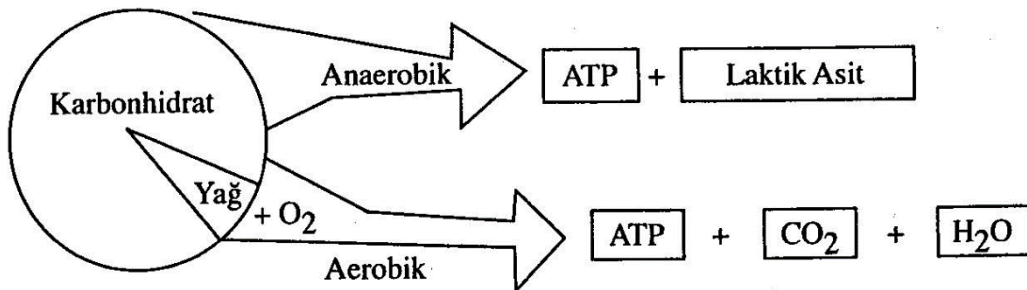
Karbonhidratlar insan metabolizmasında glikoz adı verilen basit şekere dönüşür. Glikoz ya hemen kullanılır ya da daha sonra kullanılmak üzere kaslarda ve karaciğerde glikojen olarak depolanır. Glikoz, glikozun veya glikojenin parçalanması olayıdır. Anaerobik glikoliz ise glikozun hücrede oksijensiz (Şekil 3) ortamda parçalanması ile enerji oluşmasıdır (Şimşek, 2012).

⁷ Enerji taşıma reaksiyonlarında önemli olup adenosin trifosfata (ATP) dönüşen, fotosentez ile oksidatif fosforilasyon olaylarında adenosin trifosfattan oluşan nükleotit.



Şekil 2. Egzersizin süresi ve laktik asit oluşumu ilişkisi (Günay ve ark., 2010)

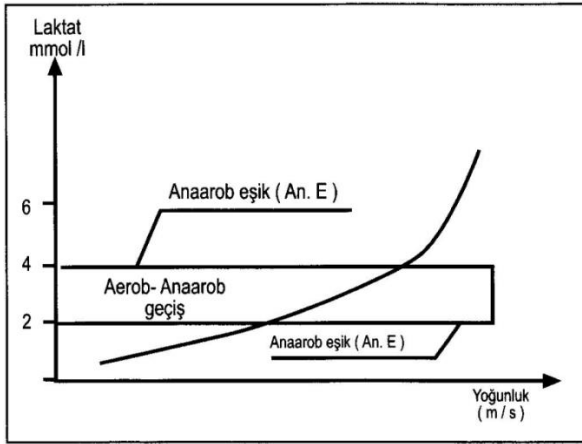
Yaklaşık 40 saniye kadar olan etkinlikler, doğaları bakımından çok yeğindirler (200 m ve 400 m (metre) sprint koşusu, 500 m hız pateni ve bazı jimnastik dalları). Enerji ilk olarak ATP-CP sistemince ve bundan sonraki 8-30 saniye boyunca laktik asit sistemince karşılanır. Laktik asit sistemi, kas hücreleri ve karaciğerdeki glikojeni parçalara ayırarak ADP + P'den ATP oluşturmak üzere enerjiyi serbest bırakır. Glikojenin parçalara ayrılması sırasında O_2 'nin olmaması nedeniyle, yan ürün adı verilen laktik asit oluşur (Bompa, 2011). Laktik asit bilindiği gibi kaslarda ve kanda yüksek bir yoğunluğa ulaşırsa yorgunluğa yol açmaktadır. Asit ortam PH'yi düşürmekte ve mitokondrilerdeki bazı enzimlerin aktivitesini engellemektedir (Ergen, 2011). Çok uzun bir süre, yüksek yoğunluklu bir etkinlik sürerse kasta büyük miktarda laktik asit toplanıp yorgunluğa neden olur (Şekil 2). Bu ise fiziksel etkinliğin kesilmesine yol açar (Bompa, 2011).



Şekil 3. Kısa Süreli Egzersizlerde Enerji Metabolizması (Günay ve ark., 2010)

2.4.3. Anaerobik Eşik

Vücudumuzda enerji sağlayan sistemlerin (ATP-CP, anaerobik glikoliz ve aerobik sistem), birbirine bağımlı olması ve yüklenme yoğunluğunun artması anaerobik metabolizmanın artmasına neden olur. Böylece aerobik metabolizmanın sınırlarını aşarak glikoliz hızını uyarır (Şekil 4) ve son ürün olarak laktik asit oluşur (Muratlı ve ark., 2005). Anaerobik eşik, anaerobik glikoliz enerji yolunun daha belirgin kullanımı sonucunda, kasta oluşan laktik asidin kana geçişinin hızlanması, kandan aynı oranda uzaklaştırılmaması ve birikmeye başlamasıdır ve anaerobik metabolizmanın hızlandığı, gerekli toplam enerji de anaerobik enerji üretim yolunun payının belirgin bir şekilde artmaya başladığı egzersiz düzeyidir (Cuğ, 2005). Anaerobik eşik veya laktat eşığının genel düşüncesine bakıldığında bize şunları sunar; metabolik asidoz⁸ veya solunumsal gaz değişiminin olduğu noktanın hemen altındaki egzersizdir. Bir başka yolla anlatacak olursak; artan egzersiz süreci, kesin yoğunluk, doğrusal olmayan aşırı artan ventilasyon⁹, ventilasyon eşığı¹⁰, doğrusal olmayan artan kan laktat konsantrasyonu, laktat eşığı, doğrusal olmayan CO₂ (karbondioksit) üretimi, CO₂ üretiminin artması, akciğere giren ve çıkan oksijenin artımı, 4 mmol kan laktat seviyesi, OBLA (kan laktat birikimi başlangıcı), ani artan FeO₂ (demiroksit) gibi bütün bu değerler bize toplu olarak anaerobik eşığı işaret eder (Ghosh, 2004).



Şekil 4. Aerob ve Anaerob Eşik Kavramları (Muratlı ve ark., 2005)

⁸ Böbrekler yoluyla atılması gereken asit iyonlarının birikmesi veya aşırı bikarbonat iyonunun kaybedilmesi durumudur

⁹ Nefes alıp verme

¹⁰ Anaerobik eşikten sonra biriken laktik asidin tamponlanması sonucu CO₂ yapımı, O₂ kullanımından daha hızlı artmaktadır. Biriken CO₂'i alabilmek için ventilasyonunda; VO₂'den daha hızlı arttığı bu noktaya ventilasyon eşığı denir

Anaerobik metabolizma, temel olarak oksijen yokluğunda devreye girer, fakat egzersiz yapan sporcu göz önünde bulundurduğumuzda, bir çelişkinin ortaya çıktığını görürüz. Maksimum oksijen alımı testinden alınan veriler üzerinde yapılan hızlı bir inceleme üç sonucu açığa çıkarır. Bunlardan ilki, oksijenin bolca sağlandığı hareketsiz konumdayken bile kan laktat değerlerinin sıfır olmadığı ve genellikle 0,5 ve 0,7 mmol • L⁻¹ arasında değiştiği sonucudur. İkincisi ise artan oksijen alımı ve eninde sonunda artan kandaki laktat değerlerinin artan egzersizle birlikte geldiğidir. Ortaya çıkan son şey ise kan laktat değerlerin, egzersizin maksimum yoğunluğa ulaşmasıyla hızla yükseldiğidir. Aslında, bir bireyin maksimum oksijen alımına ulaşip ulaşmadığını anlamak için kullanılacak ikinci derece ölçütlerden biri, 8 mmol • L⁻¹ değerinden daha fazla olan La_{bl} (kan laktat yoğunluğu)'dur. Üst sınıf dayanıklılık sporcuları, sıklıkla, laktat değerleri 4 mmol olarak uzun süreçlerde maksimum oksijen alımlarının %70-80'inde performans gösterirler. Bu yüzden, egzersiz yapan insan üzerinden, anaerobik metabolizmanın daha makul bir tanımı şöyle olabilir: Oksijenin eksik olduğu veya geçici olarak mevcut olmadığı belirli kas hücrelerinde meydana gelen biyokimyasal aktivitedir (Hale, 2003).

2.4.4. Anaerobik Eşiğin Belirlenmesi

Kan laktat konsantrasyonunda bariz artışların görüldüğü yüklenme yoğunluğu anı, aerobik yüklenmeden, anaerobik metabolizmanın daha fazla yoğunlaşmasını gerektiren yüklenmeye geçişi gösteren nokta olarak kabul edilmektedir. Laktat da artışın olduğu bu kritik yüklenme yoğunluğuna; anaerobik eşik, Kan Laktat Birikim Başlangıcı (OBLA) veya laktat eşiği denmektedir (Muratlı ve ark., 2005). Kan laktat eşiği, yükü giderek artan egzersizlerde kan laktat seviyesinde artma olmaksızın ulaşılan en yüksek hız veya iş yükü olarak belirtilir. Bazı araştırmacılar ise anaerobik eşiği kan laktat birikmesinin başlangıç noktasını 4 mmol kan laktat konsantrasyonu ile birlikte olan VO₂ hızı veya iş yükü olarak belirtmişlerdir. 4 mmol'lük kan laktat konsantrasyonu kesintisiz egzersiz sırasında laktat üretimi ile eliminasyonu arasındaki maksimal dengeyi yansıttığına inanıldığı için seçilmiştir. Aerobik eşik (2 mmol civarında) kan laktat konsantrasyonunun istirahat seviyesinden belirgin şekilde yükseldiği ilk nokta, anaerobik eşik de hızlı laktat birikiminin başlangıç noktası (4 mmol civarında) olarak tanımlanmıştır (Özkol, 2009). Egzersiz şiddeti arttıkça kaslara taşınan oksijen miktarı da artmakta ve ihtiyaç duyulan enerji, aerobik mekanizmadan karşılanmaktadır.

Egzersiz şiddeti belirli bir noktayı aştığında aerobik mekanizma enerji üretiminde yetersiz kalır ve anaerobik mekanizma da devreye girer (Cuğ, 2005).

Tablo 3. Dönüşümlü Sporlar için Beş Yeğinlik Bölgesi (Bompa, 2011)

Bölge No	Çalışma Süresi	Yeğinlik Düzeyi	Çalışma İçin Enerji Üreten Sistem	Anaerobik %	Aerobik %
1	1-15 sn.	Sporcunun Sınırlarına Kadar	ATP-CP	100-95	0-5
2	15-60 sn.	Doruk	ATP-CP ve LA	90-80	10-20
3	1-6 dk.	Doruk Altı	LA+Aerobik	70(40-30)	30-(60-70)
4	6-30 dk.	Orta	Aerobik	(40-30)-10	(60-70)-90
5	30 dk. üzeri	Düşük	Aerobik	5	95

Laktik asidin kötü etkilerini azaltan Üç Fizyolojik Mekanizma¹¹ orta düzey egzersizlerde, laktat üretimi ve atılması arasında bir denge kurmaya çalışır. Orta ve uzun mesafe koşucuları, egzersiz yoğunluklarına özel olarak dikkat ederler, yoğunluğun fazla olmasıyla, laktat üretimi ve atımı arasındaki denge bozulabilir ve atılandan daha fazla laktat üretilebilir. Bu yoğunluk, OBLA'nın, anaerobik eşğin (An_{Th}) ya da laktat eşğinin ortaya çıktığı noktadır (Tablo 3). Bu ilişkili kavramlar, iki metabolik sistem arasındaki dengeyi oldukça net bir şekilde gösterir ve bu dengeyi daha detaylı olarak incelemek gerekir (Hale, 2003).

2.4.5. Anaerobik Glikoliz

Yüksek şiddetteki egzersizlerin yoğun olarak yer aldığı kuvvet-sürat tipi antrenmanlarla anaerobik metabolizmaya ait bazı enzimlerde artış gözlemlenmektedir (Ergen, 2011). Anaerobik metabolizmada ATP üretiminin sağlandığı ikinci yol olan glikolizde, glukoz veya glikojenin oksijensiz ortamda parçalanarak laktik aside kadar yıkılmasına 'Anaerobik Glikoliz' adı verilir (Güllü, 2011). Glikoz 6-fosfatın glikozdan ya da glikojenden elde edilen her molekülü, sırasıyla, iki piruvat¹² molekülü vermek ve iki ya da üç adenzin trifosfat molekülü üretmek için anaerobik olarak parçalanır. 6. Adım'da gliseraldehit 3-fosfatın, dehidrojenaz enziminin etkisi altında 1,3-fosfogliseric aside dönüşmesiyle önemli bir reaksiyon meydana gelir ve bu reaksiyon, hidrojen ilavesi esnasındaki hidrojen taşıyıcı nikotinamid adenin dinükleotiti düşürür.

¹¹ Bakınız; 2.5.2. Laktik asidin sonu

¹² Pirüvik asit

Yani: $\text{NAD}^+ \rightarrow \text{NADH} + \text{H}^+$ olur.

gliseraldehit 3-fosfat + NAD^+ + P_i (inorganik fosfat)

↓

gliseraldehit 3-fosfat dehidrojenaz

↓

1,3-difosfogliserat + $\text{NADH} + \text{H}^+$

Kas hücrelerinin sarkoplazmasındaki nikotinamid adenin dinükleotit depoları küçüktür, fakat bu koenzim reaksiyona dâhil olmazsa glikoliz durma noktasına ulaşır. Bunu önlemek için, azalan nikotinamid adenin dinükleotit, hidrojen protonları ve elektronlarının kaldırılmasıyla oksidize edilir. Anaerobik koşullarda, ulaşılamayan moleküler oksijen yerine hidrojen alıcı olarak davranan piruvat yardımıyla laktat dehidrojenaz¹³ enzimi, oksidize etme reaksiyonunu başlatır. Buna göre, piruvat laktik aside indirgenmektedir (Şekil 5), ama aynı zamanda, anaerobik şekilde üretilen adenosin trifosfatın devamlılığını garanti eden nikotinamid adenin dinükleotitin oksidize edilmiş halde salınımına da yol açar.

piruvat + $\text{NADH} + \text{H}^+$

↓

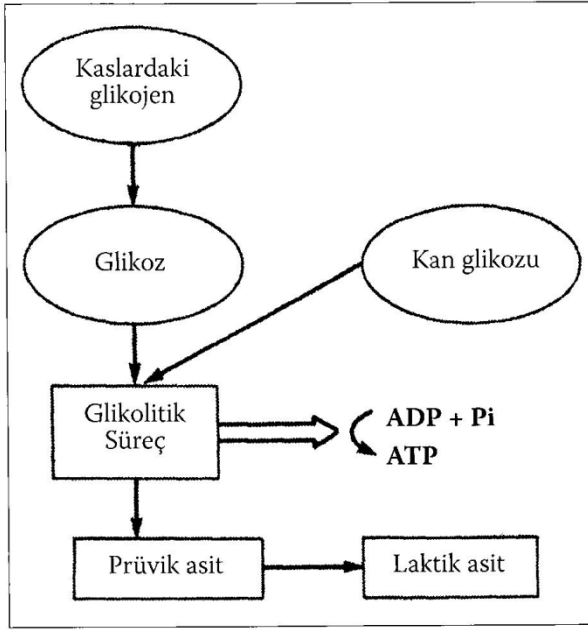
laktat dehidrojenaz

↓

laktat + NAD^+

Laktat, kas hücrelerini güçlendirir ve en sonunda kan akışına karışır (Hale, 2003). Anaerobik Glikoliz egzersiz boyunca kullanılan hakim enerji kaynağı olduğunda, kan laktat yoğunluğu önemli ölçüde artar ve LT (laktat eşiği) seviyesi yükselir (Matsumoto ve ark., 2009).

¹³ Laktik ve pirüvik asidin birbirlerine dönüşümünü iki yönlü olarak kataliz eden hücre içerisine yerleşmiş bir enzimdir.



Şekil 5. Anaerobik Glikoliz. Glikojen zincirleme kimyasal tepkimeler sonucunda parçalanarak laktik aside dönüşür. Bu parçalanma esnasında enerji açığa çıkar ve eşleşen tepkimeyle de ATP'nin yeniden sentezlenmesinde kullanılır (Fox ve ark., 2012)

2.4.6. Anaerobik Glikolizin Sonuçları

Bu fizyolojik mekanizma çok önemlidir; mekanizmanın en önemli faydası, işe yarar miktarlarda adenozin trifosfatın hızlı üretimidir. Bu mekanizma, 100 m mesafeyi, $10 \cdot s^{-1}$ hızdan daha fazla bir hızla, 400 m mesafeyi yaklaşık $9 \cdot s^{-1}$ ve 800 m mesafeyi de yaklaşık $8 \cdot s^{-1}$ hızla koşmamızı sağlar; hayatımız tehlikede ise veya otobüsü yakalamak ya da olimpik madalya kazanmak için depar atmamız gerekiyorsa bunlar çok yararlı olacaktır (Hale, 2003).

2.4.7. Anaerobik Güç ve Kapasite

Kas kasılması için gerekli enerji kaynağı ATP'dir. Başka bir deyişle; kas kasılmasında kullanılan enerji kaynağı besinlerle alınan karbonhidrat, yağ ve proteinlerin oksidatif yıkımından elde edilen ATP'dir (Aktümsek, 2010).

Kapasite; bir fiziksel aktivite için gerekli olan toplam ATP miktarını ifade etmektedir ve bu miktar aktivitelerin süre ve şiddeti ile yakın ilişkidir (Günay ve ark., 2010). Anaerobik kapasite ise; bir fiziksel aktivite için anaerobik yoldan elde edilmesi mümkün olan toplam enerji miktarı olarak tanımlanır (Arabacı, 2002; Adameczyk, 2011). Gerekli olan bu ATP miktarı da değişik enerji sistemleri ile sağlanmaktadır.

Örneğin, 400 metre koşucusu için 1,8 – 1,9 mol (moleküler) ATP gereklidir ve bu daha çok fosfojen (ATP-PC) ve laktik asit sistemlerinden sağlanırken, 1500 metre koşucusu için bu miktar yaklaşık 6 mol ATP'dir ve her enerji sistemine bağlı olarak (ATP-PC, laktik asit ve aerobik sistem) sağlanmaktadır (Günay ve ark., 2010).

Güç; bir fiziksel aktivite sırasında ATP'nin yenilenme oranını ifade etmekte ve bu dakikada yenilebilen ATP miktarı olarak ifade edilmektedir (Günay ve ark., 2010). Anaerobik güç ise; anaerobik sistemlerin maksimal enerji üretebilme kabiliyeti diğer bir deyişle bir fiziksel aktivite sırasında ATP'nin yenilenme hızı olarak tanımlanır (Şenel, 1995; Ergen, 2011). Örneğin, maraton koşusu sırasında her dakika için yaklaşık 1 mol ATP aerobik yolla yenilenebilmekte iken, 100 metre koşusunda 10 saniyede yaklaşık 0,4 mol ATP ve dakika için ifade edilecek olursa 2,6-2,8 mol ATP yenilenmesi gerekmekte ve bunun önemli bir kısmı (%95-98) anaerobik metabolizma ile sağlanmaktadır (Günay ve ark., 2010).

Tablo 4. Üç Enerji Sisteminin Maksimal Kapasite ve Gücü Sistemi (Fox ve ark., 2012)

Sistem	Maksimal Güç (Dakikadaki ATP mol Sayısı)	Maksimal Kapasite(Elde Edilebilir Toplam ATP mol Sayısı)
(Fosfojen)ATP-PC	3,6	0,7
(Anaerobik Glikoliz)Laktik Asit	1,6	1,2
Aerobik(Oksijenli)(Sadece Glikojenden)	7,0	90

Anaerobik güç, kısa süren yüksek şiddetli kas aktivitelerinde bireyin fosfojen sistemini kullanma yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Anaerobik kapasite ise anaerobik glikoz ve fosfojen sisteminin kombinasyonundan elde edilen toplam enerji miktarı olarak tanımlanmaktadır (Tablo 4). Ayrıca anaerobik güç; enerjinin oksijensiz olarak oluşturulduğu süreçlerde icra edilen eforlar; yüksek atlama, gülle atma, cirit atma, disk atma, sürat koşuları, yüzme, basketbol, futbol, voleybol, tenis v.b. için geçerli gücü ifade eder. Anaerobik performans kısa sürede tamamlanan veya patlayıcı kuvvet gerektiren spor branşları için büyük önem ifade eden bir terimdir. Bu sebeple antrenörler ve spor uzmanları, çalıştırdıkları sporcuların sahip oldukları anaerobik güç ve kapasiteyi belirleyip uygun testlerle bu özelliklerin gelişimi için uygun antrenman programları hazırlayabilirler. Başka bir deyişle anaerobik performanstaki bu artış, ATP-PC depolarında ve laktik asit sisteminin verimliliğinde meydana gelen artıştır. Bu

nedenle sporcunun enerji kaynakları ve bu kaynakları kullanabilme yeteneği sportif performansı için önemli bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır. Anaerobik güç her türlü sportif aktivite için önemli olmakla birlikte, anaerobik gücün ağırlıklı olarak kullanıldığı bazı spor dallarında önemi daha da artmaktadır. Bilindiği gibi futbol, basketbol, hentbol, buz hokeyi, Amerikan futbolu gibi takım oyunlarının ani atak veya baskılı savunma zamanlarında, orta mesafe koşularının bitişe yakın ataklarında, kısa mesafe koşularında (100 m, 200m), kısa mesafe yüzme branşlarında (50 m, 100 m), atma ve atlama sporlarında, güreş, tenis, kayak (alp), jimnastik gibi daha birçok spor dalında ani ve yüksek şiddetli güç oluşumuna ihtiyaç vardır ve bu ihtiyaç anaerobik enerji sistemi tarafından sağlanmaktadır (Özkan ve ark., 2010).

2.4.8. Anaerobik Güç ve Kapasitenin Ölçümü

Anaerobik güç ve performans belirleme; atletler için güç ve kuvvet izleme ve değerlendirmenin ayrılmaz bir parçasıdır. Bir çok saha ve laboratuvar fikri, geçerli ve güvenilir bir anaerobik güç ve performans ölçümünü tavsiye etmektedir (Gonzalez ve ark., 2013). Anaerobik performans atlama, sprint, gülle, cirit atma veya maraton gibi uzun mesafe yarışlarının son dönemlerinde, yani patlayıcı güç gerektiren sporlarda kullanılmaktadır. Patlayıcı güç anaerobik mekanizma ile ilgilidir. Bu gücü ölçen testler sporcunun ATP-CP sistemi kullanma yeteneğini ortaya çıkarır (Eroğlu, 2011). Güç yapılan işin (performans) birim zaman ile ifade edilmesidir. Güç gelişmesi, kas gücü ve özellikle ATP-PC sisteminin kullanma hızına bağlıdır. Bu nedenle testler kişinin ATP-PC sistemini kullanma yeteneğini ortaya koyar. Bu bilgiler yapılan sporda kullanılan enerji yollarının saptanmasında ve spora uygun antrenman programının çıkartılmasında yararlı olacaktır. Anaerobik güç ve kapasite testleri rutin test olarak egzersiz fiziolojisi laboratuvarlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Anaerobik güç ve kapasiteyi ölçmeye yönelik testler, çok yüksek şiddetle, birkaç saniye ya da birkaç dakikada yapılan egzersizleri içeren testlerdir. Anaerobik performansı ölçen testler genellikle “çok kısa” ve “kısa” anaerobik testler olarak iki grupta incelenmektedir. Çok kısa süreli testler alaktik anaerobik sistem hakkında bilgi verirken, kısa süreli testler ise laktasit anaerobik sistem hakkında bilgi vermektedir (Özkan ve ark., 2010). AT (anaerobik eşik) dayanıklılık kapasitesini belirlemede yararlı bir yöntemdir. Günümüzde atletler arasında AT ölçümleri antrenman etkililiğini ölçmek için en popüler değerlendirilmedi. Eşiğin

yükselmesini varsaymak demek, dayanıklılık kapasitesinin de artması demektir (Voltarelli ve ark., 2002).

2.4.9. Anaerobik Güç ve Kapasite Testleri

Anaerobik güç ve kapasite ölçümü için birçok laboratuvar ve saha testleri bulunmaktadır (Özkan ve ark., 2010). Anaerobik güç ve kapasitenin ölçümü için kullanılan laboratuvar metotları, aerobik değişkenleri ölçmek için kullanılan protokoller gibi iyi geliştirilemez. Çeşitli araştırmacıların kullandığı; MAOD (maximal accumulated oxygen deficit), RAST (running-based anaerobic sprint test), Wingate Cycle Ergometer, Wingate Arm Ergometer Tethered Swimming Test gibi metotlar anaerobik güç ve kapasiteyi belirlemede yardımcı olur. Bu protokoller her ne kadar büyük ölçümler olsa da; pahalı teçhizata ve saha değerlendirmelerinde özel uygulama sınırlılıklarına ihtiyaç duyarlar (Zagatto ve ark., 2008). Bu testlerin güvenilirlikleri, yeniden test edilebilirlikleri farklılık göstermektedir. Spor bilimciler bu test sonuçlarının değerlendirilmesinde de bazı zorluklarla karşılaşmaktadırlar. Sonuçlar mutlak değerler olarak vücut ağırlığının kilogram başına, vücut yüzey alanının metrekaresi başına, yağsız vücut ağırlığının kilogramı başına, ekstremite kas kütlesi oranına veya başka bazı kriterlere göre yorumlanabilmektedir. Bu durum sonuçların standardizasyonu açısından problem oluşturmaktadır. Bu anlamda kişisel anaerobik kapasitenin ölçümü için çok sayıda yöntem denenmiştir, bu parametrelerin değerlendirilmesinde kullanılan bazı önemli testler tarihsel gelişim açısından incelenmiştir (Özkan ve ark., 2010).

2.4.10. Anaerobik Güç ve Kapasiteyi Etkileyen Fiziksel ve Fizyolojik Mekanizmalar

A. Kalıtım

Kalıtım, kişinin aerobik veya anaerobik performanslardan hangisine daha yatkın olduğunu ve antrenmana ne kadar cevap vereceğini belirgin bir şekilde tayin eder. Bu bağlamda anaerobik performansı etkileyen faktörlerden birisi olarak da karşımıza kalıtım çıkmaktadır. Son araştırmalar genetik faktörlerin kas tipi ve iskelet kaslarındaki enzim aktivitelerinde etken olduğunu ve dolayısıyla anaerobik performansı etkilediğini göstermektedir. Performansı etkileyen faktörlerden biri de vücut yapısı ve kompozisyonu, başka bir deyişle fiziksel özelliklerdir çünkü vücut yapısı ve kompozisyonu ya da fiziksel özellikler fizyolojik kapasitelerin ortaya konulmasını etkilemektedir (Özkan ve ark., 2010).

B. Cinsiyet

Günümüzde kadınların yüksek şiddetli spor aktivitelerine katılımındaki artış araştırmacıları spor performansı yönünden cinsiyetler arasındaki farklılıkları araştırmaya yöneltmiştir. Bu bağlamda, spor performansının göstergelerinden biri olarak anaerobik güç ve kapasite yönünden cinsiyet farklılıklarını inceleyen çalışmaların sayısı da artmıştır. Literatürdeki çalışmalar erkeklerin anaerobik performansının mutlak değerler yönünden kadınlardan daha yüksek olduğunu göstermektedir. Relatif değerler yönünden incelendiğinde ise bazı çalışmalarda elde edilen verilerde cinsiyetler arası farklılıkların azalmakla birlikte hala var olduğu belirtilirken bazı çalışmalarda ise ortadan kalktığı bildirilmektedir (Özkan ve ark., 2010).

C. Yaş

Yaşın ilerlemesi ile birlikte kas kitlesi ve fonksiyonu yavaş yavaş sapma gösterebilir. Bununla birlikte yaş; egzersiz sürecindeki büyük kas hasarları kasların yavaş tamiri ve toparlanması ve adaptasyon tepkilerinin de sorumlusudur (Baird ve ark., 2012). Anaerobik performans kız ve erkeklerde yaş ile birlikte artış göstermektedir. Kronolojik yaşla birlikte hem anaerobik güç hem de kapasitenin 10 yaşından itibaren genç yetişkinliğe kadar benzer şekilde hem bacak hem de kolda sabit bir şekilde arttığı ifade edilmektedir. Ayrıca mutlak anaerobik güç ve kapasitenin bacak için 30'lu yaşlarda, kol için 20'li yaşlarda maksimum düzeye ulaştığı ifade edilmektedir. Vücut ağırlığı düzeltme faktörü olarak kullanılsa bile, hem mutlak anaerobik gücün hem de kapasitenin küçük yaşlarda en düşük değerde olduğu, yetişkinliğe doğru yaşla birlikte arttığı ifade edilmektedir (Özkan ve ark., 2010).

D. Kas Fibril Tipleri

Tip I lifler aerobik lifler olup yağları da metabolize edebilirken tip II lifler anaerobik olarak glikojenolizi gerçekleştirirler. Kas lifi tipleri arasında metabolik süreçleri yanında yorgunluk açısından da farklılıklar vardır. Tip I lifler yorgunluğa dayanıklı iken tip II lifler daha çabuk yorulabilir niteliktedir (Aslankeser, 2010). Anaerobik performansı etkileyen bir başka faktör ise kas fibril¹⁴ tipidir. Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde cinsiyet farklılığına bağlı performans değişiklikleri aslında

¹⁴ Küçük lif

sahip olunan beden tipi, vücut ağırlığı, yağsız beden kitlesi ve kas fibril tipi ile ilişkilidir. Erkeklerde kas hacmi kadınlara oranla daha fazladır ve bu durum kaslardaki ATP-CP ve glikojen miktarındaki artışı, dolayısıyla anaerobik performanstaki artışı beraberinde getirmektedir. Bunların yanında hızlı kasılan FT (hızlı kasılan) kas lifleri kısa süreli aktivitelerde önemli bir etkiye sahiptir. Anaerobik performans değerleri yüksek olan sporcuların daha yüksek FT lifine sahip oldukları belirlenmiştir. Tip II fibriller aynı zamanda hızlı kasılan fibriller ve hızlı glikolitik (FG) fibriller olarak adlandırılmaktadırlar, az sayıda mitokondriye, sınırlı aerobik kapasiteye sahiptirler ve yorgunluğa karşı yavaş kasılan fibrillere göre daha az dayanıklıdırlar. Ancak hızlı kasılan fibriller glikojen depoları ve glikolitik enzimler açısından oldukça zengindir ve bu özellikleri onlara büyük bir anaerobik kapasite sağlamaktadır. Ayrıca yavaş kasılan kaslara göre hızlı kasılan kaslar daha büyük motor sinire, motor sinir iletim hızına, daha çok myofibrille sahiptirler ve böylelikle daha hızlı kasılabilme ve daha fazla kuvvet oluşturabilmektedir (Özkan ve ark., 2010).

E. Antrenman

Anaerobik kapasite; maksimal antrenman boyunca anaerobik metabolizma vasıtasıyla sentezlenen maksimum miktarda ATP olarak açıklanır. Maksimum biriken oksijen eksikliği anaerobik kapasitenin standart hesabı ile değerlendirilir (Kaminagakura ve ark., 2012). Antrenmanın anaerobik güç ve kapasite üzerine olan etkilerine bakıldığında ise yapılan düzenli antrenmanların anaerobik güç ve kapasite artışına neden olduğu görülmektedir. Ayrıca farklı spor branşlarında elde edilen anaerobik güç ve kapasiteyi değerleri var olan sporun karakterine bağlı olarak yapılan antrenman farklılığından kaynaklanmaktadır (Özkan ve ark., 2010). Ek olarak hassas bir anaerobik antrenman yapmak, maksimum biriken oksijen eksikliğinin yüksek yoğunluklu efordaki performansla ve anaerobik metotları değerlendiren diğer metotların onaylanmasıyla bağlantı kurmasına bağlıdır (Kaminagakura ve ark., 2012).

F. Vücut Kompozisyonu

Vücut kompozisyonu genel olarak yağ, kemik, kas hücreleri, diğer organik maddeler ve hücre dışı sıvılarının orantılı bir şekilde bir araya gelmesinden oluşur (Şahin, 2008). Spor bilimleri açısından bakıldığında, özellikle bazı sporlarda (güreş, judo, boks gibi) yarışma kategorisinin belirlenmesi, sporcunun yer alacağı klasman

açısından vücut ağırlığı önemli olmaktadır. Bunun yanında bazı spor branşlarında (dayanıklılık sporları, uzun mesafe koşuları gibi) yağ oranının düşük olması vücudun taşıyacağı yük açısından önemli duruma gelmektedir (Küçükkuş, 2007). Fiziksel yapı bir sporcunun kuvvet, güç, esneklik, sürat, dayanıklılık ve çabukluk gibi diğer performans göstergeleriyle birleşerek yüksek düzeyde performans göstergelerinden sadece bir tanesi olarak karşımıza çıkmaktadır ve sporcunun performansını olumlu yönde etkilemektedir. Ayrıca gerek sedanterler¹⁵ ve gerekse sporcular için vücutta bulunan fazla yağ miktarı ve yağ oranı fiziksel aktiviteyi engelleyici bir özellik taşımaktadır. Vücut yağ oranının fazlalığı kuvvet, çeviklik ve esnekliğin azalmasına ve enerji kaybına neden olabilmektedir. Çünkü kuvvet ve performansı etkileyen faktörlerden biri de vücut yağ oranıdır. Aynı çevre büyüklüğüne sahip iki kas farklı oranda yağ dokusu içerdiklerinde farklı kuvvet ortaya koymaktadırlar. Anaerobik veya aerobik çalışmayı kapsayan bütün spor branşları içinde vücuttaki yağlı dokuların fazlalığı, yağsız beden kütlesinin azlığı performansı olumsuz yönde etkilemektedir. Başka bir deyişle yağ seviyesinin yüksek olması sporcunun performansını olumsuz yönde etkilemektedir. Yağ dokularının kas dokuları gibi vücudun enerji deposu olan ATP yapımına hiçbir katkısı yoktur ve kasların hareketlerini kısıtladığından fazla enerji harcamasına sebep olur. Öte yandan vücudun direnci ve iç organların korunması için belli miktarda yağ dokusunun bulunması gerekir. Anaerobik enerjinin baskın olduğu spor branşları düşünüldüğünde vücut yağ yüzdesinin optimal olmasının, anaerobik performansı olumlu etkileyeceği bilinmektedir. Anaerobik performansta yaş ve cinsiyet önemli bir faktör olmakla beraber, kas kütlesinin boyutları ve morfolojisi daha belirleyicidir. Sarkomer¹⁶ yapısı ve boyutları, kas fibril uzunluğu, kas kesit alanı, total kas kütlesi anaerobik şartlarda kasın ürettiği güç üzerinde belirleyici yapısal özelliklerdir (Özkan ve ark., 2010).

2.5. Laktat Metabolizması

Enerji anaerobik yollardan yani oksijenin yeterli olmadığı ortamlarda sağlandığı zaman pirüvik asit¹⁷ laktik aside dönüşür. Laktik asit ortamdan uzaklaştırılabilir, uzaklaştırılmazsa glikoliz reaksiyonu durur. Laktik asit oksijen

¹⁵ Hareketsiz

¹⁶ İki Z membranı arasında kalan ve bir A bandı ile iki tane yarım I bandından oluşan bölüme sarkomer adı verilir. Sarkomer iskelet kasının asıl kasılma ünitesidir.

¹⁷ Glikolizisin ara ürünü ve bazı amino asitlerin katabolizması sonunda üretilen bir alfa-keto propiyonik asit.

varlığında bazı dokularda tekrar glikoza dönüştürülür (Koz ve ark., 2010) Laktik asit anaerobik koşullarda glikolitik yolun son ürünüdür. Çok efor sarf eden kimselerde oksijenli solunum ile sağlanan enerji yeterli olmayınca hücre oksijensiz koşullarda bu enerji açığını gidermeye çalışmaktadır (Gözükara, 1997). Laktik asit sisteminin yeniden sentezi, bütün vücut sıvılarında birikmiş olan fazla laktik asidin uzaklaştırılması anlamına gelir. Bu çok önemlidir, çünkü laktik asit ileri derecede yorgunluğa neden olur. Oksidatif mekanizma ile yeterli miktarda enerji sağlandığı takdirde, laktik asidin uzaklaştırılması iki yolla gerçekleşir; birincisi, küçük bir miktarı pirüvik aside çevrilir ve sonra bütün vücut sıvılarında oksidatif olarak metabolize edilir. İkincisi, kalan laktik asidin büyük kısmı karaciğerde olmak üzere glikoza çevrilir ve glikoz kasların glikojen depolarının yenilenmesinde kullanılır (Guyton ve Hall, 2001).

2.6. Laktat Metabolizması ile Etkileşim Halinde Olan Faktörler

2.6.1. Metabolizma Hızı

Vücut metabolizması basitçe vücudun bütün hücrelerindeki tüm kimyasal reaksiyonlar anlamına gelir. Metabolizma hızı da normal olarak kimyasal reaksiyonlarda ısının serbestlenme hızını ifade eder (Guyton ve Hall, 2001). Metabolik hız, 12-18 saat süresince besin almamış, tam istirahat halinde ve ısıyı değişken olmayan bir ortamda bulunan bireyin metabolik hızıdır. Bazal durumlarda meydana gelen enerjinin bir bölümü, tam istirahat halindeki vücudun gerekli fonksiyonlarında harcanır, bir kısmı da ısıya çevrilir (Günay ve ark., 2010). Organizmada gıdaların katabolizması ile oluşan enerji miktarı olarak bunların organizma dışında yakılması ile ortaya çıkan enerji ile aynıdır. Katabolizma ile ortaya çıkan enerji vücut işlevlerinin sürdürülmesi, gıdaların sindirimi ve metabolizması, sıcaklığın düzenlenmesi ve fiziksel etkinliklerde kullanılmaktadır. Metabolik hız pek çok faktörden etkilenir. Bunların en önemlisi kas egzersizidir. O₂ kullanımı sadece egzersiz sırasında değil, egzersizden sonra, O₂ borcunun ödenmesi için gereken süre boyunca da yüksektir (Ganong, 2002). Hücrelerdeki kimyasal aktiviteyi artıran faktörler metabolizma hızını da çoğaltır (Guyton, 1986).

2.6.2. Dolaşım Sistemi

Plazmada laktatın yükselmesi laktik asidoza yol açar bunun sonucunda da dolaşım sistemi bozulur (Aksoy, 2011). Dolaşım sistemi, kanın esas olan taşıma görevinin yapılması için gerekli mekanizmayı sağlar. Kanın esas görevi taşımaktır ve birçok maddeleri organlara ve dokulara götürür, dokulardan birçok maddeleri alıp buralardan uzaklaştırır (Noyan, 2006). Egzersiz esnasında iskelet kasına kan akışının artmış olması temel özelliktir, aksi takdirde kas oksijensiz solunuma ihtiyaç duyacak ve bir oksijen açığı ortaya çıkacaktır. Bunun sonucunda, kasta artan laktat miktarı kaslarda yorgunluğa yol açacaktır. Eğer kaslar, kasıldıkları ve kasılmış olarak kaldıkları izometrik egzersiz halindeyse kas tellerini besleyen atardamarlar genişlemiş olsa bile kan akışı ortalamanın altında olur. Dinamik egzersizde ise hareket eden kaslara kan akışı izometrik hareketteki sınırlayıcı faktörün daha aşağı seviyesindedir (McLaughlin ve ark., 2010).

2.6.3. Kan Laktat Yoğunlaşması

Kas ve kan laktat konsantrasyonundaki artış, egzersiz şiddetinin bir fonksiyonu olarak ortaya çıkar (Güllü, 2011). İnsanlarda kan laktat yoğunlaşması yoğun egzersizle birlikte katlanarak artar. Kan laktat eğrisinde kırılma noktası; iş yükünün artan egzersiz boyunca kan LT'yi (laktat eşiği) ve AT'yi tanımlamasına rağmen anaerobiyozun¹⁸ artan laktat üretimine bir neden olduğu sorgulanmaktadır (Voltarelli ve ark., 2002). Laktat Plazmada artmış laktat konsantrasyonu laktik asidoz¹⁹ olarak adlandırılır ve myokard infarktüsü, pulmoner emboli ve kontrol edilemeyen kanama gibi durumlarda oluşan dolaşım sistemi kollapsında ve şokta görülür. Dokulara yeterli oksijen taşınmasındaki eksiklik, oksidatif fosforilasyonun bozulmasına ve ATP sentezinin düşmesine neden olur. Hücreler yaşamak için ATP üretmek amacıyla anaerobik glikolizi kullanırlar. Bunun son ürünü ise laktik asittir (Champe ve ark., 2007). Laktat yoğunlaşmasının nedeni daha fazla pirüvatın laktat tarafından laktat dehidrogenaz'a²⁰ dönüştürülmesidir (Menziş ve ark., 2010).

¹⁸ Havasız veya oksijensiz ortamda yaşam

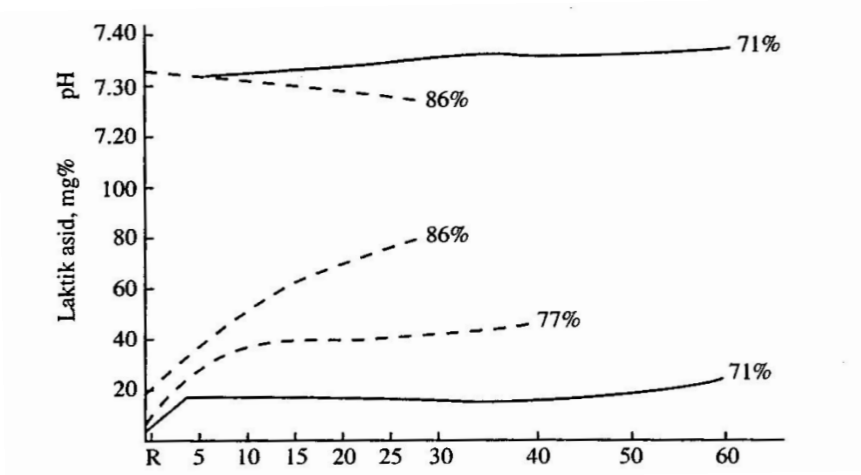
¹⁹ Ağır egzersiz sırasında ve glikoneogenezise katılan enzimlerin genetik eksikliğinde olduğu gibi hücre solunumunun bozulması sonucu kanda laktat düzeyinin yükselmesine bağlı olarak kan PH'sinin düşmesi.

²⁰ LDH hücre sitoplazmasında bulunan bir enzimdir.

2.6.4. Asit Baz Dengesi, PH ve Hidrojen İyonu (H⁺) Konsantrasyonu

Hücrelerin içerisinde yaşadığı ortamın veya çevrenin yoğunluğunun korunmasına hemostasis denir. İç ortamın bazı bakımlardan sabit ve dengede tutulması gerekmektedir ve bunlar; ısı, madde kapsamı ve PH'dir. PH hidrojen iyonlarının (H⁺) konsantrasyonu yani gücünü temsil eder. PH değeri 0-14 arasındadır ve PH'nin 7,0 olması H⁺ (hidrojen) ve hidroksil (OH⁻) iyonlarının yoğunluğunun eşit olduğunu göstermektedir. Eğer bir çözelti çok fazla H⁺ iyonu içeriyorsa PH 7,0'dan azdır ve çözelti asit olarak nitelendirilir. Ancak tersi durumda yani çözeltide OH⁻ iyonları yoğunsa, çözelti baz (alkali) olarak nitelendirilir (Günay ve ark., 2010). Egzersiz halindeki iskelet kasında, NADH²¹ (Nikotinamid adenin dinükleotid) (gliseraldehid 3-fosfat dehidrogenaz ve sitrik asit siklüsünün 3 NAD⁺ - bağımlı dehidrogenazı tarafından) solunum zincirinin oksidatif kapasitesini aşar. Bu pirüvatın laktata indirgenmesini tercih eden NADH/NAD⁺ oranının yükselmesi ile sonuçlanır. Bu nedenle yoğun egzersiz sırasında laktat kas içinde birikerek kandaki hidrojen iyonu konsantrasyonunu artırır, intrasellüler (hücre içi) PH'nin düşmesine, kramplar oluşmasına neden olur ve performansı olumsuz etkiler. Bu laktatın büyük bölümü sonunda kan dolaşımına difüze olur ve karaciğer tarafından glukoz yapımında kullanılabilir (Champe ve ark., 2007). Hücre içi PH değişikliğinin genellikle iskelet kası fonksiyonlarında büyük etki yaptığına inanılır. Örnek verilecek olursa hücre içindeki PH'deki azalma, izometrik güçte durmaksızın görülen azalma, süratteki eksilme ve kas fibrillerindeki gevşeme hızıdır. Asitler fibrillerdeki enerji metabolizmalarının anahtar enzimlerini engeller ve böylece kas fonksiyonlarına etki eder. Zorlu aktiviteler süresince iskelet kasında, laktik asit toplanmasından dolayı sıklıkla hücre içi PH'de azalma olur (Şekil 6). Bu yüzden laktat dikkate alınması gereken önemli yorgunluk nedenidir ve zorlu aktiviteler boyunca kas fonksiyonlarında bozukluğa neden olur (Westerblad ve ark., 1997).

²¹NADH, NAD⁺'nin indirgenmiş halidir, dolayısıyla NAD⁺ de NADH'nin yükseltgenmiş (okside olmuş) halidir.



R= Rest (İstirahat)

Şekil 6. Laktik asit ve PH' nin (%71-77-86 max VO₂) Egzersizdeki Düzeyleri (Günay ve ark., 2010)

Asitler hidrojen iyonlarına (H⁺), protonlarına ve bazlarına bölünür, laktik asit hidrojen iyonlarına ve laktat iyonlarına ayrışır. Hidrojen iyonları anahtar proteinleri, özellikle de biyokimyasal reaksiyonları tetikleyen glikolitik enzimleri kötü yönde etkilerler, ayrıca kas ipliklerini oluşturan aktin ve miyosin proteinlerinin işleyişine müdahale ederler. Bunların yanında, hidrojen iyonları aktin iplikleri üzerindeki bağ noktaları için yarışır, bu da miyosinin aktin ipliği bağına ulaşma ve kasılma için gereken gücü sağlama ihtimalini düşürür. Asit değeri arttıkça kasların oluşturduğu güç dereceli olarak azalır, sporcu baştaki temposunu koruyamaz ve en sonunda durur (Hale, 2003). Kas hücre PH 'leri yoğun devre egzersizleriyle 7,0'dan 6,4 değerine kadar değişiklik gösterebilir. Dahası, eğer kas PH'i 6,4 değerinin altına düşerse düzenleyici enzim aktivitesinin anahtarında bozulma görülür. Enzimler içinde glikojen fosforilazi enzimleri²², PFK (phosphofruktokinase)²³ ve ATP enzimi bile gösterilebilir. Böyle bir durum değişmeksizin, yorgunlukla sonuçlanan, yavaşlayan enerji üretimine ve azalmış güç çıkışına sebep olur. Hatırlanmalıdır ki laktik asit üretildiğinde, laktik iyonlarla hidrojen iyonlarını ayrı tutar. PH 'ı azaltan, H⁺ (hidrojen iyonu)'dur ve aynı zamanda karşı köprülerdeki bağlayıcı alanlar için CA⁺ (kalsiyum iyonu)'yla yarışır. Böylece kastaki laktik asit birikiminin yorgunluğa sebep olma ihtimali vardır. (Birch ve ark., 2005). Hidrojen iyon dengesinin düzenlenmesi birçok yönden vücutta diğer iyonlar için olan düzenlemelerin benzeridir. Vücuttaki tüm enzim sistemlerinin hemen hepsi

²² Glikojenden Glikoz Üretir

²³ Glikoliz için düzenleyici anahtar enzim

hidrojen iyon konsantrasyonundan etkilendiklerinden, hidrojen iyon konsantrasyonunun hassas bir şekilde düzenlenmesi gereklidir (Guyton ve Hall, 2001). Sonuç olarak yoğun yüklenmede devreye giren hızlı kasılan kas fibrillerinin aerobik kapasiteleri iyi olmadığından, oluşan laktatı nötralize etmekte yetersiz kalırlar kan PH dengesi bozulur, asidoz ortam oluşur ve yorgunluk ortaya çıkar (Muratlı ve ark., 2005). Ayrıca; yapılan araştırmalarda, vücuttaki laktik asit artmasının negatif etkileri arasında fizyolojik PH ve ısı dengesinin kaybolması görülmüştür (Kay ve ark., 2005). Tüm bu bilgilerle birlikte; PH düşüşünün önlenmesi ve dengesinin sağlanması, laktik asit artışının engellenmesi ve hidrojen iyonun hücreden uzaklaştırılması ile mümkündür.

2.6.5. Fazla Tamlama Döngüsü

Antrenmanı izleyen ve iki antrenman süreci arasında, biyokimyasal enerji kaynaklarının tamamen dolduğu bir tamamlama evresi vardır. Eğrinin normal biyolojik denge duruma dönmesinin yavaş yavaş ve derece derece olduğu ve organizmanın kaybedilen enerjiyi yerine koymasının birçok saat süren oldukça yavaş bir süreçte olduğu öne sürülmektedir. Diğer yandan, yüksek yağlılıkteki iki antrenman uyarımı arasında zaman uzunsa enerji kaynakları yenilenmekle kalmayıp başlangıç değerlerinin de üzerine çıkabilir. Bu durum yeni enerji yedekleri kazanımı ile organizmanın yenilenmesini sağlar. Diğer bir deyişle fazla tamlama durumu oluşur ve bu durumda enerji sistemlerini etkiler (Bompa, 2011).

2.6.6. Yorgunluk ve Aşırı Antrenman

Sürekli egzersiz yorgunluğunun muhtemel sebepleri karışıktır çünkü fizyolojik açılar dâhil birçok faktör etkilidir, psikoloji de muhtemel katkıda bulunan faktörlerdendir. Fakat fizyolojik açıdan, kas glikojeninin azalması hipoglisemi²⁴ ve dehidrasyon²⁵ başlıca üç nedendir (Birch ve ark., 2005) Vücudun dengesi bozuk olduğunda, insan organizması dengeyi tekrar kurmak için kendi kendini düzenlemeye çalışır. Antrenman yüklenmelerinin sporcuda uyum için, etkin olması için, dinlenme ile çalışmanın dengelenmesi önemlidir. Doğru bir antrenman yüklemesinden sonra, organizmanın tam olarak yenilenmesi 12-24 saat içinde olur (Bompa, 2011). Tüm çalışmalar yorucu egzersiz sonrasında denge kabiliyetinde azalma olduğunu

²⁴Kan şekerinin olması gerektiğinden daha düşük olması durumu

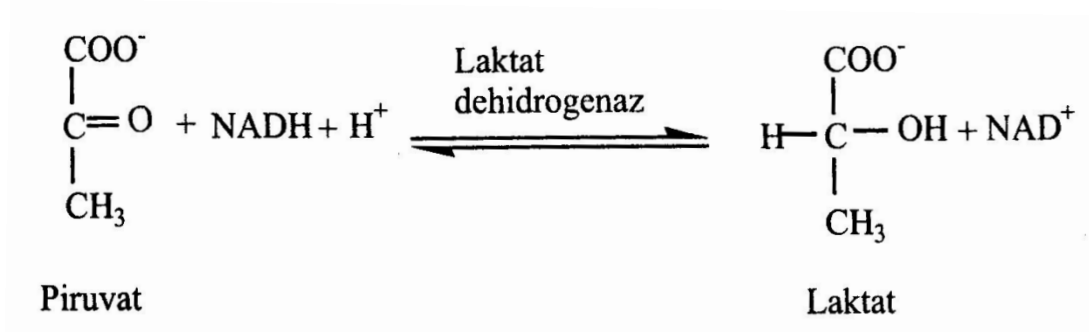
²⁵Vücudun su kaybetmesi

göstermiştir (Guidetti ve ark., 2011). Dolayısıyla tam dinlenme sağlayamayan ve sürantrenman²⁶ dönemine giren bir sporcunun laktat oksidasyonunda büyük öneme sahiptir. Yüksek yoğunluktaki egzersiz sırasında yorgunluğu etkileyen faktörler enerji kaynağı azalmasının problem olarak sunulmasından veya fazla enerji ürününün probleme sebep olmasındandır. Yüksek yoğunluktaki egzersiz için enerji üretim kaynağı başlıca PC sistemini ve glikolizi içerir. PC ve kas glikojen içeriğinin potansiyel azalması, eşit biçimde kas laktik asidindeki yükselme dezavantaj yaratsa da problematik olabilir (Birch ve ark., 2005). Yorgunluk egzersize yanıt olarak zihinsel bozukluklara, merkezi sinir sistemi anormalliklerine, disfonksiyon veya iskelet kası hastalıklarına, mekanik yorgunluğa, kasılma bozukluklarına ve genel kuvvet kapasitesi kaybına neden olabilir (Finsterer, 2012). Yarışma ve antrenmanın ortaya çıkardığı fiziksel yorgunluk, spora katılımın bir sonucudur ve sporcularda motor beceri uygulamalarının bir göstergesidir. Yorgunluğun performansı kısıtladığı düşünülebilir fakat katılımına yüksek seviyede uzmanlık gerektiren toplu oyunlarda bu sadece hareketsel/motor bir süreç değil, aynı zamanda uygulama ile bağı olan algısal bir süreçtir. Algısal performans süreci reaksiyon zamanı gibi seçimleri gerektirir ve maksimal enerji harcamalarına ulaşana kadar yoğunluğu artan egzersizin tamamlanması boyunca performansı iyileştirir (Thomson ve ark., 2009).

2.7. Laktik Asidin Sonu

Egzersiz fizyologları, laktik asit birikimi üzerinde oluşan kritik çalışma yoğunluğu hakkında yıllardır bilgiye sahiptirler (Solberg ve ark., 2005). Laktik asidin en kötü etkileri, üç fizyolojik mekanizma sayesinde azalır. Bunlardan ilki, hücre içi ve hücre dışı akışkanlardaki, özellikle de kandaki, “tampon” adı verilen ve asitleri etkisiz hale getiren bileşimlerin örneğin; protein, bikarbonat, organik ve inorganik fosfat, hemoglobin varlığıdır. İkincisi, piruvat → laktat reaksiyonunun tersine çevirilebilirliğidir. I. Tür kas dokularında, özellikle egzersiz yapmayan kaslarda, dokuların yüksek oksidatiflik kapasitesi nedeniyle laktat tekrar piruvata dönüşür. Daha sonra, piruvat Krebs döngüsüne ve elektron taşıma zincirine girer, böylece bol miktarda - teorik olarak her bir laktat molekülü başına 18 molekül - adenozin trifosfat üretir (Şekil 7).

²⁶ Aşırı antrenman



Şekil 7. Pirüvatın Laktata Çevrilmesi (Keha ve Küfrevioğlu, 2010)

Üçüncü mekanizma, laktatın çizgili kas dışındaki organlar için yararlılığıdır. Kanla taşınan laktat karaciğer ve kalpten geçerken faydalı maddelere dönüştürülebilir. Karaciğerde, glikoz resentezi ve dolayısıyla glikojen depolarının yenilenmesi laktat kullanımı gerektirir. Kalpte, laktat, kalp kasının kasılması için glikozla birlikte ikinci yakıt olarak kullanılır; kalp kasının laktatı bu şekilde kullanışlı hale getirebilmesi özellikle ağır egzersizler sırasında kalbin metabolik gereksinimleri arttığında çok faydalıdır (Hale, 2003).

2.8. Antrenman Sonrası Toparlanma

Son yüzyıl boyunca rekabetçi spor yapısı giderek daha profesyonel olmuş, teknolojik gelişmeler ilerlemiş, egzersiz fizyolojisi gelişmiş ve antrenmanın etkilerini artırmak için katkıda bulunmuştur (Vanderthommen ve ark., 2010). Bununla birlikte toparlanma yöntemleri de bu gelişime ayak uydurmuş ve toparlanma yolları çeşitlilik göstermiştir. Antrenman planlamalarının toparlanma periyotlarını kapsamaları; atletlerin tüm sezon boyunca yeni antrenman öncesi fiziksel ve mentâl olarak şiddetli toparlanabilme ihtiyacına izin vermektedir (Pallares ve ark., 2009).

Antrenman sonrası dinlenmenin amacı kasların ve vücudun bütünüyle antrenman öncesi konuma dönmesini sağlamaktır. Dinlenme esnasında vücudun kendini toparlayabilmesi, harcanan enerjinin yenilenmesi ve antrenman esnasında biriken laktik asidin giderilmesine bağlıdır. Dinlenirken tüketilen oksijen bu süre içinde ihtiyaç duyulan ATP enerjisinin bir kısmını karşılar. Kasların fosfojen ATP+PC ihtiyacı birkaç dakikada karşılanır. Ama kasların tam dinlenmesi ve karaciğerin glikoz dengesini kurması bir gün veya daha uzun sürebilir (Fox ve ark., 2012). Egzersiz sonrası

toparlanma, egzersizde meydana gelen O₂ borçlanmasına, kullanılan enerji kaynaklarına ve oluşan laktik asidin düzeyine bağlıdır. Bu yüzden toparlanma süreci (Tablo 5);

- O₂ borçlanması (toparlanma oksijeni),
- Enerji kaynaklarını (depoların) yenilenmesi,
- Kan ve kastan laktik asidin uzaklaştırılması,
- O₂ miyogloblin depolarının yenilenmesi ile ilişkilidir (Günay ve ark., 2010).

Tablo 5. Tüketici Egzersizler Sonrasında Önerilen Minimum ve Maksimum Toparlanma Zamanları (Fox ve ark., 2012)

Toparlanma Süreci	Önerilen Toparlanma Zamanı	
	Minimum	Maksimum
Kas Fosfojen Depolarının Yeniden Dolması(ATP+PC)	2 dk	5 dk
Hızlı Toparlanma(Alaktasit) Evresinin Azalması	3 dk	5 dk
Kas Glikojen Toparlanması	10 saat	46 saat
Karaciğer Glikojen Toparlanması	Bilinmiyor	12-24 saat
Kandan ve Kaslardan	30 dk (Egzersiz Top)	1 saat
Laktik Asit Uzaklaştırması	1 saat (Dinlenme Top)	2 saat
Yavaş Toparlanma(Laktasit) Evresinin Azalması	30 dk	1 saat
O ₂ Depolarının Toparlanması	10-15 sn	1 dk

2.8.1. O₂ Borcu (Toparlanma Oksijeni)

Antrenman sonrası dinlenirken antrenmana devam edemediğimiz için enerji ihtiyacımız azalır. Ancak yapılmış olan antrenmanın şiddetine bağlı olarak oksijen tüketimi oldukça yoğun bir şekilde bir süre daha devam eder. Normal şartlarda dinlenirken tüketilen oksijenden daha fazla olan bu dinlenirken tüketilen oksijene dinlenme (toparlanma) oksijeni denir. Dinlenme oksijeni, enerji kaynaklarının yenilenmesi ile antrenman esnasında biriken laktik asidin atılmasını da içeren ve esas itibariyle dinlenme esnasında vücudun antrenman öncesi konuma dönmesini sağlamak amacıyla normalden daha fazla tüketilen oksijendir (Fox ve ark., 2012). Maksimal bir egzersiz sonrası O₂ borcunun oluşum nedenleri;

- Egzersizde aktif kaslara yönelen kanın tekrar normal akış düzeyine dönmesi için %10 gibi fazladan O₂ kullanımı gerekir ve bu da toparlanmada ödenir.

- b. Şiddetli egzersizlerde akciğer solunumu 8-15 kat artar ve bu nedenle solunum kasları daha fazla O₂'ye ihtiyaç duyar.
- c. Egzersizde sadece çalışan kaslarda metabolik artış görülmez. Bunun yanı sıra solunumsal, dolaşım sal, hormonal, iyonik ve termal mekanizmalarda da artış görülür. Bu mekanizmalarında normale dönmesi için toparlanma döneminde daha fazla O₂'ye ihtiyaç duyulur.
- d. ATP-PC depolarının toparlanma döneminde yenilenmesi.
- e. Laktik asidin uzaklaştırılması.
- f. Enerji metabolizmasında laktik asidin oksidasyonu.
- g. O₂ depolarının tamamlanması.
- h. İç ısının artışı.
- e. Kalp atım sayısı, solunum ve diğer fonksiyonların normale döndürülmesidir (Günay ve ark., 2010).

A. Alaktasid O₂ Borcu

Maksimum antrenman sonrasında yükselen oksijen tüketimi birdenbire düşer ve yavaş yavaş azalarak sabitlenir. Oksijen borçlanmasının ilk evresi alaktasid oksijen borçlanması diye tanımlanmaktadır. Şimdi buna hızlı dinlenme oksijen evresi (alaktasid O₂ borcu) denmektedir (Fox ve ark., 2012). Bu dönemde oksijen tüketiminde hızlı bir azalma meydana gelir. Bu yüzden hızlı toparlanma dönemi de denmektedir (Günay ve ark., 2010).

B. Laktasid O₂ Borcu

Bu evreye laktasid bileşeni denmektedir. Çünkü ilk zamanlarda borçlanmanın bu evresinde tüketilen oksijenin antrenman esnasında kanda ve kaslarda biriken laktik asidin atılması için alındığı sanılmaktaydı. Birinci evresine de borçlanmanın ilk evresinde tüketilen oksijenin dinlenme esnasında laktik asidin atılması için kullanılmadığının bilinmesi nedeniyle alaktasid bileşeni denilmekteydi. Önceleri oksijen borçlanmasının tümüyle antrenman esnasında biriken laktik asidin atılmasıyla ilgili olduğu sanılmaktaydı. 1933 yılında ilk kez oksijen borçlanmasının laktik asit birikmesi olmadan da gerçekleşebileceği anlaşılınca alaktasid oksijen terimi kullanılmıştır (Fox ve ark., 2012). Laktik asidin uzaklaştırılması bir saat veya daha fazla sürmektedir, yarılanma süresi 25 dakikadır ve total oksijen açığının daha büyük

bölümüdür. O₂ tüketimi yavaş yavaş normal düzeye indiğinden dolayı bu döneme yavaş toparlanma dönemi de denir (Günay ve ark., 2010). Artan oksijen kullanımının yavaş dinlenme evresindeki birçok fizyolojik faaliyetle ilgisinin olduğu bilinmektedir. Bu faaliyetlerden bazıları, beden ısısının artışı, oksijen tüketimindeki artış, glikoz yenilenmesi ve kalbin oksijen tüketmesidir (Fox ve ark., 2012).

2.8.2. Toparlanmada Enerji Kaynaklarının Yenilenmesi

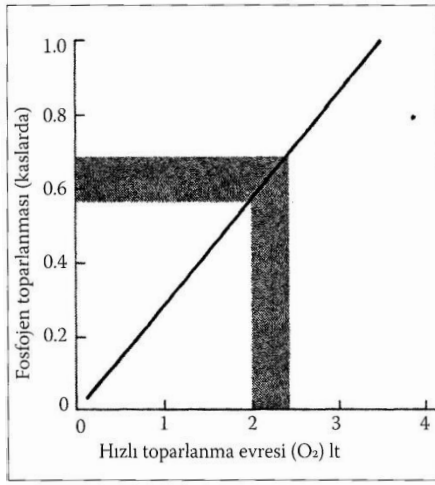
Antrenman esnasında değişik oranlarda kullanılan iki enerji kaynağı vardır. Bunlardan biri kas hücrelerinde depolanan ATP-PC fosfojenleri, diğeri de kaslarda ve özellikle de karaciğerde büyük miktarda depolanan ve birçok antrenman türünde önemli bir enerji kaynağı olarak kullanılan glikojen'dir (Fox ve ark., 2012). Egzersiz sırasında enerji kaynağı olarak egzersizin türü, şiddeti ve süresine bağlı olarak ATP-PC, yağlar ve glikojen enerji kaynağı olarak kullanılmaktadır. Bu yüzden egzersizde enerji depolarında boşalma meydana gelir. Egzersiz sonrasındaki toparlanma döneminde kastaki ATP-PC ve glikojen kaynakları ile birlikte karaciğerdeki glikojende yenilenmektedir (Günay ve ark., 2010).

A. Fosfojenin Yenilenmesi

Fosfojenin yenilenmesi için gerekli ATP enerjisi öncelikle oksijen solunum sistemi tarafından toparlanma oksijeni evresinin ilk evresi olan hızlı-toparlanma (alaktasid borçlanma) evresinde tüketilen oksijen yardımıyla gerçekleştirilir (Şekil 8). Toparlanma esnasında kaslardaki kan dolaşımının dolayısıyla da oksijenin yoğun olduğu bir sırada PC yenilenmesinin gerçekleşmediğine dikkat edilmelidir. Ne var ki son zamanlarda fosfojen yenilenmesi için gerekli enerjinin küçük bir kısmının oksijen olmaksızın, yani anaerobik glikoliz yoluyla da elde edildiği varsayılmaktadır. Fosfojen yenilenmesinden elde edilen aerobik enerji, karbonhidrat ve yağların elektron taşınması ve krebs çemberi²⁷ yoluyla CO₂ (karbondioksit) ve H₂O'ya (su) dönüşmesiyle açığa çıkar. Böylece oluşan ATP'nin bir kısmı kaslarda olduğu gibi depolanırken bir kısmı da hemen parçalanarak PC'nin yenilenmesi için kullanılan enerjiye dönüşür. Yenilen PC'de aynen kaslarda depolanır. PC'nin ancak ATP parçalanırken açığa çıkan enerjiye bağımlı eşleşen tepkimeler yoluyla yenilenebilir. Diğer bir deyişle, PC değil, ATP

²⁷ Canlı hücrelerin besinleri yükseltgeyerek enerji elde etmesini sağlayan ve bütün yaşam biçimlerinde önemli bir yer tutan kimyasal süreçlerin son aşamasıdır.

besinlerin parçalanmasıyla açığa çıkan enerjiyle doğrudan yenilenir. Fosfojen yenilenmesi, gereken enerjiyi çoğunlukla hızlı toparlanma evresinden aldığı için çabucak yenilenir (Fox ve ark., 2012). Bu da bir sporcunun 100 metre koşusundan 1 dakika sonra tekrar 100 metre koşabileceğini göstermektedir. Ama pratikte bu olay böyle gerçekleşmez çünkü fosfojenler tamamen boşalmadıkça tam güçle bir yenilenme söz konusu değildir (Günay ve ark., 2010). Bu sebeple; ilk 30 saniyede %70'lere, 3-5 dakika sonra %100'e ulaşır (Bompa, 2011).



Şekil 8. Egzersiz esnasındaki fosfojen tüketiminin fazlalığı toparlanma esnasında yeniden depolanma için gereken oksijen miktarında artması demektir. Kaslarda, hızlı toparlanma evresi ve fosfojen toparlanması arasındaki ilişkinin esası 1 mol ATP'nin kullanılabilmesi için 3-4,5 litre oksijene ihtiyaç duyulduğudur (Fox ve ark., 2012)

B. Glikojenin Yenilenmesi

Glikojen depolarının dolu olması kasların egzersiz boyunca enerji taleplerinin karşılanması açısından yüksek düzeyde önemlidir (Fournier ve ark., 2004). Kaslarda depolanan ve antrenman esnasında tüketilen glikojenin toparlanma evresinin ilk 1 ile 2 saati arasında laktik asit yardımıyla yenildiği sanılıyordu. Son zamanlarda bunun yanlış olduğu anlaşılmıştır. Kas glikojen depolarının tüm olarak toparlanması antrenman sonrası birkaç gün sürmekte ve iki önemli etmene bağlıdır:

- 1- Glikojen tüketimi gerektiren antrenman çeşidi
- 2- Besinlerle alınan ve toparlanma esnasında tüketilen karbonhidrat miktarı

(Fox ve ark., 2012).

Tablo 6. Kas İçi Glikojenin Yenilenmesi- Bir Alıştırma Sonrası toparlanma Süreleri (Bompa, 2011)

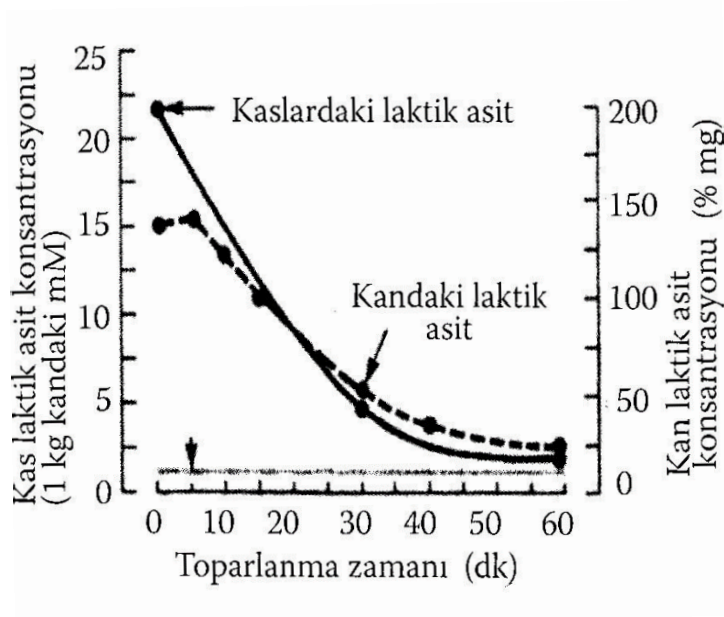
Toparlanma Süreci	Minimum	Maksimum
Kas Fosfojeninin (ATP-PC) Yenilenmesi 2 Dakika	2 Dakika	3-5 Dakika
Alaktasid O ₂ Eksikliğinin Giderilmesi 3 Dakika	3 Dakika	5 Dakika
O ₂ Miyoglobinin Yenilenmesi 1 Dakika	1 Dakika	2 Dakika
Laktasid O ₂ Eksikliğinin Giderilmesi 30 Dakika	30 Dakika	1 Saat
Kas Glikojeninin Yenilenmesi	%40'ını Yenilemek için 2 Saat	
a)Aralıklı Etkinlikten Sonra(Anaerobik)	%55'ini Yenilemek için 5 Saat	
	%100'ünü Yenilemek için 24 Saat	
b)Uzun, Aralıksız Etkinlikten Sonra(Aerobik)	%60'ını Yenilemek için 10 Saat	
	%100'ünü Yenilemek için 48 Saat	
Laktik Asidin Kas ve Kandan Uzaklaştırılması	%25'ini Uzaklaştırmak için 10 Dakika	
	%50'sini Uzaklaştırmak için 20-25 Dakika	
	%95'ini Uzaklaştırmak için 1-1,5 Saat	

Kısa süreli kuvvet ya da interval gibi etkinliklerden (örneğin 40 saniye çalışma 3 dakika dinlenme) 2 saat sonra %40, 5 saat sonra %55, 24 saat sonra ise tam (%100) yenilenme düzeyi gerçekleşir. Yüksek yağlıkta sürekli olan etkinliklerde ise yenilenme süresi oldukça uzundur. Böyle bir yüklenme sonrasında yenilenme 10 saat sonra %60, 48 saat sonra ise %100 (Tablo 6) düzeyinde gerçekleşir (Bompa, 2011).

2.9. Laktik Asidin Uzaklaştırılması

Laktik asidin kas aktivitelerinde üretildiği ilk olarak 20. Yüzyılda keşfedilmiştir (Draper ve ark., 2006). Laktik asit anaerobik metabolizma sırasında oluşan bir üründür ve glikozun oksijensiz bir ortamda parçalanması sonucu oluşur. Kanda ve kasta birikerek yorgunluğa neden olur ve PH'yi²⁸ (Hidrojen gücü) düşürerek metabolik asidoza yol açar. Normal koşullarda 100 cc kanda 10 mg (veya 1,1 mmol/l) laktik asit bulunur. Egzersizde anaerobik metabolizmanın etkisiyle laktik asit miktarı artar ve egzersizin süresi ve şiddeti bu artışın düzeyini belirler. Yüksek şiddetle yapılan egzersizlerde laktik asit birikimi daha çok artar ve PH'nin azalımı ile birlikte(metabolik asidoz) yorgunluğa neden olurlar. Egzersiz sonrasında laktik asidin uzaklaştırılması için enerji gerekmektedir. Bu enerji daha çok aerobik yolla sağlanmaktadır. Maksimal bir egzersiz sonrasında biriken laktik asidin yarısının uzaklaştırılması için 25 dakikalık dinlenme toparlanma periyoduna ihtiyaç vardır (Şekil 9). Ayrıca laktik asidin %95'i 1 saat 15 dakikalık bir sürede uzaklaştırılır (Günay ve ark., 2010).

²⁸ Bir çözeltinin asitlik veya bazlık derecesini tarif eden ölçü birimini temsil eder



Şekil 9. Şiddetli egzersizlerde toparlanma esnasındaki laktik asidin kandaki ve kaslardaki konsantrasyonunun değişimi.

Genelde, laktik asidin yarısının atılması için 25 dakikalık dinlenme gereklidir (Fox ve ark., 2012)

2.9.1. Laktik Asit Atılımının Fizyolojisi

Antrenman esnasında kanda ve kaslarda biriken laktik asit dinlenirken atılmaktadır ve bu da etkin toparlanmayla daha kolay yapılmaktadır. Bu nedenleri ve laktik asidin fizyolojisine baktığımızda şu sonuçlar karşımıza çıkmaktadır (Fox ve ark., 2012):

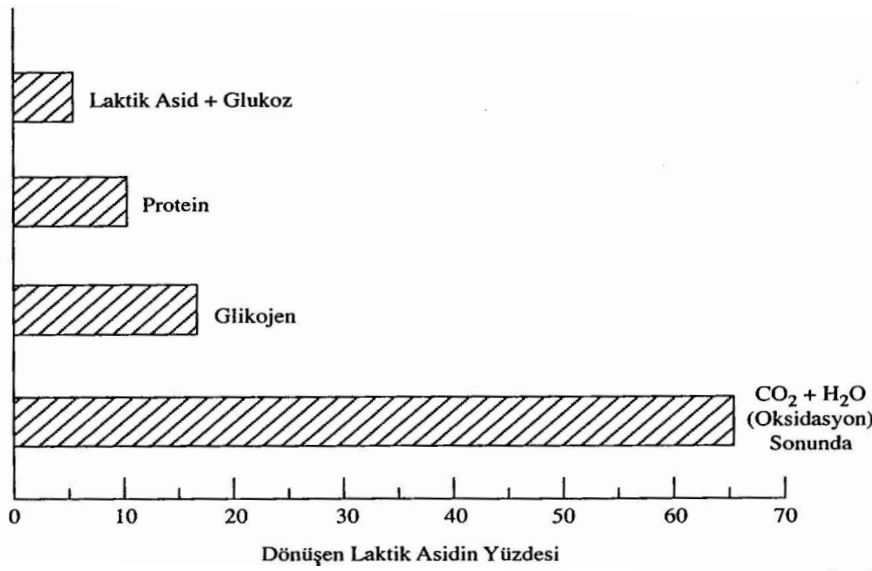
a. İdrar ve ter yoluyla atılır; laktik asidin idrar ve ter yoluyla atıldığı bilinmekle birlikte toparlanma esnasında bu yolla atılan laktik asidin miktarı yok denilecek kadar azdır (Fox ve ark., 2012).

b. Glikojene veya glikoza dönüşür; laktik asit, karbonhidratın (glikoz ve glikojen) bölünmesiyle açığa çıktığı için, karaciğerde bunlarda birine dönüşerek kas için gerekli olan ATP enerjisini oluşturur. Ancak daha önce de belirtildiği gibi, atılan laktik asitle karşılaştırıldığında kastaki ve karaciğerdeki glikojen toparlanması oldukça yavaştır. Hatta toparlanma esnasında kandaki glikoz düzeyindeki değişiklikler de minimumdur. Bu nedenle glikoz veya glikojene dönüşen laktik asit, atılan laktik asidin sadece küçük bir bölümüdür (Fox ve ark., 2012).

c. Proteine dönüşür; laktik asit de dâhil karbonhidratlar vücudumuzda kimyasal yollarla proteine dönüşebilir. Ancak yine antrenman sonrası toparlanma

esnasında sadece küçük bir miktar laktik asidin proteine dönüştüğü saptanmıştır (Fox ve ark., 2012).

d. Oksidasyona girer; CO_2 ve H_2O 'ya dönüşür. Laktik asit daha çok iskelet kasları tarafından oksijen sistemi için metabolik enerji kaynağı olarak kullanılır. Kalp kasları, beyin, karaciğer ve böbrek dokuları da bu işlevi yapabilmektedir. Laktik asit oksijenle birlikte sırasıyla pirüvik aside sonrada krebs çemberi ve elektron taşınması sistemi yoluyla CO_2 ve H_2O 'ya dönüşür (Şekil 10). ATP, elektron taşınması sisteminde eşleşen reaksiyon yoluyla yenilenmektedir (Fox ve ark., 2012). Laktatın oksidasyona uğraması, aşırı laktatın kan akışıyla kaslar, kalp ve karaciğer tarafından yeniden dağıtımına (metabolize edilerek uzaklaştırılması) bağlıdır (Menzies ve ark., 2010).



Şekil 10. Laktik asidin dönüşüm fizyolojisi (Günay ve ark., 2010)

2.9.2. Laktik Asidin Uzaklaştırılmasında Aktif Toparlanma

Egzersiz sonrası laktik asidin uzaklaştırılması için enerji gerekmektedir. Bu enerji daha çok aerobik yolla sağlanmaktadır. Bilindiği gibi laktik asit; glikojene, glikoza, proteine çevrilebilmekte, su ve karbondioksit yükseltgenmektedir (Ergen, 2011). Aktif toparlanmanın pasif toparlanmaya göre performans açısından avantaj olduğu, uygulanan tekrarlı yüksek yoğunluklu kısa egzersizlerde belgelenmiştir (Draper ve ark., 2006). Egzersizden sonra yapılan toparlanma salt dinlenme ve aktif toparlanma şekilleriyle yapılabilir. Ağır egzersizlerden sonra yapılan toparlanma periyodundaki

hafif egzersizler jog gibi (%35-40 Max VO₂) v.b. laktik asidin daha hızlı uzaklaştırılmasını sağlar (Günay ve ark., 2010). Joggingle yapılan toparlanma atılan laktik asidin en üst seviyede olduğu toparlanma tipidir. Sporcuların toparlanma esnasında aralıklarla kısa süren yüklemeler yapmaktansa uzun süren hafif çalışmalar (jog) yapmaları toparlanma döneminde daha avantajlı olacaktır (Fox ve ark., 2012). Yüksek yoğunluklu egzersizlerin laktat eşiğini yükselttiği bilinmesinden beri, egzersizlerde yoğun olarak iskelet kasında birikmeye başlayan laktat için antrenman tekrarlarından sonra toparlanma aralıkları koymayı gerekli kılmıştır. Araştırmalar gösteriyor ki düşük yoğunlukta çalışarak iskelet kasında oksidasyona uğrayan birikmiş laktatın temizlenmesinde, kan akışıyla yeniden dağıtımının gerçekleşmesinde pasif toparlanmadan ziyade aktif toparlanma daha etkilidir (Tablo 7). Genel olmamakla birlikte kabul edilen strateji, birikmiş laktatın temizlenmesinde uygun yoğunlukta aktif toparlanmanın daha uygun olduğudur (Menzies ve ark., 2010).

Tablo 7. Toparlanma Süreci ve Gerekli Süreler (Günay ve ark., 2010)

Toparlanma İşlemi	Minimum (En Kısa) Süre	Maksimum (En Uzun) Süre
Alaktasid O Borcu Ödenmesi	3 dk	5 dk
Fosfojen Yenilenmesi	30 sn- 3 dk	3 dk
Miyogloblin Oksijenasyonu	1 dk	2 dk
Laktasid O ₂ Borcu Ödenmesi	30 dk	1 saat
Kas Glikojeni Tamamlanması		
Kısa Süreli Egzersiz Sonrası	5 saat	24 saat
Uzun Süreli Egzersiz Sonrası	10 saat	48 saat
Kas-Kandan Laktik Asit Uzaklaştırılması		
Salt (Pasif) Toparlanma ile	1 saat	2 saat
Aktif (Egzersizli) Toparlanma ile	30 dk	1 saat

2.10. O₂ Miyogloblin Depolarının Yenilenmesi (Miyogloblin Oksijenasyonu)

O₂ Miyogloblin depoları oldukça küçüktür. Örneğin bir kilo kas kütlesi içinde miyogloblinle birlikte depolanan oksijenin sadece 11,2 mililitre olduğu tespit edilmiştir. 70 kilogram ağırlığındaki bir kişide toplam 30 kilogram kas kütlesi olduğunu kabul edersek, depolanan toplam oksijen miktarı yaklaşık 336 mililitre (30 x 11,2) olacaktır (Fox ve ark., 2012). Miyogloblin, iskelet kasında bulunan ve oksijenin kas hücreesindeki mitokondriye taşınımını sağlayan protein yapıda bir maddedir. Kandaki hemoglobin ile

benzer bir yapı ve fonksiyon gösterir. Kırmızı (yavaş kasılan) kas liflerinde daha yüksek oranda bulunmaktadır (Ergen, 2011). 1 mol miyoglobın 1 mol O₂ bağlar. Kandan oksijeni kolayca alır ve oksijeni ancak parsiyel oksijen basıncı²⁹ (PO₂) düştüğü zaman verebilir. Miyoglobının iki temel görevi vardır.

- 1- Oksijen deposu görevi
- 2- Oksijenin kandan mitokondrilere difüzyonunu sağlama görevi (Günay ve ark., 2010).

Oksijen miyoglobın ile kimyasal bileşim halinde olduğu için, O₂-miyoglobın depolarının toparlanması temelde yeterli oksijen bulunmasına bağlıdır. Bu gerekli oksijeni elde edebilmek ise kısmi basınca bağlıdır. Özellikle uzun süren ağır antrenmanlar esnasında oksijen elde edebilme düzeyi (yani kısmi oksijen basıncı) düşüktür. Sonuç olarak miyoglobınla birleşen oksijen önce kaslara oradan da sonunda mitokondrilere ulaştırılır. Dinlenirken ise bu işlem tam aksi yöndedir. Bu sırada oksijen elde edebilme işlemi kolaylaşır, bu da miyoglobının oksijenle yüklenmesine neden olur. Bu işlemin gerçekleşmesi için sadece birkaç saniye gereklidir (Fox ve ark., 2012).

Kırmızı kas liflerinde daha yüksek oranda miyoglobın bulunmakta ve sporcunun kas kitlesinin büyük oluşu ile oksimiyoglobın miktarında da artış görülmektedir. Antrenmanla miyoglobın miktarı artırılarak sporcunun oksijen depolama yeteneği de artırılır (Günay ve ark., 2010).

2.11. Toparlanmayı Etkileyen Temel Etmenler

Aktif toparlanmanın pasif toparlanmaya karşı avantajı kısa süreli performansı takip eden yoğun egzersizlerde kanıtlanmıştır. Yüksek yoğunluklu egzersizin sonucunda kaslarda ve dolaşım sisteminde laktat seviyesi artmaktadır. Laktat seviyesindeki bu artışlar, hidrojen iyonuna yansır, kasılma performansını engeller ve erken yorgunluğa neden olur. Bundan dolayı kandaki laktat seviyesinin düşürülmesi ve kaliteli toparlanma performans için yararlıdır (Connolly ve ark., 2003).

2.11.1. Sporcunun Yaşı

Sporcunun yaşı toparlanmayı etkiler. 25 yaşından büyük olan sporcular antrenman sonrası, daha genç sporculara göre daha uzun toparlanma süresine gereksinim duyarlar. 18 yaşından küçük sporcular ise fazladan tamlamayı

²⁹ Kanda bulunan oksijen miktarı

kolaylaştırmak için, antrenmanlar arasında daha uzun dinlenme dönemlerine gereksinim duyarlar (Muratlı ve ark., 2005; Bompa, 2011).

2.11.2. Spor Tecrübesi

Daha fazla deneyimi olan sporcular daha kısa zamanda toparlanacaklardır. Bunun nedeni çok daha hızlı bir fizyoloji uyumları ve daha verimli hareket uygulaması gerçekleştirmeleridir (Bompa, 2011). Antrenman yapan bireyin motorik özellikleri ve fizyolojik sistemleri daha çabuk dinlenebilme yeteneği kazanmıştır. Bu nedenle hem fiziksel hem de psikolojik stresler ile daha kolay baş ederler (Muratlı ve ark., 2005).

2.11.3. Cinsiyet

Cinsiyet toparlanma akışını etkileyebilir. Bayan sporcular yapısal farklılıklardan, özellikle de erkekteki testosteron hormonuna çok az sahip olduklarından dolayı, daha yavaş bir yenilenme akışına sahiptirler (Bompa, 2011). Özellikle kuvvet antrenmanlarından sonra bu özellik çok açık gözlenmektedir (Muratlı ve ark., 2005).

2.11.4. Çevresel Etmenler

Çevresel etmenlerde yenilenme süresini etkiler. Özellikle solunum gazlarının parça basıncının düşük olduğu yüksek yerlerde (genellikle 3000 metreden daha yüksek) yapılan yarışma ortamında ya da aşırı soğuk iklimde yapılan antrenmanlarda çevre etkisi belirginleşmektedir. Özellikle düşük ısıda yapılan antrenman, HGH (insan büyüme hormonu) ve testosteron gibi özel yenileyici hormonların üretimini etkiler. Soğuk ortamdaki antrenman, doruk altı yüklerde laktat üretimi akışını artırır ve yağ metabolizması akışını düşürür. Yağ metabolizmasındaki bu düşme, yağ dokusundaki damarların daralması ve adrenerjik³⁰ daralmadan dolayı olabilir (Bompa, 2011). Ayrıca mevsim farklılıkları ve yükseklik sporcuların yenilenme düzeylerini olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenle antrenmanlar ve kampları planlarken bu durum göz önünde bulundurulmalıdır (Muratlı ve ark., 2005).

2.11.5. Hareket Genişliği

Hareket genişliği toparlanma akışını etkiler. Çünkü gerek kas dokuda, gerekse kemik bağlantı bölgelerinde hareket düzeyinin azalan genişliği, sporcunun verimini ve yenilenmeyi etkileyebilir. Bağılara giden az kan, diğer bir deyişle yetersiz kanlanma ve

³⁰ Uçlarından sinaptik iletici madde olarak noradrenalin salgılayan sinir lifleri için kullanılan bir terimdir.

bu yetersiz kanlanmaya bağlı olarak ortaya çıkan yetersiz oksijen ve madde taşınması, bu bağlıların doğru beslenme ve oksijen alma olanaklarını sınırlar. Buna bağlı olarak tüm kassal etkinliklerde düşme olur (Muratlı ve ark., 2005; Bompa, 2011).

2.11.6. Kas Lifinin Türü

Kas lifinin türü de toparlanmayı etkileyebilir. Hızlı kasılan lifler kasılğan özelliklerinden dolayı, yavaş kasılan liflere göre çok daha çabuk yorgunluk eğilimi gösterirler (Muratlı ve ark., 2005; Bompa, 2011).

2.11.7. Kullanılan Egzersiz ve Enerji Biçimi

Kullanılan alıştırma ve enerji biçimi de (rneğin ağırlıklı aerobik ya da anaerobik) yenilenme akışı üzerinde etkilidir. Dayanıklılık antrenmanı yüksek yeğinlikli sprint antrenmanına göre daha düşük bir yenilenme süresi gerektirir (Bompa, 2011).

2.11.8. Fizyolojik Etmenler

Bazı fizyolojik özellikler ve kapasitelerde yenilenme hızı üzerinde önemli rol oynamaktadır. Bunlar; hücrede enerji kaynaklarının (ATP-CP) yenilenme hızı, temel vücut fonksiyonlarının biyolojik durumu (solunum, dolaşım, endokrin ve sinir sistemlerinin işlevsel durumu), hücre ve organizmadan artık maddelerin atılmasıdır (Muratlı ve ark., 2005).

2.11.9. Psikolojik Etmenler

Antrenman ya da yarışma öncesi ve sırasında bazı duygular sporcunun yenilenmesinde etkin olur. Örneğin; kayęı, kararsızlık, korku gibi duygular sporcular üzerinde fazladan stres yaratarak dinlenme ve yenilenmeyi uzatmakta ve bozmaktadır (Muratlı ve ark., 2005). Sporcunun zerindeki bu baskı benzer olarak diğer sporcuları da etkileyebilir. Bir sporcunun böyle duyguları algılaması kortizol ve stresle ilgili diğer hormonların salınımına neden olacaktır. Bu durumda kas dokusunda gelişmelere ve dokuların onarılmasına engel olabilen, kas gerginliğini artıran, sinirsel tepkilerin artmasına neden olabilen, bağışıklık düzeyini azaltabilen, zamanlamayı ve sinir-kas koordinasyonunu etkileyebilecek çeşitli fizyolojik sorunları ortaya çıkarmaktadır (Bompa, 2011). Müsabaka döneminde özellikle turnuvalarda birinci turdan sonra sporcunun fiziksel olarak yorgun görünümü gelecekteki verimini etkiler. Sporcuda oluşan bu erken yorgunluk halinin giderilebilmesi için antrenman ortamının

değiştirilmesi ya da psikolojik dinlenme yöntemlerine ihtiyaç vardır (Muratlı ve ark., 2005).

2.11.10. Aşırı Antrenman

Aşırı antrenman (sürantrenman); uzun bir zaman devam eden, fizyolojik ve psikolojik zorlanmanın organizmada yarattığı kronik yorgunluk ya da yetersizlik hali olarak tanımlanabilir (Muratlı ve ark., 2005) veya yetersiz yenilenmeyle ardı ardına aşırı yüklenmenin sonucudur. Bu yorgunluk şekli birkaç haftadan birkaç aya kadar süren çok uzun bir dönemi kapsamaktadır (Yüce, 2013). Sürekli olarak benzer bölgesel yüklenmelerden ve aşırı antrenmandan kaçınmak toparlanma için önemlidir. Yaralanmış bir sporcu, katabolik hormonların ve amonyağın artan düzeyinden dolayı zor bir toparlanma süreci geçirecektir (Bompa, 2011).

2.11.11. Destek Besinlerin Alınması

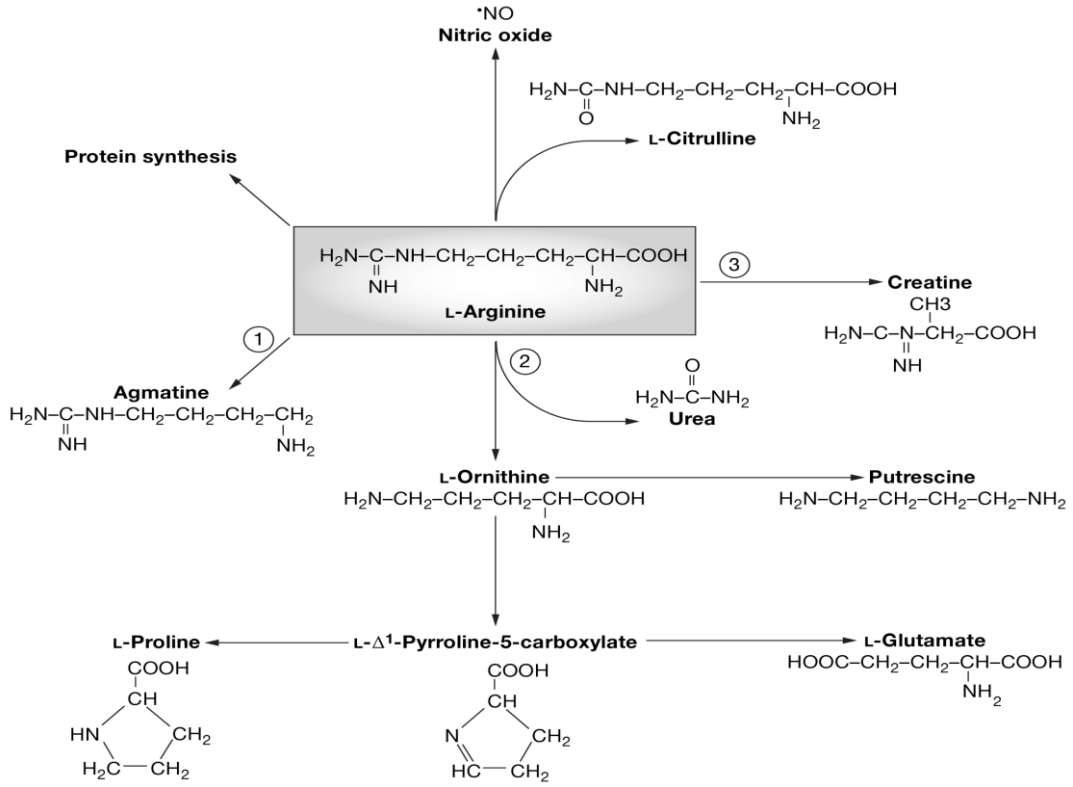
Destek besleyicilerin düzenli bir biçimde alınması, hücre düzeyinde toparlanmayı hızlandıran değişimler oluşturur. Hücre metabolizmasının gerek ATP-CP'yi oluşturmada gerekse zarar görmüş kas dokularını tekrar onarmak için proteinlere, yağlara ve karbonhidratlara, sürekli olarak gereksinimi bulunmaktadır (Bompa, 2011).

2.11.12. Artık Ürünlerin Uzaklaştırılması

Etkili enerji üretimi ve aktarımı ile artık ürünlerin uzaklaştırılması düzeyi toparlanma akışını etkiler. Üst düzeyde bir kondisyon durumuna sahip olan sporcular, besinleri verimli bir biçimde özümlemelerinden ve vücutlarının artık maddeyi kolaylıkla dışarı atmasından dolayı daha hızlı bir toparlanma sergilerler (Bompa, 2011).

2.12. Arjinin

L-arjinin (2-amino-5-guadinovalerik asit) temel ve semi esansiyel bir amino asittir (Şekil 11). Memeli proteinlerindeki oluşumu 1895 yılında Hedin tarafından keşfedilmiştir (Böger ve Bode-Böger, 2001).



Şekil 11. Arjinin kimyasal yapısı ve metabolizma yolu (Baylis, 2009)

Arjinin herhangi bir diyetinde bulunan (et, tavuk, süt ürünleri, deniz ürünleri, karpuz suyu, sert kabuklu yemişler, alga, konsantre pirinç proteini ve soya proteini, yumurta v.b.) ve tüketilen (Tablo 8) bir amino asittir (Feedback, 2009; Bescos ve ark., 2012).

Tablo 8. Bazı Ana Gıdaların 100 Gramında Bulunan Arjinin Miktarı (Bescos ve ark., 2009)

Gıda	Arjinin (g/100 g)	Gıda	Arjinin (g/100 g)
Soya Unu	2,903	Fındık	1,310
Ayçiçeği Tohumu	1,995	Somon Balığı	1,284
Susam Tohumu	2,200	Parmesan Peyniri	1,300
Badem	1,995	Leblebi	708
Ceviz	1,580	Yumurta	749
Sığır Eti	1,831	Mercimek	659
Halibut Balığı	1,510	Ispanak	324
Tavuk	1,410	Beyaz Ekmek	308
Domuz Eti	1,684	Pirinç	174

Arjinin vücutta sentezlenen bir amino asittir. Oral arjinin hipertansiyon, boğaz iltihabı (anjin-angina), damar sertliği, migren ağrısı ve erektil disfonksiyon gibi

durumlarda kullanılmaktadır. Arjininin damar genişletici özelliklerinin tüm bu faydalı etkilerden sorumlu olduğu düşünülmektedir. Arjinin aynı zamanda yaraların iyileşmesi, immün fonksiyonlar ve atletik performans için de kullanılır (Cassileth ve ark., 2010). Oral arjinin iskelet kası aktivitesi boyunca fiziksel performansa ortak olarak nitrik oksidin damar çapını genişletmesinden dolayı kas yorgunluğunu azaltır, glukoz tüketimini azaltır ve kas gücünü artırır (McConnell ve ark., 2006; Angeli ve ark., 2007). Bir diyet supplementi olarak L-arjinin, kuvvet geliştirici, güç ve kas toparlayıcı, laktat ve amonyak uzaklaştırıcıdır (Alvares ve ark., 2011). Ayrıca L-Arjinin transporta (taşınma) dahil olma, nitrojen işleme ve ekskresyonu, üre sentezi ve kreatin ve NO (nitrik oksit) sentezinde substrat³¹ olmak gibi bazı metabolik fonksiyonlara sahip koşul bağımlı esansiyel bir amino asittir (McConnell, 2007). Arjinin NOS tarafından nitrik okside çevrilen, nitrik oksit üretimini artıran ve sonucunda damar çapını genişleten, egzersiz boyunca kaslara oksijen ve besin gidişini artıran ve kas büyümesini sağlayan bir amino asittir (Schwedhelm ve ark., 2007; Reid ve ark., 2010). L-arjinin NOS'dan bağımsız olarak diğer metabolik yollara da katılır. Örneğin; L-arjininin, amonyağın üreye metabolize olarak detoksifike edildiği üre döngüsünde önemli bir fonksiyonu vardır. L-arjinin aynı zamanda kuvvetli bir hormon salgılatıcıdır. L-arjinin infüzyonu plazma insülin, glukagon, büyüme hormonu, prolaktin ve katokalomin konsantrasyonunu artırır. Bu hormonâl değişimler metabolizmayı etkiler (Bescos ve ark., 2012). L-arjinin koşul bağımlı esansiyel bir amino asittir. Tipik bir batı diyeti, çoğunluğu soya gibi bitkisel proteinlerden gelen günlük 3-6 gram arjinin içermektedir. Egzojen arjininin vücut tarafından kullanılabilme oranı (bioavailability) %60'dır. Sağlıklı yetişkinlerde, arjinin bir kaç günlük arjininsiz diyet döneminde etkisiz kalan de novo sentezin fizyolojik taleplerini karşılayabilecek miktarda sentezlenir. Ancak, hızlı büyüme dönemleri ve travmatik veya patolojik yaralanmalara karşılıklı arjinin ihtiyacı de novo sentez ve sadece normal beslenme şeklinde alınarak karşılanamaz. Bu gibi durumlar da egzojen arjininin; parental veya diyet suplementasyon şeklinde uygulamanın yağsız kas kütlelerinin korunmasını ve fonksiyonel kapasitenin gelişimini, arjininin bilinen damar genişletici özelliklerinde kaynaklanan faydalarının kalıcılığını ve büyüme hormonu salgılanmasındaki etkilerini sağlayabildiği görülmüştür (Jones ve ark., 2004).

³¹ Biyokimyada enzimlerin tepkimelerinde işlenen maddelere verilen isim.

2.12.1. Arjinin Sentezi ve Etki Mekanizması

Arjinin, protein alım seviyesine bağı olarak toplamda yaklaşık olarak 2-6 g/gün şeklindedir. Böbrek, L-ornitin ve L-Sitrulin prekürsörlerinden sentezlenen endojen arjinin için en temel organdır. Karaciğer de arjinin sentezler, ancak arjinin üre döngüsünde tekrar kullanılır ve bu yüzden küçük bir plazma arjinin fluktuasyonuna neden olur. Yutulduktan sonra, az miktarda arjinin karaciğer ve enterosit tarafından metabolize edilir. Oral arjininin %50'si aynı yolu izlemek kaydıyla, arjinaz enzimi arjinini ornitine dönüştürür. Oral arjininin insanlar üzerindeki farmakokinetik etki verileri sınırlıdır. Hayvanlar üzerindeki araştırmalar en yüksek yoğunlaşmanın kalpte, deride, karaciğerde, ince bağırsakta ve midede olduğunu göstermektedir. Oral arjininin yarısı arjinaz enzimi tarafından ornitine dönüştürülür. Normal şartlarda, arjininin büyük bölümü böbrek tarafından reabsorbe edilir (Cassileth ve ark., 2010).

Arjinin damar genişletici (vazodilatör) özelliğı nedeniyle amino asitler arasında eşsizdir. Arjinin NOS yoluyla endojen nitrik oksit sentezi prekürsörü olarak hareket eder. Nitrik oksidin parakrin-sinyal molekülü fonksiyonu damar genişlemesine, pıhtı hücrelerinin hareketlerinin inhibisyonuna, monosit ve lökosit yapışmasına ve düz kas hücrelerinin çoğalmasına aracılık eder. Nitrik oksit vasküler oksidatif stresin ve redoks-regülasyon gen ekspresyonunun kontrol edilmesine yardımcı olur. Arjinin aynı zamanda kas kasılmasında önemli yeri olan kreatinin sentezi için de gereklidir. Kolorektal Adenom hücrelerinde, arjinin survivinin ekspresyonunu, bir apoptosis inhibitörünü azaltır, ve İnos ekspresyonuna sebep olur (Cassileth ve ark., 2010).

2.12.2. Arjinin Metabolizması

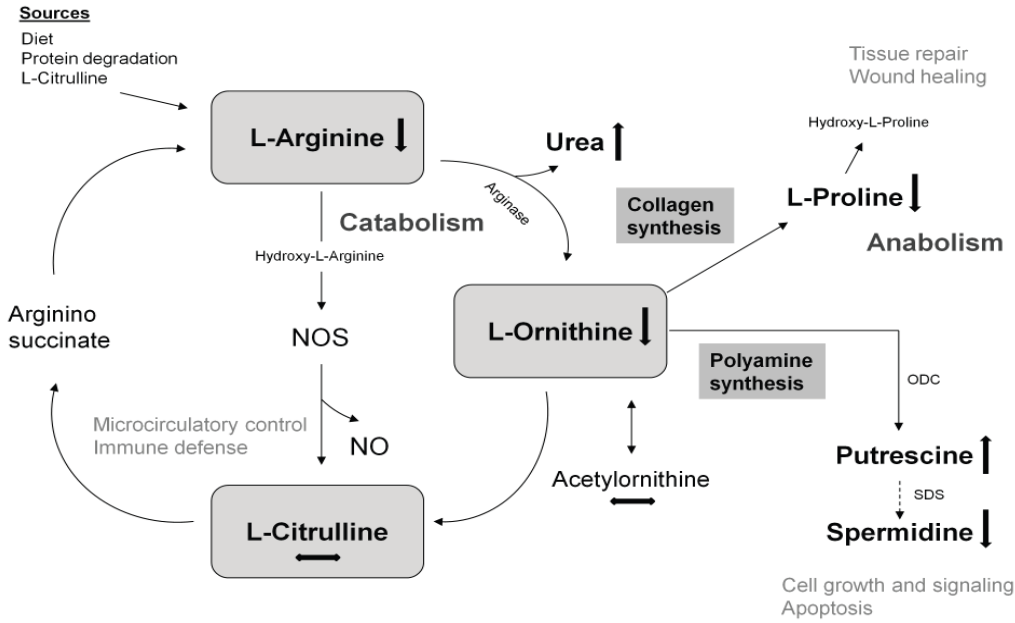
Besin öğelerinin parçalanması (karbonhidrat, yağ, protein) ve bunlarda enerji elde edilmesine (katabolizma) ve yeni maddelerin biyosentezini (anabolizma) içeren fiziksel olayların tümüne birden metabolizma denir. Enerji açığa çıkaran metabolik olaylar zincirine ise enerji metabolizması adı verilir (Günay ve ark., 2010). L-arjininin birkaç farklı metabolik yolla olan ilişkisine dair günümüzde sahip olduğumuz bilgi 20. yüzyılda yapılan keşiflerin bir sonucudur. Bu yollardan biri olan L-arjinin ve onun arjinaz aktivitesi ile katalize olarak L-ornitin ve üreye ayrışması, nitrojen içeren nonesansiyel maddelerin vücuttan atılmasını sağlayan yaygın bir yoldur. 1932'de Krebs & Henseleit, L-arjininin bu çevrimsel metabolik yolda (yani üre çevriminde) önemli bir parça olduğunu bulduklarını açıkladı. Bu, memelilerde sürekli üretilen toksik

amonyağın vücuttan atılmasını sağlayan tek yoldur. Üstelik bu reaksiyonun ikincil ürünü olan L-ornitin, hücre çoğalması ve ayrışımı için önemli bir molekül olan poliaminin sentezinde öncüdür. 1939'da Foster ve arkadaşları, L-arjininin aynı zamanda kreatin sentezi için de gerekli olduğunu keşfetmiştir (Böger ve Bode-Böger, 2001). Arjininin metabolik süreçleri iyi tanımlanmıştır. Endojen³² arjinin ilk olarak böbrekte L-ornitin³³ ve L-sitrulin³⁴ prekürsörleri tarafından sentezlenir. Arjininin akıbeti birkaç sürecin kombinasyonundan oluşur. İnjestiyonu takiben, çok az miktarda arjinin, entorositle ve karaciğer tarafından metabolize edilirken, kalan kısım sistemik sirkülasyona dâhil olur. Arjinin, enzim arjinaz vasıtasıyla ornitine dönüşebilir. Oral yolla alınan arjininin %50 kadarının bu akıbete uğradığı (bu süreci izlediği) rapor edilmiştir. Ancak, belki de arjininin en çok araştırılan metabolik akıbeti, NOS vasıtasıyla nitrik okside dönüşmesidir (Şekil 12). Bu sürecin ergojenik potansiyeli kayda değer bir öneme ulaşmıştır ve büyük bir klinik geçerliliğe sahiptir. Arjininin akut damar genişletici özelliklerinin yanında, nitrik okside kronik maruz kalma durumu ateroskleroz saldırılarıyla ilintili birkaç sürecin yavaşlamasında rol oynar. Bunlar, monosit ve trombosit yapışmasında ve düz kas hücresi proliferasyonunda (hızlı çoğalma) azalmayı içerir (Jones ve ark., 2004). L-arjinin endojen olarak L-sitrülinden oluştuğu yer olan böbrekte sentezlenebilir. Üre döngüsünde tamamen kullanılsa da karaciğer de belirli bir miktar L-arjinin sentezleyebilir. Ancak, burada sentezlenen L-arjininin hepsi üre çevriminde kullanılır. Böylece, karaciğer plazma L-arjinin akışına ya çok az katkı sağlar ya da hiç sağlamaz. Normal plazma L-arjinin konsantrasyonu bireyin yaşına bağlıdır ve homeostaz büyük oranda katabolizma ile gerçekleşir. Hücre dışı L-arjinin endotel hücrelerden hızlı bir biçimde sağlanabilir; moleküler oksijenin ve nikotinamid adenin dinükleotit fosfatın varlığında, L-arjinin sonradan NO' e okside olur. Bu, L-arjinine bağlanma noktası bulunan NOS enzimleriyle katalize edilen karmaşık bir reaksiyondur (Böger ve Bode-Böger, 2001; Bescos ve ark., 2012).

³² İçsel, İç kaynaklı

³³ Sentetik amino asit.

³⁴ Amino asit



Şekil 12. Arjininin Metabolik Yolu Şeması (Otto ve ark., 2012)

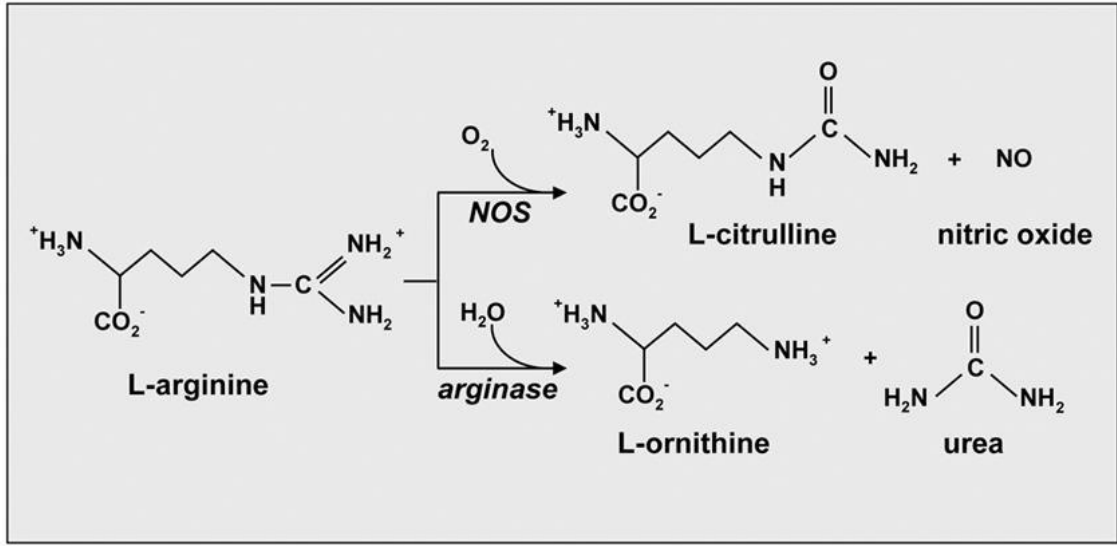
Arjinin yıkımı çeşitli yollar aracılığıyla gerçekleşmektedir. Bu yollar aynı hücrede eş zamanlı olarak görev alabilmektedir. Örneğin iNOS, arjinazlar ve arjinin dekarboksilaz makrofajlarda eş zamanlı olarak ifade olmaktadır. Bu karışık bağlantılar nedeniyle bir enzimin ürünü diğer bir enzimin aktivitesini baskılayabilir. Arjinin yıkımında görevli enzimlerin hücresel dağılımı da farklılık göstermektedir. Örneğin iNOS vücuttaki tüm dokularda bulunabilirken, arjinin: glisin amidinotransferaz yalnız bazı dokularda bulunmaktadır (böbrek, pankreas, karaciğer). Enzimler farklı hücresel kompartmanlarda bulunabilmektedir, örneğin, OAT (ornitin aminotransferaz) mitokondride veya ODC (ornitin dekarboksilaz) sitozolde bulunmaktadır. Memelilerde arjinin katabolizması sistemik ve hücresel düzeyde düzenlenmektedir (Özer, 2008). L-arjinin stoplazmik ve nükleer protein sentezinde ve diğer amino asitlerin sentezinde de kritik rol oynar. L-arjininin birinci ve en önemli rolü; nitrik oksidin biosentezi için yardımcı olmak, damar sisteminde hücre sel sinyal molekülü olmaktır. İkincil görevi ise kan damarı genişlemesini ve kan akışı artışını tetiklemektir. Yakın zamanlardaki çalışmalarda mitokondri sentezini de harekete geçirdiği söylenmektedir (Campbell ve ark., 2006).

2.12.3. Arjinin Ergojenik Etkileri

Egzersiz kapasitesini artıran besin supplementlerin ergojenik etkiye sahip olduğu söylenmektedir. L-arjininin potansiyel ergojenik etkileri iki genel kategoriye ayrılabilir; Arjinin injestiyonu sonrası egzersiz kapasitesinin artışıyla sonuçlanan akut etkiler ve kas protein sentezi stimülasyonu ve böylece kas proteini anabolizmasından kaynaklanan kronik etkilerdir (Jones ve ark., 2004). Arjinin düzenli bir diyetle alındığında vücudu laktik asit gibi yorgunluk verici maddelerden ve toksinlerden arındırmaya yardımcı olur. Arjinin kas yapıcı, doku tamir edici, yara iyileştirici ve bağışıklık sisteminin uyarılmasına yardımcı bir amino asittir. Arjinin zayıflamaya yardımcı olan bir amino asittir. Arjinin protein sentezini artırır, büyüme hormonu salınımını tetikler ve böylece vücuttaki yağsız kas kütesini artırarak vücudun yağ yakmasına yardımcı olur. Karbonhidratla birlikte alınmasıyla egzersiz öncesi ve sırasında insülin salınımının uyarılması, enerji metabolizmasının gelişmesi ve uzamış egzersiz için optimum enerji kaynaklarını sağlamada etkili olabilir.

2.12.4. Nitrik Oksit

Nitrik oksit, bir nitrojen ve bir oksijen atomundan oluşan, yağda çözünen, biyolojik membranlardan kolaylıkla geçebilen, serbest radikal özelliğinde renksiz bir gazdır (Bayraktutan, 2011). Belirlenen üç farklı NOS izoformu vardır: Tip I (nöronal NOS; nNOS), Tip II (indüklenebilir NOS; iNOS), Tip III (endotel NOS, eNOS). eNOS ve iNOS, hücre içi Ca²⁺/kalmodülin tarafından kontrol edilen yapıcı enzimlerdir. nNOS gen transkripsiyonu, Ca²⁺ bağımsız seviyesinde indüklenebilir ve kas aktivitesi, yaşlanma süreci, yangısal mediyatörlere tepki olarak makrofajlar ve diğer dokularla ilişkilendirilebilir (Bescos ve ark., 2012). Nitrik oksit; biyolojik sistemlerin şaşırtıcı dizinli aracı olarak tanımlanır. Nitrik oksit toksik bir maddedir, aneztezide kullanılır, burada oldukça kalıcıdır. NO olarak ömrü oldukça kısadır, 6-10 saniye sonra oksijen ve su ile nitrat ve nitritlere dönüşür. Nitrik oksidin sentezi için arjinin, oksijen ve indirgenmiş NADPH (nikotinamid adeninfosfat) gerekir. FMN (flavin mononükleotid), FAD (flavin adenin dinükleotid), Hem ve H₄B (tetrahidrobiopterin) tepkimedeki enzimler için koenzim işlevi görürler. Tepkimenin ürünleri NO ve sitrulindir. NO sentetaz enziminin uyarıcıları ise, TNF (tümör nekroz faktörü) ve IL-1 (interlökin) 'dir (Aksoy, 2011).



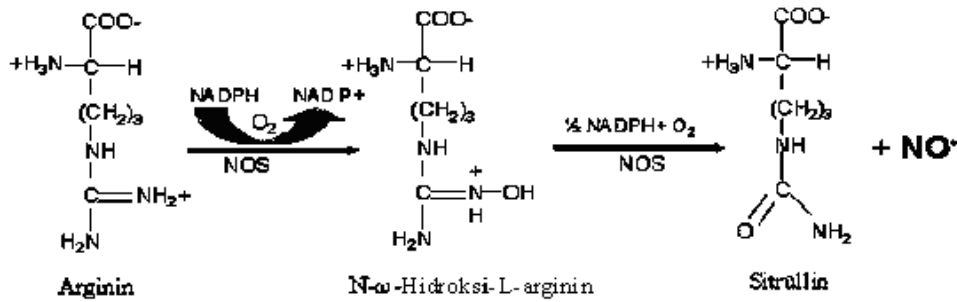
Şekil 13. Nitrik oksit sentez (NOS) ve arjinaz ile L-arjinin metabolizması (Durante ve ark., 2007)

NO sentezi damarlarda başlıca "shear stres ile" tetiklenir. Bu fenomen, kalbin her sistolde kanı damarlara göndermesi sonucu damar endoteli yüzeyinde oluşturduğu mekanik etki "damar çeperine sürtünme stresi" olarak ifade edilebilir. Shear stres endotel hücrelerinin hayatta kalmasını, kemokinez, gen ekspresyonu ve hücre iskeletinin yeniden yapılanmasını regüle eder. Endotel hücreleri bu mekanik etki ile şekil değişikliğine zorlanırken hücre iskeleti aracılığı ile hücre içine sinyaller gönderir. Bunun sonucunda, Protein kinaz B aktive edilerek eNOS'u fosforile eder ve aktivasyonunu sağlar. Damar endotelinden NO üretimine neden olan en önemli fizyolojik stimulus bu fenomendir (Karabağ, 2010). Nitrik oksit bir amino asit olan L-arjininden üretilir (Şekil 13), türer ve damar genişlemesinde, onarımında, kan basıncında, nörohormonal dengenin değişiminde ve kan akışının artmasında önemli rol oynayan bir kan gazıdır (Schrage ve ark., 2004; Doutreleau ve ark., 2005; Satılmışoğlu, 2010). L-arjinine bağlıdır ve arjinin eşi tarafından bloke edilir (Shen ve ark., 2000). Nitrik oksit kanı sinyaliz eden, damar genişlemesine katkıda bulunan ve damar daralmasını önleyen bir gazdır (Chavoshan ve ark., 2002; Willoughby ve ark., 2011). Ayrıca koruyucu ve harekete geçirici özelliği de vardır (De Gouw ve ark., 2001). Nitrik oksit yaygın bir moleküler iletişimcidir ve doğrudan düz kaslarda metabolik damar gevşemesini, damar çapı genişlemesini sağlar ve bu durumda egzersize katkıda bulunur (Ameredes ve Provenzano, 1999; Frandsen ve ark., 2001; Merkus ve ark., 2003). Nitrik oksit sağlık, egzersiz performansı, iskelet kası ve kan akışı ile alakalı fizyolojik

fonksiyonlarda çeşitli etkiler yapar ve önemli rol oynar (Jones ve ark., 2004; Kalliokoski ve ark., 2006; Williams, 2012). Fiziksel aktivite boyunca iskelet kasının ve kan akışının düzenlenmesini içermesi açısından önemli bir maddedir ve tavsiye edilmektedir (Thomas ve Victor, 1997; Frandsen ve ark., 2000; Mortensen ve ark., 2007). Kas metabolizmasının düzenlenmesini sağlar (Ilkka ve ark., 2011). Mevcut antrenman öncesi bir diyet supplementi olarak nitrik oksit almak, kan akışını hızlandırır, kaslara pompalar ve egzersiz performansını artırır (Bloomer ve ark., 2010).

2.12.5. Arjinin ve Nitrik Oksit

Nitrik oksit endotel nitrik oksitten sentezlenir ve alt tabaka olarak L-arjininden faydalanır (Şekil 14) ve ikinci reaksiyon ürünü olarak L-sitrülin üretir (El-Kirsh ve ark., 2011). L-sitrülin üreten NOS aktivitesi sebebiyle, L-arjinin endojen NO sentezinin öncülüdür. Canlı içinde bu yolla çok az bir miktarda L-arjinin metabolize edilse de bu konu son yıllarda damar fizyolojisinde ve patofizyolojisinde NO'nun oynadığı etkin rol sebebiyle daha çok ilgi çekmektedir. L-arjininden üretilen NO oldukça reaktif, radikal bir gazdır ve nörotransmisyon, vazodilasyon, yangı, gen ifadesi gibi çok çeşitli fonksiyonlarda görev alan önemli bir taşıyıcı moleküldür (Böger ve Bode-Böger, 2001). L-Arjinin birçok süreçte yer almasına rağmen, metabolizma üzerindeki etkisinin NO vasıtasıyla gerçekleştiği görülmektedir (McConell, 2007).



Şekil 14. Nitrik Oksidin NOS enzimi etkisiyle L-arjinin aminoasidinden sentezlenmesi (Turan, 2009)

NO kan damarlarının genişmesini sağlayan ve vasküler direnci azaltan bir tür iletişim molekülü gibi hareket eder. NO, enzimatik nitrik oksit sentazı kontrolündeki arjinin tarafından sentezlenir (Campbell ve ark., 2004). L-Arjinin NO sentazıyla (NOS)

NO'e dönüşür. NO ikinci haberci (Messenger) cGMP³⁵ (halkasal guanozin monofosfat) üretimini artırmak için guanilat siklaz'ı³⁶ engeller. Endotelial hücrelerdeki NOS'un başlıca izoformu, vazodilasyonda rol oynayan endotelial NOS'dur (eNOS). İskelet kasında eNOS ve nöronal NOS (nNOS) kas liflerinin içinde ifade edilir. İnsanlarda nNOS'un iskelet kasında eNOS'dan daha çok ortaya çıktığı görülmektedir (McConell, 2007). İskelet kasları nNOS üstünlüğüyle beraber tüm bu NOS formlarını ifade eder. Kas fonksiyonları NO tarafından düzenlenir veya ilgili moleküller kuvvet üretimini, kan akışının ayarlanmasını, miyosit farklılaşmasını, solunumu ve glukoz homeostazını kapsar. NO'nun iskelet kas metabolizması üstündeki temel etkilerinden biri damar genişletici etkileri vasıtasıyla yakıt substratının dağıtılmasını ve yükselişini desteklemesidir (Campbell ve ark., 2004).

2.12.6. Arjinin ve Egzersiz Performansı

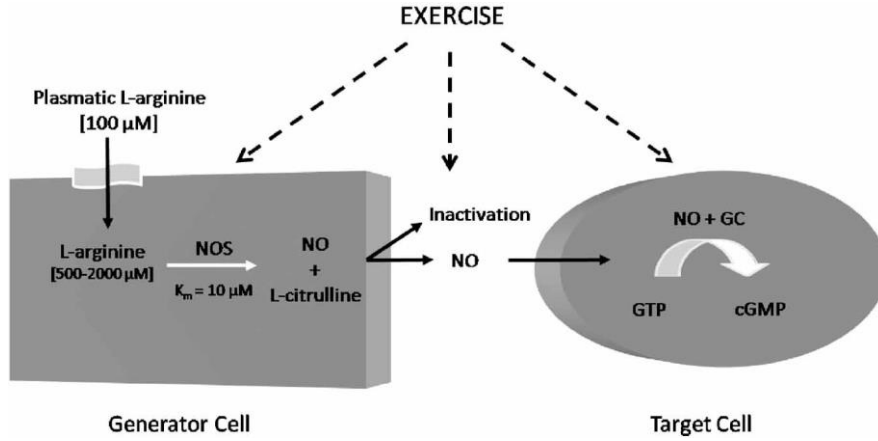
Arjininin performansa bağlı sonuç değişkenlerini (Şekil 15) geliştirdiği belirtilmiştir (Jones ve ark., 2004). Arjininin sahip olduğu potansiyele ilişkin sözü edilen etkileriyle beraber, arjinin içeren suplemantasyonun egzersiz performansını ve vücut kompozisyonunu geliştirdiği de inandırıcı görünmektedir (Campbell ve ark., 2004). Yapılan araştırmalarda dayanıklılık idmanı yapan sporcularda uzun süreli egzersiz esnasında L-arjinin infüzyonu³⁷, tuz infüzyonuna kıyasla glukoz kullanımını önemli ölçüde artırmıştır. Tuz infüzyonuyla karşılaştırıldığında egzersiz esnasında L-arjinin infüzyonu hepatic³⁸ glukoz çıkışını daha büyük bir oranda artırmaktadır (McConell, 2007).

³⁵ Guanozin monofosfatta, şekerin 5' karbonuna bağlı fosforik asidin guanilat siklaz aracılığı ile ribozun 3' karbonuna bağlanması ile meydana gelen bir nükleotit.

³⁶ Guanozin monofosfattan halkasal guanozin monofosfatın (cGMP) teşekkülünü katalizleyen enzim

³⁷ Toplardamar yoluyla verilecek ilaç veya sıvıların bir boru sistemiyle uygulanması

³⁸ Karaciğere ait, karaciğerle ilgili olan



Şekil 15. L-arjinin nitrik oksit yolu. GC: Guanylyl Cyclase (guanilat siklaz), cGMP: Cyclic Guanosine Monophosphate (halkasal guanozin monofosfat), NO: Nitrik Oksit, NOS: Nitrik Oksit Sentez (Mendes-Ribeiro ve ark., 2009)

Sonuç olarak kas yapımına, doku tamirine, bağışıklık sisteminin uyarılmasına yardım eden ve normal koşullarda vücutta üretilen bir amino asit olan arjinin; vücudu toksinlerden arındırmaya yardımcı olur. Arjinin; kas yapıcı, doku tamir edici, yara iyileştirici ve bağışıklık sisteminin uyarılmasına yardımcı bir amino asittir. Vücudun bağ dokusu olan kolajen doku arjiniinden oluşur. Sporcular için önemli bir amino asittir ve performansı da artıracığı düşünülmektedir.

2.12.7. Güvenilirlik ve Yan Etkiler

L-arjinin 30 gram ve altında dozlarda atardamar içi, damar içi ya da oral olarak verildiğinde genellikle iyi tolere edilir (Böger ve Bode-Böger, 2001). Arjinin, protein alım seviyesine bağlı olarak toplamda yaklaşık olarak 2-6 g/gün şeklindedir ve Tipik bir batı diyeti, çoğunluğu soya gibi bitkisel proteinlerden gelen günlük 3-6 gram arjinin içermektedir (Jones ve ark., 2004; Williams ve Leutholtz, 2008). Oral L-arjinin mide bulantısı ve kusma yapabilir; yaklaşık olarak yüz hastanın üçünde görülür. Son zamanlarda, akut L-arjinin yüksek dozu nedeniyle bir ölüm vakası belirtilmiştir. Büyüme hormonu salgılanması için rutin olarak L-arjinin verilen 21 aylık bir bebek kaza sonucu 8 doz L-arjinin almış ve kalp krizi ile miyelinolizis sonucu ölmüştür (Böger ve Bode-Böger, 2001).

Sonuç olarak; Arjinin suplemantasyonu güvenlidir ve vücut tarafından iyi tolere edilebilmektedir. Minimum yan etki görülür. Performans artırıcı ve vücut geliştirici niteliği, optimum enerji kaynakları sağlaması ve ayrıca dinlenme ve

toparlanma sürecine katkı sağladığı düşünülmesi nedeniyle sporcular tarafından sık kullanılan bir amino asittir. Değişik gruplarda L-arjinin suplementasyonunun etkinliğini ve güvenilirliğini araştıran birçok çalışma mevcuttur. L-arjinin üzerine denek grubu sayısı, dozaj ve uygulanma süresinin farklı olduğu bu araştırmalarda genel olarak; L-arjinin kullanımına bağlı yan etki oluşumlarına rastlanmamıştır, bu nedenle L-arjinin kullanımı literatür sonuçlarına göre güvenilirdir. İnsanlar üzerinde yapılan araştırmalarda tutarlı bir yan etki oluşumu gözlemlenmemiştir. L-arjininin alımının incelendiği insan deneyleri sonuçlarına göre L-arjinin kullanımının güvenli olduğu sonucuna varılabilir. Araştırmalar sonucunda insan vücudunun L-arjinin supplementini günlük 30 grama kadar tolere edebildiği görülmüştür.

3. MATERYAL VE METOT

Futbolcularda L-arjinin suplemantasyonunun anaerobik performans ve toparlanma üzerine etkisi başlıklı doktora çalışması için, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulundan; amaç, gerekçe, yaklaşım ve yöntemle ilgili açıklamaları, Klinik Araştırmalar Etik Kurulu yönergesine göre incelenmiş (Sayı: B.30.2.ODM.0.20.08/211 Tarih: 26.07.2012 Karar No: OMÜ KAEK 2012/57) etik açıdan bir sakınca olmadığına karar verilmiş ve uygun bulunmuştur. Çalışmanın Materyal ve Metodu aşağıda ayrıntılı olarak sunulmuştur.

3.1. Araştırma Grubu

Bu çalışmaya, yaşları 18-30 yıl arasında olan, Amatör Liglerde aktif futbol oynayan toplam 28 gönüllü erkek denek katılmıştır. Futbolcular, arjinin n: 14, plasebo n: 14 olarak 2 gruba ayrılmıştır. Futbolcularda, sağlıklı olmak, kronik veya akut hastalığı olmamak ve herhangi bir nedenle oluşmuş sakatlığa bağlı hareket kısıtlılığı olmamak koşulları aranmıştır. Çalışma, farklı antrenman programlarının oluşturacağı etkiler nedeniyle, araştırmanın güvenilirliği açısından tek bir futbol takımı üzerinde yapılmış ve bütün futbolcular aynı futbol takımı bireylerinden seçilmiştir. Ayrıca futbolcularda, aynı takım bünyesinde, aynı fiziki ve psikolojik şartlar altında, aynı antrenman programına katılıp (haftada 5 gün futbol antrenmanı), antrenmanlı olmak şartı aranmıştır.

Futbolcuların test ve ölçümleri gün boyunca (09:00-17:00) sırayla yapılmıştır. Futbolculara günün farklı saatlerinde test ve ölçümler yapılması çalışmanın güvenilirliği açısından herhangi bir problem oluşturmamaktadır. Nitekim Kin-İşler (2006) yaptığı çalışmada günün farklı saatlerinde (09:00, 13:00, 17:00) kan laktat konsantrasyonu ve kalp atım sayısını ölçmüş ve gün içerisindeki saat farkının laktat ve kalp atım sayısında herhangi bir fark oluşturmadığını bulmuştur.

Futbolculardan biyokimyasal testler için; testten önceki gece 12'den sonra bir şey yememeleri, anaerobik performans testi içinse egzersizlerin uygulanacağı günlerden önce son 24 saat antrenman yapmamaları ve egzersiz öncesi maç koşullarında beslenmeleri istenmiştir. Ayrıca futbolculara, alkol ve uyarıcı maddeler kullanmamaları, beslenme ve dinlenmelerine özen göstermeleri yönünde uyarılarda bulunulmuştur. Ölçümler aynı zaman aralığında ve aynı fiziki şartlarda yapılmıştır.

3.2. Suplemantasyon

Çalışmada deney ve plasebo olmak üzere iki grup yer almaktadır. Çalışmaya katılan futbolculardan deney grubunda olanlar antrenman öncesi 3 gram ve sonrası 3 gram olmak üzere günlük 6 gram dozundaki L-arjinin, plasebo grubu ise verilen L-arjinine eşit miktarda ve şekilde (6 gram) buğday kepeği verilmiştir.

GNC firmasına ait 1 gramlık (1000 mg) tabletler halinde satılan L-arjinin suplementi; Türkiye’de Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığının 12.07.2011 tarih ve 11066A002325 nolu ruhsat ve izniyle satılmaktadır.

L-arjinin 30 gram ve altında dozlarda atardamar içi, damar içi ya da oral olarak verildiğinde genellikle iyi tolere edilir (Böger ve Bode-Böger, 2001). Arjinin, protein alım seviyesine bağlı olarak toplamda yaklaşık olarak 2-6 g/gün şeklindedir ve tipik bir batı diyeti, çoğunluğu soya gibi bitkisel proteinlerden gelen günlük 3-6 gram arjinin içermektedir (Jones ve ark., 2004; Williams ve Leutholtz, 2008).

Sonuç olarak arjinin suplemantasyonu güvenli ve iyi tolere edilebilirdir. Minimum yan etki görülür. Performans artırıcı ve vücut geliştirici niteliği, optimum enerji kaynakları sağlaması ve ayrıca dinlenme ve toparlanma sürecine katkı sağladığı düşünülmüşü nedeniyle sporcular tarafından sık kullanılan bir amino asittir.

3.3. Araştırmanın Tasarımı

Bu çalışma yaşları 18-30 yıl arasında olan Sinop Amatör Futbol Liginde aktif futbol oynayan aynı takımdan 28 erkek futbolcu üzerinde yapılmıştır. İlk olarak futbolcular, 28 kişilik takımda arjinin ve plasebo grubu olmak üzere rastgele 14 kişilik iki gruba ayrılmıştır. Futbolcuların iki basamaklı ön test-son test yöntemi kullanılarak günlük yaşantı ve antrenman program sistemi bozulmadan 14 gün ara ile eşit fiziki şartlarda bazı parametreleri alınmış ve Running-based Anaerobic Sprint Testi uygulanmıştır. Yapılan çalışmada, öncelikle futbolcuların boy, vücut ağırlığı ölçümleri gerçekleştirilmiş beden kitle indeksleri tespit edilmiştir. Bu işlemlerin sonucunda, futbolculardan biyokimyasal (Üre, Kreatinin, Kolesterol, Trigliserid, HDL Kolesterol, LDL Kolesterol, AST, ALT, GGT, Alkalen Fosfataz ve Laktat Dehidrogenaz (LDH)) testler için Sinop Atatürk Devlet Hastanesinde uzman hemşireler tarafından 5 ml venöz kan alımı yapılmış ve biyokimya uzmanlarınca analiz edilmiştir. Çalışmaya katılan her futbolcuya aynı test protokolü 2 kez uygulanmıştır (yükleme öncesi ve 14 günlük

yükleme sonrası). Testler ve analizler gerçekleştikten sonra futbolculara anaerobik performans ölçüm için RAST güç testi uygulanmıştır. RAST güç testi uygulanmadan önce futbolcuların dinlenik laktat seviyesi için kulak memesi alkolle silinip kurutulduktan sonra kan alımı yapılmış ve dinlenik kalp atım sayısı tespit edilmiştir. Daha sonra RAST güç testi biter bitmez; 1, 5 ve 10. dakikalarda laktat seviyesi için kulak memesinden aynı protokolle kan alımı yapılmış ve göğüslerindeki bir transmitter kemerin kalp nabzını kollarındaki cihaza nakletmesiyle 1, 3, 6 ve 9. dakikalarda kalp atım sayısı alınmıştır.

Yapılan ön testin 1 gün sonrasında supplement ve placebo alımı için takımda futbolcuların rastgele iki gruba ayrılmaları sağlanmış ve 14'er kişilik 2 grup oluşturulmuştur. Deney tek kör uygulama olarak yapılmış, deney grubu olan 14 kişilik gruba antrenman öncesi 3 gram ve sonrası 3 gram olmak üzere günlük 6 gram dozundaki L-arjinin, plasebo grubu olan 14 kişilik gruba ise eşit miktarda plasebo (buğday kepeği) verilmiştir. Grupların hangi maddeyi aldığı sadece araştırmacı ve ölçümü yapan kişi tarafından bilinmiştir. Futbolculara kendilerine verilen madde hakkında bilgi verilmemiştir. Böylece sporcularda oluşabilecek psikolojik etkiler ortadan kaldırılmış ve çalışma daha güvenilir şartlarda uygulanmıştır. Futbolculara beslenmeleri hakkında gerekli açıklamalar yapılmış, günlük yaşam şekillerini ve antrenman programlarını sürdürmeleri söylenerek ve günlük kullanım şekli ve dozajı açıklanarak deney grubuna L-arjinin supplementi, plasebo grubuna da plasebo (buğday kepeği) maddesi verilerek 14 gün araştırmacı gözetiminde kullanımları sağlanmıştır.

Deney ve plasebo grubundaki futbolcular verilen besin desteklerini 14 gün boyunca tavsiye edilen kullanım şekline uygun bir protokolle kullanmışlardır. Supplementasyon; antrenman öncesi 3 gram (sabah kahvaltı öncesi 1 gram, antrenmandan 30 dakika önce 2 gram) ve antrenman sonrası 3 gram (antrenmandan 1 saat sonra 2 gram, gece yatmadan önce 1 gram) olmak üzere dört doz şeklinde kullanmışlardır. Ayrıca deney ve plasebo gruplarındaki futbolcular dinlenme günlerinde de 3 gram (sabah kahvaltıdan önce 2 gram, gece yatmadan önce 1 gram) kendilerine verilen maddeleri kullanmışlardır. 14 gün sonunda aynı test protokolü (performans testleri, biyokimyasal analizler ve antropometrik ölçümler) tekrar uygulanmıştır. Son supplement kullanımından 1 gün sonra, anaerobik performans ölçümü için RAST güç testi protokol koşullarında çalışmanın başlangıcında yapılan ön teste uygun olarak

yapılmıştır. RAST testini takip eden günde ise gene çalışmanın başında uygulanan biyokimyasal testler ve antropometrik ölçümler (boy ve vücut ağırlığı ölçümü) tekrar uygulanmıştır. Futbolcuların 14 gün boyunca verilen maddeleri düzenli kullanması ve araştırmanın da güvenilir olması açısından suplemantasyon araştırmacı tarafından yapılmıştır. Ön test ve son test sonucunda elde edilen veriler hem grup içerisinde hem de iki grup arasında karşılaştırılmıştır.

3.4. Anaerobik Performans Testi

Bu çalışma, New Test-Power Timer 1.9.5. (Newtest, Oulu, Finland) marka alet (Şekil 16) kullanılarak yapılmıştır. Çalışmada anaerobik performansı ölçmek için Running-based Anaerobic Sprint Test kullanılmıştır.



Şekil 16. New Test-Power Timer 1.9.5.

RAST Wolverhampton Üniversitesi'nde bir sporcunun anaerobik performansını test etmek için geliştirilmiştir. RAST, güç ve yorgunluk endeksi ölçümlerini sağlaması açısından Wingate Anaerobik testine benzemektedir. Wingate testi bisikletçilere özgüken, RAST sporun ya da etkinliğin temelini koşu olduğu sporcularla kullanılır (Nande ve Vali, 2010).

RAST testinde, sporcuların öncelikle beden kitle indekslerinin belirlenmesi için boy ve vücut ağırlığı ölçümleri yapılmıştır. Daha sonra sporculardan testten önce fiziksel ve zihinsel olarak yüklenmeye hazır duruma gelebilmek ısınmaları istenmiş ve ısınmaları için 15 dakika süre verilmiştir. Sporcu sprintler arasında 10'ar sn mola vererek, arka arkaya 6 defa 35-metrelik sprintler atmıştır. Sporcu ilk sprinti atarak teste başlamış, 10sn mola verdikten sonra, Power Timer sesli sinyal vermiş ve sporcu 2.

sprinti atmıştır. Bu şekilde tekrarlanan 6 sprintten sonra test tamamlanmıştır. Maksimum güç, ortalama güç, minimum güç ve Yorgunluk İndeks değerleri cihaza bağlı olan bilgisayar tarafından kaydedilmiştir. Testin her tamamlanışında, aynı test öncesi protokoller (aynı rota, günün zamanı, test şartları, ısınma seansı) takip edilmiştir.

RAST testi sonucunda elde edilen veriler aşağıda sunulmuştur;

Maksimum Güç: En yüksek güç verisinin ölçümüdür ve güç ve maksimal (en yüksek) kısa mesafe koşusu hakkında bilgi sağlar. Araştırma aralığı 1054 wattan (W) 676 wata kadardır (Nande ve Vali, 2010).

Minimum Güç: 35 metrelik kısa mesafe koşusundaki en düşük güç verisidir ve Yorgunluk Endeksini hesaplamada kullanılır (Nande ve Vali, 2010).

Ortalama Güç: Bu, sporcunun süre içinde gücünü korumasının bir ölçümünü sağlar. Sonucun yüksekliği sporcunun anaerobik performansını koruma yeteneğini gösterir (Nande ve Vali, 2010).

Yorgunluk Endeksi: Sporcunun gücünün tükendiği oranı belirler. Düşük bir değer (<10) sporcunun anaerobik performansını devam ettirme yeteneğini gösterir. Yüksek bir yorgunluk endeksi değeri (>10) sporcunun laktat/laktik asit toleransını geliştirmeye odaklanması gerektiğini gösterir (Nande ve Vali, 2010).

RAST anaerobik performans testi, sporcuların istenilen seviyelere ulaşmayı başarıp başaramadığını belirlemek için, sonuçlar sporcunun önceki sonuçları ile kıyaslanarak yapılmaktadır. Sonuçlar daha sonra uygun bir şekilde sporcunun antrenman programını düzenlemek için de kullanılmaktadır. Test; sprint ve dayanıklılık sporcuları, futbol, rugby, koşu gibi dayanıklılık sporları için uygundur (Nande ve Vali, 2010). Ayrıca test, bilimsel çalışmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Adamczyk, 2011; Cipryan ve Gajda, 2011; Gwacham ve Wagner, 2012).

3.5. Laktik Asit Analizörü

Bu çalışmada, Lactate Scout marka laktat analizörü (Şekil 17) kullanılmıştır. Lactate Scout tüm Dünya’da ve Türkiye’de yaygın olarak kullanılan portatif laktat analizörüdür. Saha ölçümleri için mükemmel bir cihaz olup kullanımı son derece kolaydır. Lactate Scout analizörü 0,5 µL (mikrolitre) gibi küçük miktarda kan örneği ile sonuç veren bir analizördür. Lactate Scout marka laktat ölçer laktat konsantrasyonunun mmol/L cinsinden ölçmektedir. Ölçüm aralığı 0,5-25,0 mmol/L’dir.



Şekil 17. Lactate Scout

Çalışmada kan örneği kulak memesinden sterilizasyon (eldiven kullanarak ve kulağı alkolle silip kuruttuktan sonra) kurallarına uyularak alınmıştır. Kulak memesi ucunda lanset iğnesi olan bir lanset kalem ile delinmiştir. Alınan kan örneği bekletilmeden ve herhangi bir işleme tabi tutulmadan laktat test sribine (Şekil 18) damlatılarak 4 mmol sabit laktik asit eşiği üzerinden analiz edilmiştir. Bu strip Lactate Scout aletine yerleştirildikten 15 saniye sonra kandaki laktik asit konsantrasyonu belirlenmiştir. Testlerde Lactate Scout marka cihazın kalibrasyonu, test sriblerinin kutusunun üzerindeki kodlara göre her kutu değişiminde kullanım koşullarına uygun olarak yapılmıştır. Ölçümlerde, her kan alınışında kalem ucundaki iğne ve test sribi değiştirilmiştir.



Şekil 18. Lactate Scout Test Strip

3.6. Kalp Atım Sayısı Ölçümü

Bu çalışmada, kalp atım sayısı değerleri, Polar Saat RS800 aletiyle (Şekil 19) atım/dk cinsinden alınmıştır.



Şekil 19. Polar Saat RS800

Kalp atım sayısı ölçümü için, öncelikle kalp atım değerlerini monitörde görebilmek için futbolcuların koluna bir polar saat ve kalp atım sayısını monitöre aktarmak için de göğsüne hafif nemiştirilerek bir transmitter kemer bağlanmıştır. Anaerobik performans testi sırasında, göğüsteki transmitter kemer kalp nabzını koldaki cihaza kablosuz nakletmiş ve alınan sonuçlar kaydedilmiştir.

3.7. Biyokimyasal Testler

Araştırmada, biyokimyasal testler Sinop Atatürk Devlet Hastanesinde yapılmıştır. Uzman hemşireler tarafından 5 ml venöz kan alımı yapılmış ve biyokimya uzmanlarınca analiz edilmiştir. Çalışmada futbolcuların araştırmanın başlangıcında ve sonunda iki kez olmak üzere; üre, kreatinin, kolesterol, trigliserid, HDL kolesterol, LDL kolesterol, AST, ALT, GGT, alkalin fosfataz ve laktat dehidrogenaz değerleri analiz edilmiştir.

3.8. Boy Uzunlukları ve Vücut Ağırlığı Ölçümü, Beden Kitle Endekslerinin Hesaplanması

Futbolcuların boyları Charder boy ölçüm cihazı (Şekil 20) ile cm cinsinden ölçülmüştür. Futbolcuların vücut ağırlıkları Tanita BC418 segmental vücut analiz cihazı (Şekil 21) ile kg cinsinden ölçülmüştür. Futbolcuların beden kitle indeksleri; boy ve vücut ağırlığı değerlerinin alınmasından sonra vücut ağırlığının, boy uzunluğunun metre cinsinden karesine bölünmesiyle (kg/m^2) hesaplanmıştır. Boy ve ağırlık değerlerinin daha sonra New Test-Power Timer 1.9.5. cihazına girilmesiyle de futbolcuların beden kitle indeksleri doğrulanmıştır.



Şekil 20. Charder boy ölçüm cihazı



Şekil 21. Tanita BC418 Segmental Vücut Analiz Cihazı

3.9. İstatistiksel Analiz

Çalışmada elde edilen istatistiksel analizlerin yapılmasında, SPSS v.19 paket program, grafik ve sütunların çiziminde ise Microsoft Excel 2010 kullanılmıştır. Değişkenler; ortalama \pm standart sapma, farklılığın %95 güvenilirlik aralığı (en düşük-en yüksek), t (t testi) ve p (anlamlılık) değerleri olarak gösterilmiştir. Arjinin ve Plasebo gruplarının yükleme öncesi ve yükleme sonrası antropometrik, laktik asit, KAS, RAST ve biyokimyasal değerlerinin analizinde bağımlı iki örnek t testi, Arjinin ve Plasebo gruplarının karşılaştırılmasında ise bağımsız iki örneklem t testi kullanılmıştır. İstatistiksel analizlerde, anlamlılık değeri $p < 0,05$ olarak kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

4.1. Antropometrik Bulgular

Sunulan çalışmaya aktif olarak futbol oynayan 28 denek katılmıştır. Futbolcuların yaş ortalamaları $21,61 \pm 2,88$ yıl, boy uzunlukları ortalamaları $174,73 \pm 6,64$ cm, vücut ağırlığı ortalamaları $73,07 \pm 9,53$ kg ve beden kitle indeksi (BKİ) ortalamaları da $23,87 \pm 2,26$ kg/m^2 olarak bulunmuştur (Tablo 9).

Tablo 9. Futbolcuların Yaş, Boy, Vücut Ağırlığı ve Beden Kitle İndekslerinin Ortalama ve Standart Sapma Değerleri

	n	Ortalama	Standart Sapma
Yaş (yıl)	28	21,61	2,88
Boy (cm)	28	174,73	6,64
Vücut Ağırlığı (kg)	28	73,07	9,53
Beden Kitle İndeksi(kg/m^2)	28	23,87	2,26

Çalışmaya katılan 28 futbolcu arjinin ve plasebo olmak üzere rastgele iki gruba ayrılmıştır. Grupların antropometrik değerlerinde dengeli bir dağılım söz konusudur. Her iki gruba da ait antropometrik değerler tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10. Arjinin ve Plasebo Gruplarının Yaş, Boy, Vücut Ağırlığı ve Beden Kitle İndekslerinin Ortalama ve Standart Sapma Değerleri

	Grup	n	Ortalama	Standart Sapma
Yaş (yıl)	Arjinin	14	22,58	3,28
	Plasebo	14	20,33	1,65
Boy (cm)	Arjinin	14	174,41	6,56
	Plasebo	14	175,16	7,12
Vücut Ağırlığı (kg)	Arjinin	14	71,85	9,34
	Plasebo	14	74,71	10,10
Beden Kitle İndeksi(kg/m^2)	Arjinin	14	23,60	2,28
	Plasebo	14	24,22	2,32

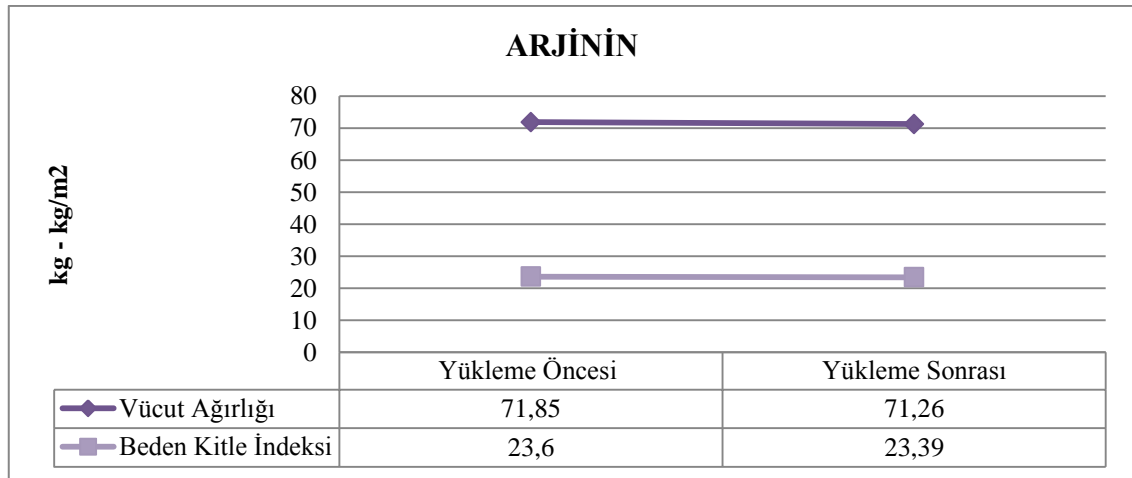
Çalışmada elde edilen antropometrik bulgular yükleme öncesi ve yükleme sonrası arjinin ve plasebo grup içi karşılaştırılması ve her iki grubunda birbirleri ile karşılaştırılması olarak Tablo 11, Tablo 12, Tablo 13, Şekil 22, Şekil 23 ve Şekil 24’te gösterilmiştir.

Tablo 11 ve Şekil 22’de arjinin yüklemesi yapıldığında vücut ağırlığı ve BKİ değerlerindeki değişim bağımlı iki grup t test sonuçlarına göre görülmektedir. Vücut ağırlığı ve BKİ değerlerinde düşme meydana gelmesine rağmen yükleme öncesi ve sonrası değerlerde istatistiksel olarak anlamlı farklılık sadece Beden Kitle İndeksi değerlerinde tespit edilmiştir ($p<0,05$).

Tablo 11. Arjinin Grubu Yükleme Öncesi ve Yükleme Sonrası Vücut Ağırlığı ve Beden Kitle İndeksi Değerleri Tablosu

Değişken	Dönem	n	Antropometrik Ölçüm Değerleri		Farklılığın %95 Güvenilirlik Aralığı		t	P Anlamlılık Değeri
			Ortalama	Standart Sapma	En Düşük	En Yüksek		
Vücut Ağırlığı (kg)	Yükleme Öncesi	14	71,85	9,34	-,00453	1,17120	2,184	,052
	Yükleme Sonrası	14	71,26	8,67				
Beden Kitle İndeksi (kg/m ²)	Yükleme Öncesi	14	23,60	2,28	,02351	,40983	2,469	,031★
	Yükleme Sonrası	14	23,39	2,12				

$p<0,05$ ★

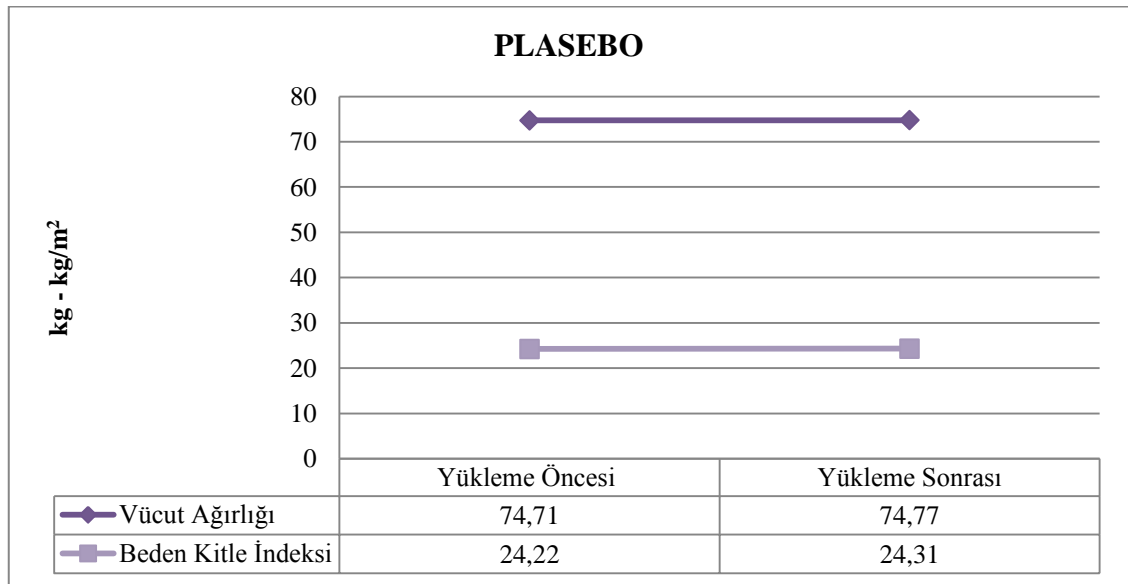


Şekil 22. Arjinin Grubu Yükleme Öncesi ve Yükleme Sonrası Vücut Ağırlığı ve Beden Kitle İndeksi Değerlerini Gösteren Grafik

Tablo 12 ve Şekil 23'te plasebo grubuna ait vücut ağırlığı ve BKİ değerlerindeki değişim bağımlı iki grup t test sonuçlarına göre görülmektedir. Yükleme öncesi ve sonrası değerlerde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

Tablo 12. Plasebo Grubu Yükleme Öncesi ve Yükleme Sonrası Vücut Ağırlığı ve Beden Kitle İndeksi Değerleri Tablosu

Değişken	Dönem	n	Antropometrik Ölçüm Değerleri		Farklılığın %95 Güvenilirlik Aralığı		t	p Anlamlılık Değeri
			Ortalama	Standart Sapma	En Düşük	En Yüksek		
Vücut Ağırlığı (kg)	Yükleme Öncesi	14	74,71	10,10	-,83821	,70488	-,199	,847
	Yükleme Sonrası	14	74,77	10,00				
Beden Kitle İndeksi (kg/m ²)	Yükleme Öncesi	14	24,22	2,32	-,37764	,19986	-,710	,498
	Yükleme Sonrası	14	24,31	2,40				

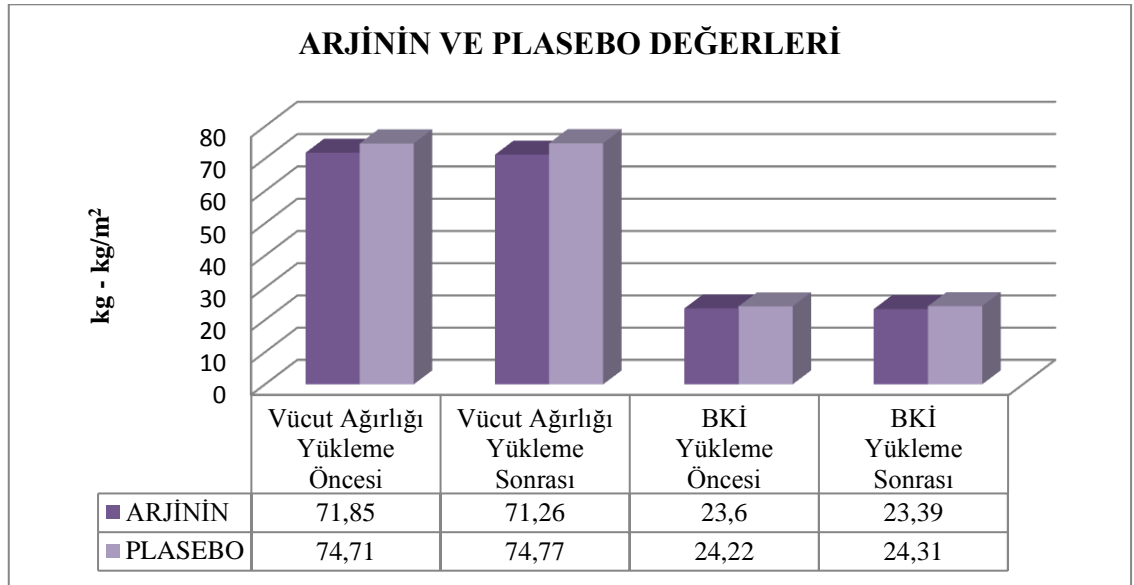


Şekil 23. Plasebo Grubu Yükleme Öncesi ve Yükleme Sonrası Vücut Ağırlığı ve Beden Kitle İndeksi Değerlerini Gösteren Grafik

Tablo 13 ve Şekil 24'te arjinin ve plasebo gruplarına ait vücut ağırlığı ve BKİ değerlerindeki karşılaştırma bağımsız iki grup t test sonuçlarına göre görülmektedir. Yükleme öncesi ve sonrası değerlerin karşılaştırılmasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

Tablo 13. Arjinin ve Plasebo Grubu Yükleme Öncesi ve Yükleme Sonrası Vücut Ağırlığı ve Beden Kitle İndeksi Değerleri Karşılaştırmasını Gösteren Tablo

Antropometrik Ölçümler			Antropometrik Ölçüm Değerleri				
Değişken	Gruplar	n	Dönem	Ortalama	Standart Sapma	t	P Anlamlılık Değeri
Vücut Ağırlığı (kg)	Arjinin	14	Yükleme Öncesi	71,85	9,34	-,671	,510
	Plasebo	14		74,71	10,10		
	Arjinin	14	Yükleme Sonrası	71,26	8,67		
	Plasebo	14		74,77	10,00		
Beden Kitle İndeksi (kg/m ²)	Arjinin	14	Yükleme Öncesi	23,60	2,28	-,604	,553
	Plasebo	14		24,22	2,32		
	Arjinin	14	Yükleme Sonrası	23,39	2,12		
	Plasebo	14		24,31	2,40		

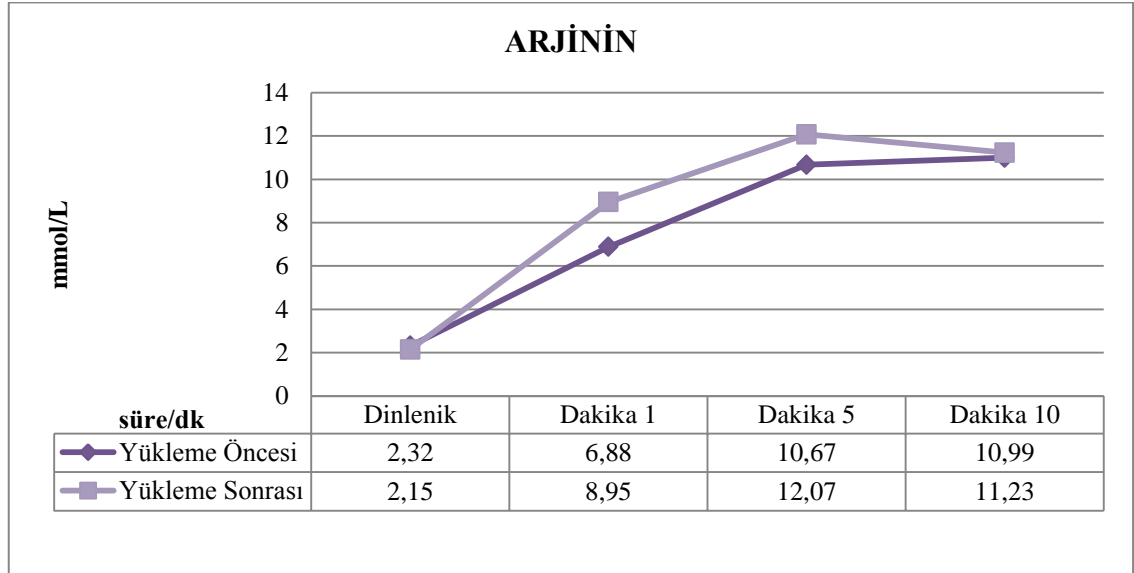


Şekil 24. Arjinin ve Plasebo Grubu Yükleme Öncesi ve Yükleme Sonrası Vücut Ağırlığı ve Beden Kitle İndeksi Değerleri Karşılaştırmasını Gösteren Şekil

4.2. Laktik Asit ile İlgili Bulgular

Çalışmada elde edilen Laktik Asit değerlerine ait bulgular yükleme öncesi ve yükleme sonrası arjinin ve plasebo grup içi karşılaştırılması ve her iki grubunda birbirleri ile karşılaştırılması olarak Tablo 14, Tablo 15, Tablo 16, Şekil 25, Şekil 26 ve Şekil 27’de gösterilmiştir.

Şekil 25 ve Tablo 14’te arjinin yüklemesi yapıldığında laktik asit değerlerindeki değişim bağımlı iki grup t test sonuçlarına göre görülmektedir. Sunulan çalışmada futbolculardan elde edilen verilerde, arjinin yüklemesi sonrası dinlenik laktat seviyesinde düşme meydana gelmiştir. Yükleme öncesi 5. dakika ölçümü laktik asit seviyesi $10,67 \pm 2,83$ iken, 10. dakika ölçümü laktik asit seviyesi $10,99 \pm 1,67$ ’ye yükselmiş ve laktat seviyesinde artış meydana gelmiştir. 14 günlük arjinin yüklemesi sonrasında ise, 5. dakika laktik asit ölçümü seviyesi $12,07 \pm 2,92$ iken, 10. dakika ölçümünde seviye $11,23 \pm 1,97$ ’ye düşmüş ve laktat seviyesinde azalma saptanmıştır. Buna rağmen yükleme öncesi ve sonrası bulgular karşılaştırıldığında sadece egzersiz sonrası 1. dakika ölçümünde laktat seviyesinde yükselme saptanmış ve anlamlı farklılık bulunmuş ($p < 0,05$) diğer laktat verilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0,05$).



Şekil 25. Arjinin Grubu Yükleme Öncesi ve Yükleme Sonrasına Ait Laktik Asit Değerlerini Gösteren Grafik

Tablo 14. Arjinin Grubu Yükleme Öncesi ve Yükleme Sonrasına Ait Laktik Asit Değerlerini Gösteren Tablo

Laktik Asit Ölçümü		Laktik Asit Değerleri		Farklılığın %95 Güvenilirlik Aralığı		t	P Anlamlılık Değeri	
Süre (dk)	Dönem	n	Ortalama mmol/L	Standart Sapma	En Düşük			En Yüksek
Dinlenik	Yükleme Öncesi	14	2,32	,56	-,39339	,72672	,655	,526
	Yükleme Sonrası	14	2,15	,93				
Dakika 1	Yükleme Öncesi	14	6,88	1,77	-3,73660	-,39673	-2,724	,020★
	Yükleme Sonrası	14	8,95	3,42				
Dakika 5	Yükleme Öncesi	14	10,67	2,83	-3,76216	,96216	-1,304	,219
	Yükleme Sonrası	14	12,07	2,92				
Dakika 10	Yükleme Öncesi	14	10,99	1,67	-1,50006	1,01673	-,423	,681
	Yükleme Sonrası	14	11,23	1,97				

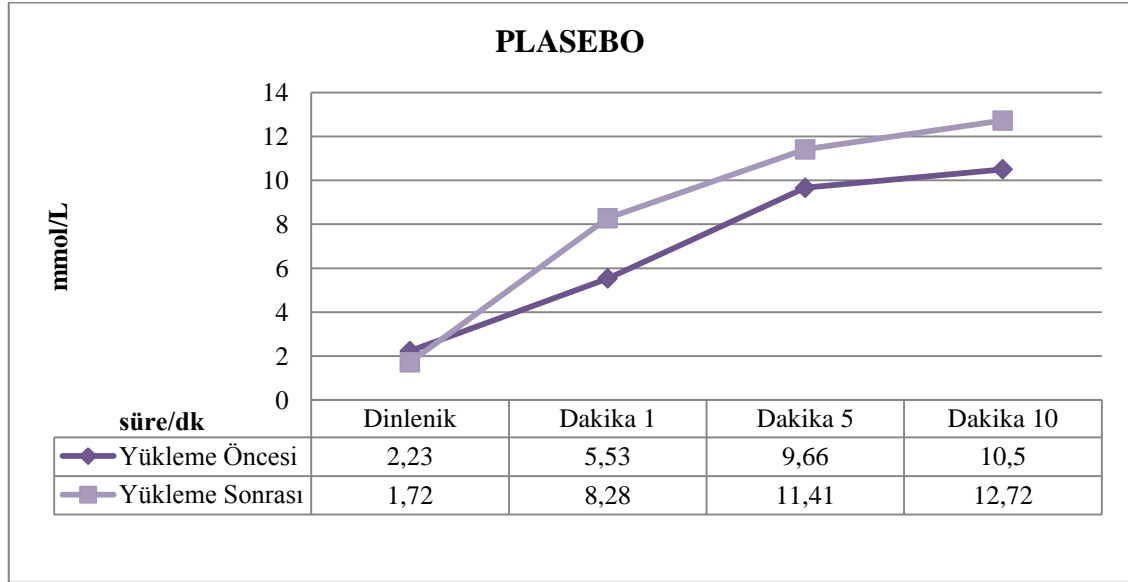
p<0,05 ★

Tablo 15 ve Şekil 26’da plasebo grubu laktik asit değerlerindeki değişim bağımlı iki grup t test sonuçlarına göre görülmektedir. Sunulan çalışmada futbolculardan elde edilen verilerde, plasebo yüklemesi sonucunda dinlenik laktat seviyesinde düşme ($p<0,01$), egzersiz sonrası 1. dakika laktat seviyesinde de yükselme meydana gelmiş ve istatistiksel farklılık bulunmuştur ($p<0,05$). Yükleme öncesi 5. dakika ölçümü laktik asit seviyesi $9,66\pm 3,38$ iken, 10. dakika ölçümü laktik asit seviyesi $10,50\pm 2,09$ ’a yükselmiş ve laktat seviyesinde artış meydana gelmiştir. 14 günlük plasebo yüklemesi sonrasında ise, 5. dakika laktik asit ölçümü seviyesi $11,41\pm 2,26$ iken, 10. dakika ölçümünde seviye $12,72\pm 2,78$ ’e yükselmiş ve laktat seviyesinde azalma meydana gelmemiş artış saptanmıştır. Yükleme öncesi ve sonrası bulgular karşılaştırıldığında diğer laktat değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

Tablo 15. Plasebo Grubu Yükleme Öncesi ve Yükleme Sonrasına Ait Laktik Asit Değerlerini Gösteren Tablo

Laktik Asit Ölçümü		Laktik Asit Değerleri		Farklılığın %95 Güvenilirlik Aralığı		t	P Anlamlılık Değeri	
Süre (dk)	Dönem	n	Ortalama mmol/L	Standart Sapma	En Düşük			En Yüksek
Dinlenik	Yükleme Öncesi	14	2,23	,71	,18174	,84048	3,578	,007★★
	Yükleme Sonrası	14	1,72	,43				
Dakika 1	Yükleme Öncesi	14	5,53	2,37	-5,45360	-,05751	-2,355	,046★
	Yükleme Sonrası	14	8,28	3,07				
Dakika 5	Yükleme Öncesi	14	9,66	3,38	-3,51493	,02604	-2,272	,053
	Yükleme Sonrası	14	11,41	2,26				
Dakika 10	Yükleme Öncesi	14	10,50	2,09	-4,70936	,26492	-2,060	,073
	Yükleme Sonrası	14	12,72	2,78				

p<0,05 ★ p<0,01 ★★

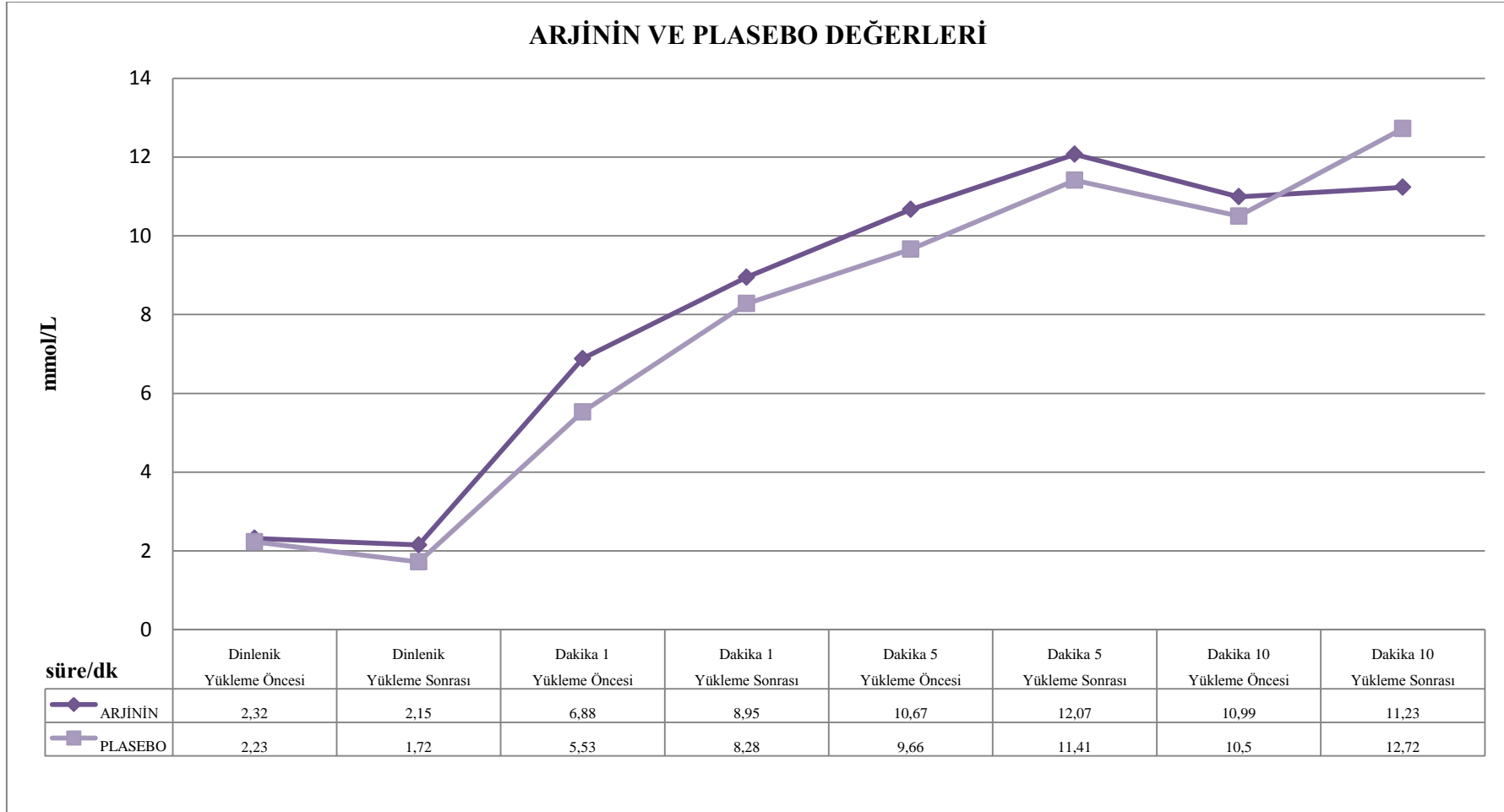


Şekil 26. Plasebo Grubu Yükleme Öncesi ve Yükleme Sonrasına Ait Laktik Asit Değerlerini Gösteren Grafik

Tablo 16 ve Şekil 27’de arjinin ve plasebo gruplarına ait laktik asit değerlerindeki karşılaştırma bağımsız iki grup t test sonuçlarına göre görülmektedir. Elde edilen veriler incelendiğinde, arjinin yüklemesi yapıldığında arjinin grubunda egzersiz sonrası laktik asidin vücuttan atılımı plaseboya göre daha hızlı olmasına rağmen yükleme öncesi ve sonrası laktat değerlerinin karşılaştırılmasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

Tablo 16. Arjinin ve Plasebo Grubu Yükleme Öncesi ve Yükleme Sonrası Laktik Asit Değerleri Karşılaştırmasını Gösteren Tablo

Laktik Asit Ölçümü (mmol/L)		Laktik Asit Değerleri					
Süre (dk)	Gruplar	n	Dönem	Ortalama	Standart Sapma	t	P Anlamlılık Değeri
Dinlenik	Arjinin	14	Yükleme Öncesi	2,32	,56	,330	,745
	Plasebo	14		2,23	,71		
	Arjinin	14	Yükleme Sonrası	2,15	,93	1,289	,213
	Plasebo	14		1,72	,43		
Dakika 1	Arjinin	14	Yükleme Öncesi	6,88	1,77	1,494	,152
	Plasebo	14		5,53	2,37		
	Arjinin	14	Yükleme Sonrası	8,95	3,42	,457	,653
	Plasebo	14		8,28	3,07		
Dakika 5	Arjinin	14	Yükleme Öncesi	10,67	2,83	,743	,466
	Plasebo	14		9,66	3,38		
	Arjinin	14	Yükleme Sonrası	12,07	2,92	,565	,579
	Plasebo	14		11,41	2,26		
Dakika 10	Arjinin	14	Yükleme Öncesi	10,99	1,67	,597	,557
	Plasebo	14		10,50	2,09		
	Arjinin	14	Yükleme Sonrası	11,23	1,97	-1,439	,166
	Plasebo	14		12,72	2,78		



Şekil 27. Arjinin ve Plasebo Grubu Yükleme Öncesi ve Yükleme Sonrası Laktik Asit Değerleri Karşılaştırmasını Gösteren Grafik

4.3. Kalp Atım Sayısı ile İlgili Bulgular

Çalışmada elde edilen kalp atım sayısı değerlerine ait bulgular yükleme öncesi ve yükleme sonrası arjinin ve plasebo grup içi karşılaştırılması ve her iki grubunda birbirleri ile karşılaştırılması olarak Tablo 17, Tablo 18, Tablo 19, Şekil 28, Şekil 29 ve Şekil 30'da gösterilmiştir.

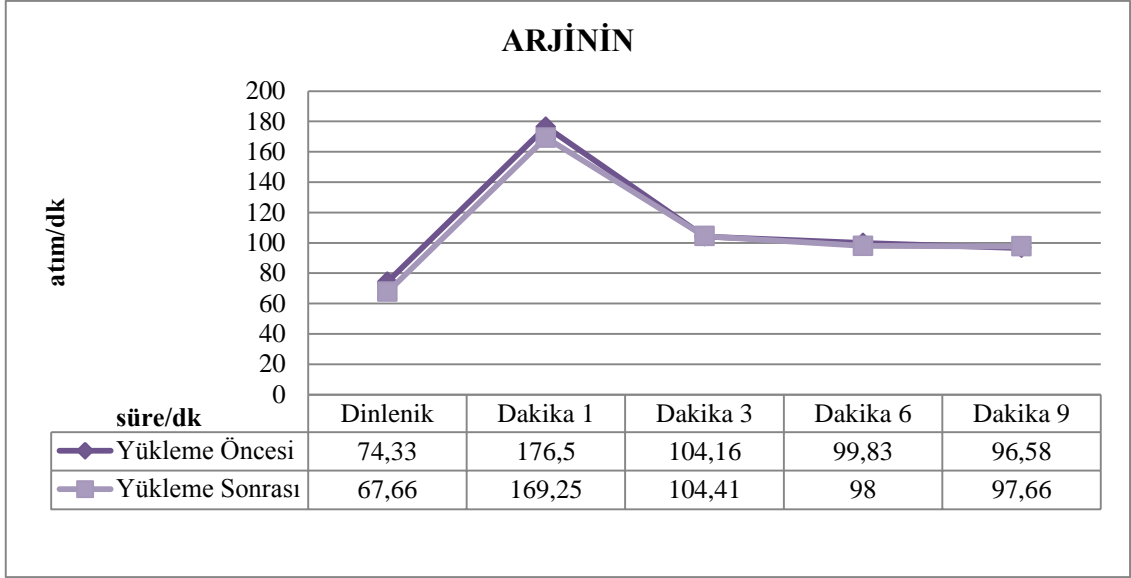
Tablo 17 ve Şekil 28'de arjinin yüklemesi yapıldığında KAS değerlerindeki değişim bağımlı iki grup t test sonuçlarına göre görülmektedir. Sunulan çalışmada, futbolculardan elde edilen verilerde, arjinin yüklemesi sonrası dinlenik KAS seviyesi düşük tespit edilmiş ($p<0,05$) ve egzersiz sonrası 1. dakika KAS ölçümü seviyesinde düşme meydana gelmiş ve anlamlı farklılık saptanmıştır ($p<0,01$). Diğer KAS verilerinde arjinin yüklemesi sonrası düşme meydana gelse de istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

Tablo 17. Arjinin Grubu Yükleme Öncesi ve Yükleme Sonrasına Ait KAS Değerlerini Gösteren

Tablo

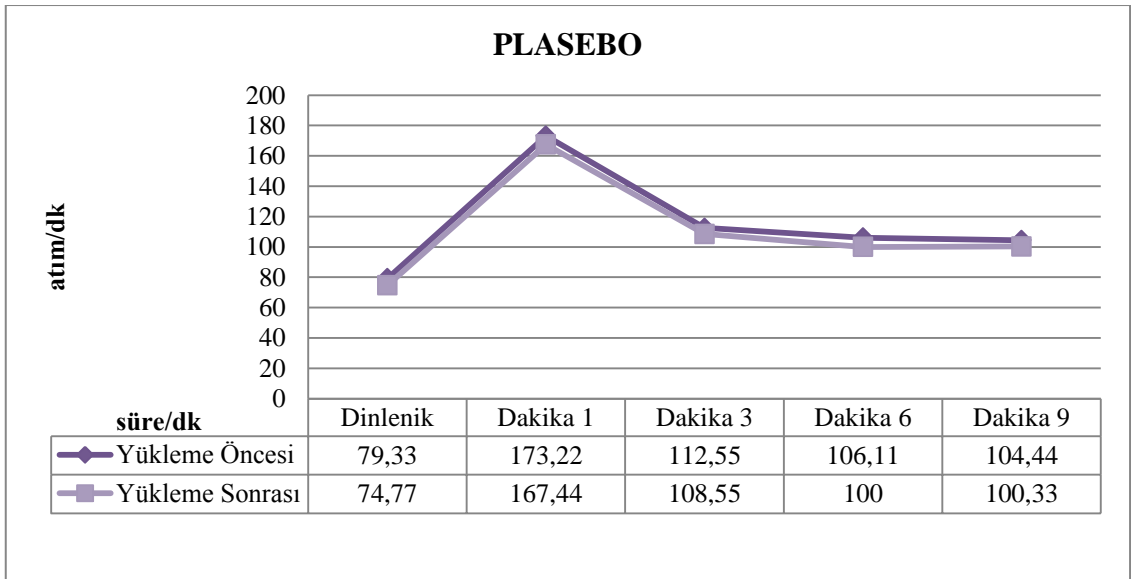
Kalp Atım Sayısı Ölçümü		Kalp Atım Sayısı Değerleri		Farklılığın %95 Güvenilirlik Aralığı		t	P Anlamlılık Değeri	
Süre (dk)	Dönem	n	Ortalama (atım/dk)	Standart Sapma	En Düşük			En Yüksek
Dinlenik	Yükleme Öncesi	14	74,33	9,31	,48670	12,84663	2,374	,037★
	Yükleme Sonrası	14	67,66	12,35				
Dakika 1	Yükleme Öncesi	14	176,50	6,47	2,33498	12,16502	3,247	,008★★
	Yükleme Sonrası	14	169,25	10,73				
Dakika 3	Yükleme Öncesi	14	104,16	10,70	-5,58053	5,08053	-,103	,920
	Yükleme Sonrası	14	104,41	8,07				
Dakika 6	Yükleme Öncesi	14	99,83	9,54	-3,29157	6,95824	,787	,448
	Yükleme Sonrası	14	98,00	8,22				
Dakika 9	Yükleme Öncesi	14	96,58	8,99	-4,97613	2,80946	-,613	,553
	Yükleme Sonrası	14	97,66	8,40				

$p<0,05$ ★ $p<0,01$ ★★



Şekil 28. Arjinin Grubu Yüklemeye Öncesi ve Yüklemeye Sonrasına Ait KAS Değerlerini Gösteren Grafik

Şekil 29 ve Tablo 18’de plasebo grubuna ait KAS değerlerindeki değişim bağımlı iki grup t test sonuçlarına göre görülmektedir. Sunulan çalışmada, futbolculardan elde edilen verilerde, plasebo yüklemesi sonrası dinlenik KAS ve egzersiz sonrası 1. dakika KAS ölçümü seviyesinde düşme meydana gelmiş ve anlamlı farklılık saptanmıştır ($p < 0,05$). Diğer KAS verilerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p > 0,05$).



Şekil 29. Plasebo Grubu Yüklemeye Öncesi ve Yüklemeye Sonrasına Ait KAS Değerlerini Gösteren Grafik

Tablo 18. Plasebo Grubu Yükleme Öncesi ve Yükleme Sonrasına Ait KAS Değerlerini Gösteren

Tablo

Kalp Atım Sayısı Ölçümü		Kalp Atım Sayısı Değerleri		Farklılığın %95 Güvenilirlik Aralığı		t	P Anlamlılık Değeri	
Süre (dk)	Dönem	n	Ortalama (atım/dk)	Standart Sapma	En Düşük			En Yüksek
Dinlenik	Yükleme Öncesi	14	79,33	11,73	,37865	8,73246	2,515	,036★
	Yükleme Sonrası	14	74,77	12,44				
Dakika 1	Yükleme Öncesi	14	173,22	11,44	,93490	10,62066	2,751	,025★
	Yükleme Sonrası	14	167,44	13,00				
Dakika 3	Yükleme Öncesi	14	112,55	10,80	-3,28209	11,28209	1,267	,241
	Yükleme Sonrası	14	108,55	13,21				
Dakika 6	Yükleme Öncesi	14	106,11	12,11	-1,00109	13,22331	1,981	,083
	Yükleme Sonrası	14	100,00	13,84				
Dakika 9	Yükleme Öncesi	14	104,44	12,99	-4,72393	12,94615	1,073	,315
	Yükleme Sonrası	14	100,33	13,67				

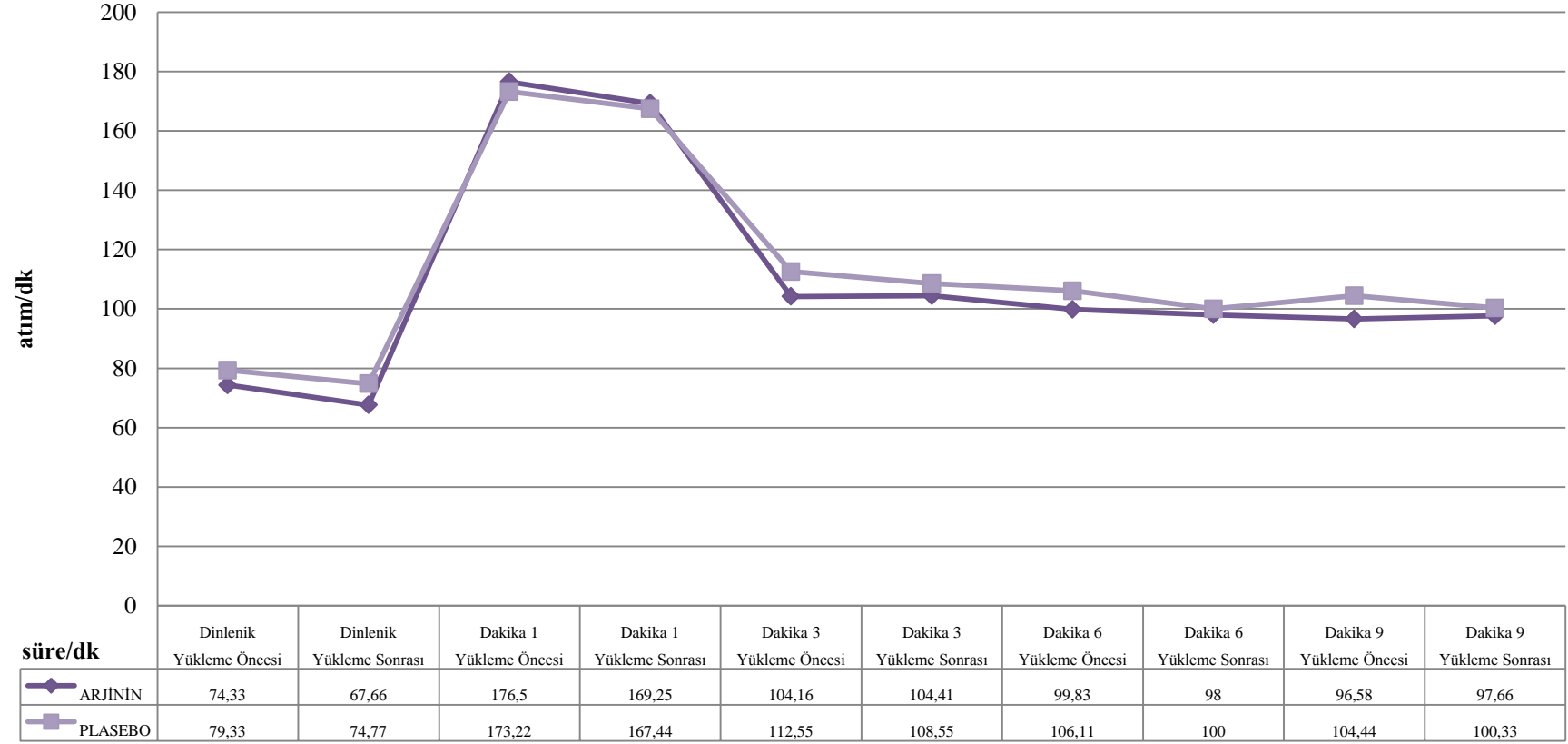
p<0,05 ★

Tablo 19 ve Şekil 30’da arjinin ve plasebo gruplarına ait KAS değerlerindeki karşılaştırma bağımsız iki grup t test sonuçlarına göre görülmektedir. Elde edilen veriler incelendiğinde iki grupta da dinlenik ve egzersiz sonrası bazı kalp atım sayısı seviyelerinde düşme olmasına rağmen yükleme öncesi ve sonrası KAS değerlerinin karşılaştırılmasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

Tablo 19. Arjinin ve Plasebo Grubu Yükleme Öncesi ve Yükleme Sonrası KAS Değerleri Karşılaştırmasını Gösteren Tablo

Kalp Atım Sayısı Ölçümü (atım/dk)		Kalp Atım Sayısı Değerleri					
Süre (dk)	Gruplar	n	Dönem	Ortalama	Standart Sapma	t	P Anlamlılık Değeri
Dinlenik	Arjinin	14	Yükleme Öncesi	74,33	9,31	-1,090	,289
	Plasebo	14		79,33	11,73		
	Arjinin	14	Yükleme Sonrası	67,66	12,35	-1,301	,209
	Plasebo	14		74,77	12,44		
Dakika 1	Arjinin	14	Yükleme Öncesi	176,50	6,47	,834	,415
	Plasebo	14		173,22	11,44		
	Arjinin	14	Yükleme Sonrası	169,25	10,73	,349	,731
	Plasebo	14		167,44	13,00		
Dakika 3	Arjinin	14	Yükleme Öncesi	104,16	10,70	-1,770	,093
	Plasebo	14		112,55	10,80		
	Arjinin	14	Yükleme Sonrası	104,41	8,07	-,890	,385
	Plasebo	14		108,55	13,21		
Dakika 6	Arjinin	14	Yükleme Öncesi	99,83	9,54	-1,330	,199
	Plasebo	14		106,11	12,11		
	Arjinin	14	Yükleme Sonrası	98,00	8,22	-,414	,683
	Plasebo	14		100,00	13,84		
Dakika 9	Arjinin	14	Yükleme Öncesi	96,58	8,99	-1,641	,117
	Plasebo	14		104,44	12,99		
	Arjinin	14	Yükleme Sonrası	97,66	8,40	-,553	,587
	Plasebo	14		100,33	13,67		

ARJİNİN VE PLASEBO DEĞERLERİ



Şekil 30. Arjinin ve Plasebo Grubu Yüklem Öncesi ve Yüklem Sonrası KAS Değerleri Karşılaştırmasını Gösteren Grafik

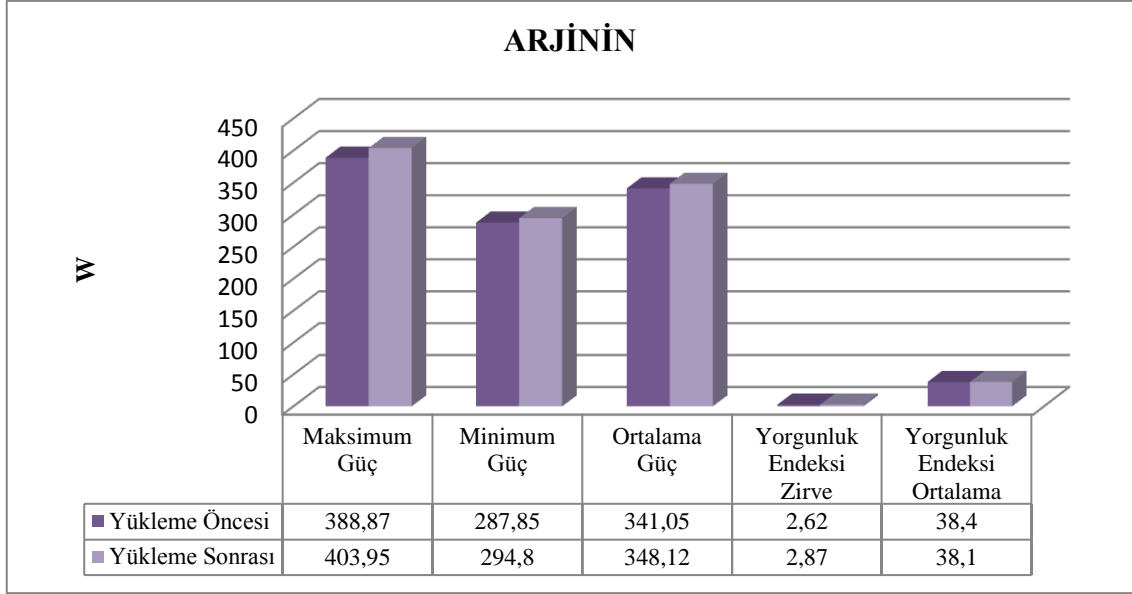
4.4.RAST ile İlgili Bulgular

Çalışmada elde edilen RAST değerlerine ait bulgular yükleme öncesi ve yükleme sonrası arjinin ve plasebo grup içi karşılaştırılması ve her iki grubunda birbirleri ile karşılaştırılması olarak Tablo 20, Tablo 21, Tablo 22, Şekil 31, Şekil 32 ve Şekil 33'te gösterilmiştir.

Tablo 20 ve Şekil 31'de arjinin yüklemesi yapıldığında RAST değerlerindeki değişim bağımlı iki grup t test sonuçlarına göre görülmektedir. Çalışmada, futbolculardan elde edilen verilerde, arjinin yüklemesi sonrası maksimum güç, minimum güç, ortalama güç gibi değerlerde yükselme, ortalama yorgunluk endeksinde de düşme görülmesine rağmen yükleme öncesi ve sonrası RAST değerlerinin karşılaştırılmasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

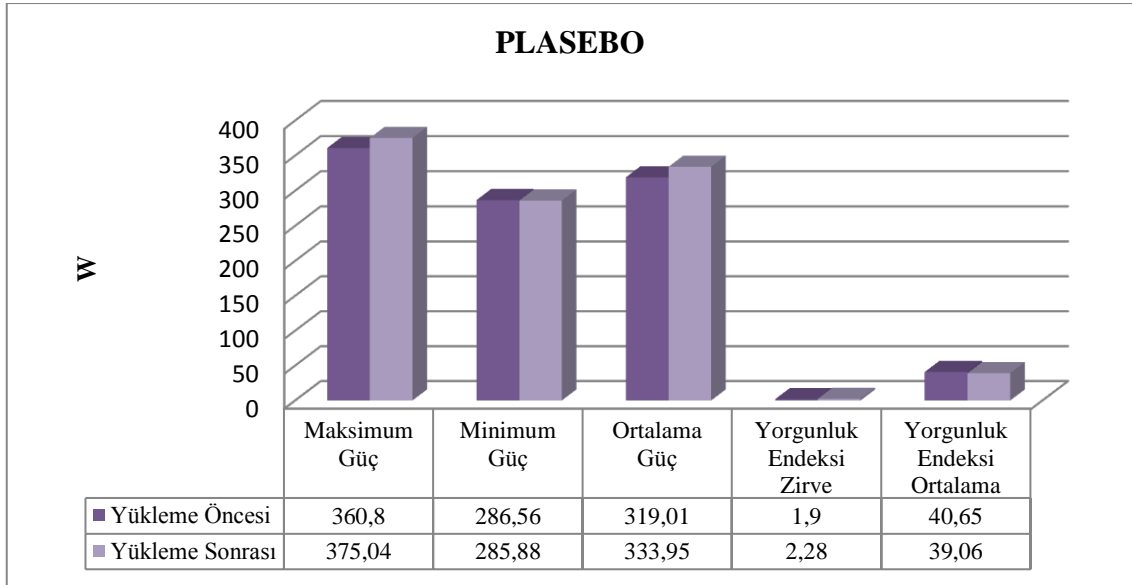
Tablo 20. Arjinin Grubu Yükleme Öncesi ve Yükleme Sonrasına Ait RAST Değerlerini Gösteren Tablo

RAST Ölçüm Sonuçları		RAST Ölçüm Değerleri		Farklılığın %95 Güvenilirlik Aralığı		t	P Anlamlılık Değeri	
Analiz	Dönem	n	Ortalama (W)	Standart Sapma	En Düşük			En Yüksek
Maksimum Güç	Yükleme Öncesi	14	388,87	69,67	-42,11366	11,96366	-1,227	,245
	Yükleme Sonrası	14	403,95	48,99				
Minimum Güç	Yükleme Öncesi	14	287,85	55,83	-35,08460	21,16793	-,545	,597
	Yükleme Sonrası	14	294,80	44,64				
Ortalama Güç	Yükleme Öncesi	14	341,05	61,69	-23,48175	9,33175	-,949	,363
	Yükleme Sonrası	14	348,12	43,56				
Yorgunluk Endeksi Zirve	Yükleme Öncesi	14	2,62	,94	-1,17610	,67610	-,594	,564
	Yükleme Sonrası	14	2,87	1,24				
Yorgunluk Endeksi Ortalama	Yükleme Öncesi	14	38,40	3,58	-3,57448	4,17448	,170	,868
	Yükleme Sonrası	14	38,10	4,77				



Şekil 31. Arjinin Grubu Yüklemeye Öncesi ve Yüklemeye Sonrasına Ait RAST Değerlerini Gösteren Grafik

Şekil 32 ve Tablo 21’de plasebo grubuna ait RAST değerlerindeki değişim bağımlı iki grup t test sonuçlarına göre görülmektedir. Çalışmada, futbolculardan elde edilen verilerde, plasebo yüklemesi sonrası maksimum güç, ortalama güç gibi değerlerde yükselme, ortalama yorgunluk endeksinde de düşme görülmesine rağmen yüklemeye öncesi ve sonrası RAST değerlerinin karşılaştırılmasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$).



Şekil 32. Plasebo Grubu Yüklemeye Öncesi ve Yüklemeye Sonrasına Ait RAST Değerlerini Gösteren Grafik

Tablo 21. Plasebo Grubu Yükleme Öncesi ve Yükleme Sonrasına Ait RAST Değerlerini Gösteren Tablo

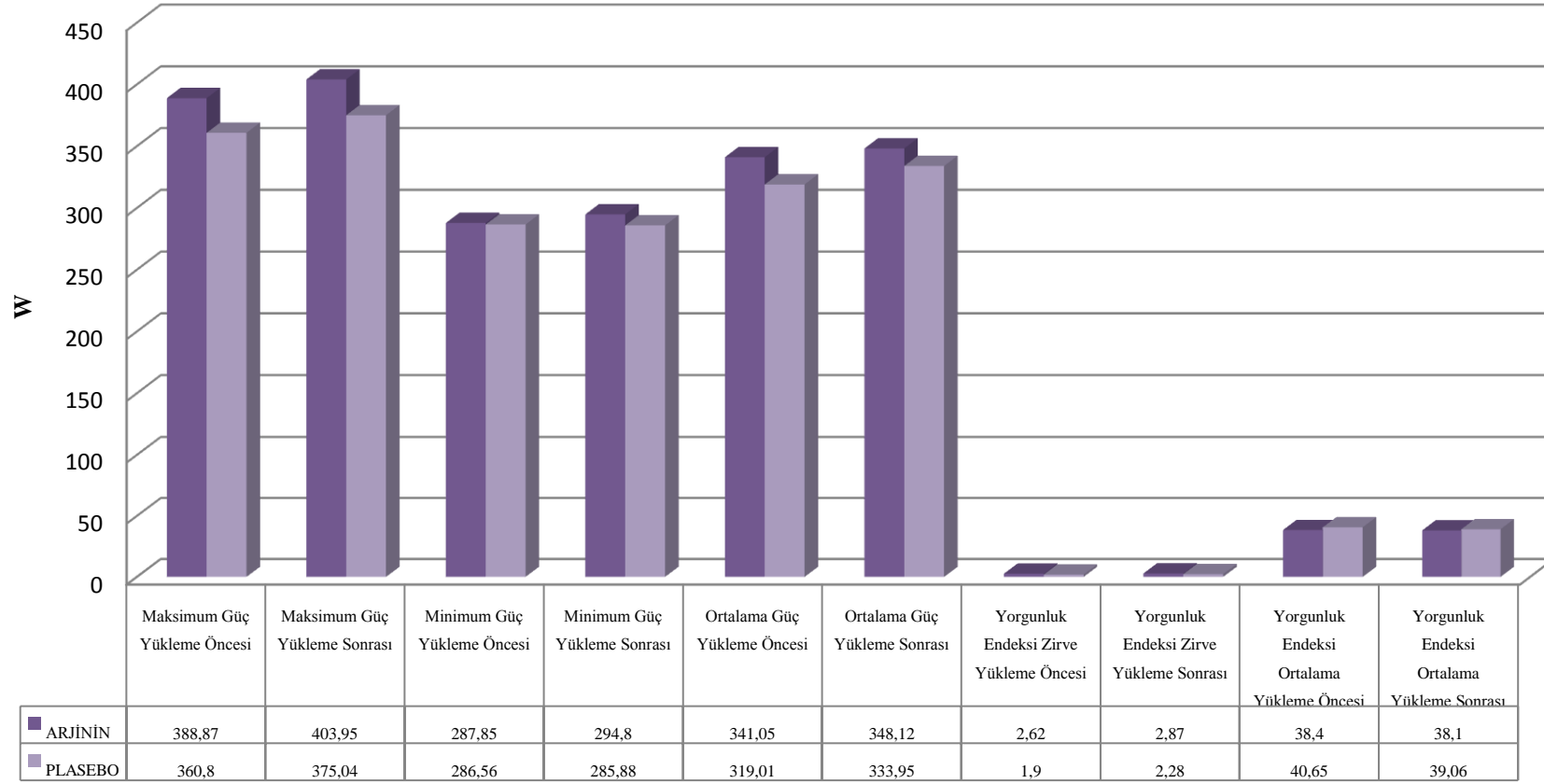
RAST Ölçüm Sonuçları		RAST Ölçüm Değerleri		Farklılığın %95 Güvenilirlik Aralığı			t	P Anlamlılık Değeri
Analiz	Dönem	n	Ortalama (W)	Standart Sapma	En Düşük	En Yüksek		
Maksimum Güç	Yükleme Öncesi	14	360,80	83,32	-54,14565	25,65676	-,823	,434
	Yükleme Sonrası	14	375,04	68,82				
Minimum Güç	Yükleme Öncesi	14	286,56	70,31	-18,41398	19,76954	,082	,937
	Yükleme Sonrası	14	285,88	65,58				
Ortalama Güç	Yükleme Öncesi	14	319,01	69,67	-38,09530	8,20641	-1,489	,175
	Yükleme Sonrası	14	333,95	60,84				
Yorgunluk Endeksi Zirve	Yükleme Öncesi	14	1,90	,76	-1,43964	,66186	-,853	,418
	Yükleme Sonrası	14	2,28	,71				
Yorgunluk Endeksi Ortalama	Yükleme Öncesi	14	40,65	2,97	-2,63344	5,81122	,868	,411
	Yükleme Sonrası	14	39,06	3,65				

Tablo 22 ve Şekil 33’te arjinin ve plasebo gruplarına ait RAST değerlerindeki karşılaştırma bağımsız iki grup t test sonuçlarına göre görülmektedir. Yükleme öncesi ve sonrası değerlerin karşılaştırılmasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

Tablo 22. Arjinin ve Plasebo Grubu Yükleme Öncesi ve Yükleme Sonrası RAST Değerleri Karşılaştırmasını Gösteren Tablo

RAST Ölçüm Sonuçları (W)		RAST Ölçüm Değerleri					
Analiz	Gruplar	n	Dönem	Ortalama	Standart Sapma	t	P Anlamlılık Değeri
Maksimum Güç	Arjinin	14	Yükleme Öncesi	388,87	69,67	,841	,411
	Plasebo	14		360,80	83,32		
	Arjinin	14	Yükleme Sonrası	403,95	48,99		
	Plasebo	14		375,04	68,82		
Minimum Güç	Arjinin	14	Yükleme Öncesi	287,85	55,83	,047	,963
	Plasebo	14		286,56	70,31		
	Arjinin	14	Yükleme Sonrası	294,80	44,64		
	Plasebo	14		285,88	65,58		
Ortalama Güç	Arjinin	14	Yükleme Öncesi	341,05	61,69	,767	,453
	Plasebo	14		319,01	69,67		
	Arjinin	14	Yükleme Sonrası	348,12	43,56		
	Plasebo	14		333,95	60,84		
Yorgunluk Endeksi Zirve	Arjinin	14	Yükleme Öncesi	2,62	,94	1,882	,075
	Plasebo	14		1,90	,76		
	Arjinin	14	Yükleme Sonrası	2,87	1,24		
	Plasebo	14		2,28	,71		
Yorgunluk Endeksi Ortalama	Arjinin	14	Yükleme Öncesi	38,40	3,58	-1,532	,142
	Plasebo	14		40,65	2,97		
	Arjinin	14	Yükleme Sonrası	38,10	4,77		
	Plasebo	14		39,06	3,65		

ARJİNİN VE PLASEBO DEĞERLERİ



Şekil 33. Arjinin ve Plasebo Grubu Yükleme Öncesi ve Yükleme Sonrası RAST Değerleri Karşılaştırmasını Gösteren Grafik

4.5. Biyokimyasal Testler ile İlgili Bulgular

Çalışmada elde edilen Biyokimyasal Test sonuçlarına ait bulgular yükleme öncesi ve yükleme sonrası arjinin ve plasebo grup içi karşılaştırılması ve her iki grubunda birbirleri ile karşılaştırılması olarak Tablo 23, Tablo 24, Tablo 25'te gösterilmiştir.

Tablo 23'te arjinin yüklemesi yapıldığında biyokimyasal test değerlerindeki değişim bağımlı iki grup t test sonuçlarına göre görülmektedir. Çalışmada, futbolculardan elde edilen verilerde, arjinin yüklemesinden sonra trigliserid değerlerinde yükselme meydana gelmiş ve anlamlı farklılık ortaya çıkmıştır ($p<0,01$). Arjinin yüklemesi yapıldığında egzersiz sonrası AST değerlerinde düşme meydana gelmiş, egzersiz öncesinde normal değerlerin üzerinde olan enzimde istatistiksel olarak anlamlı fark ortaya çıkarmıştır ($p<0,001$). ALT değerinde arjinin yüklemesi sonucunda egzersiz öncesi seviyeye göre düşük tespit edilmiş ve istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($p<0,05$). Laktat dehidrogenaz değerinde de arjinin yüklemesi sonucunda egzersiz öncesi seviyeye göre düşme tespit edilmiş ve istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0,001$). Üre, kreatinin, kolesterol, HDL, LDL, GGT ve alkalin fosfataz gibi biyokimyasal değerler ise arjinin yüklemesi öncesi ve sonrasında normal değer aralığında saptanmış ve istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik tespit edilmemiştir ($p>0,05$).

Tablo 23. Arjinin Grubu Yükleme Öncesi ve Yükleme Sonrası Biyokimyasal Test Sonuçlarındaki Değişimi Gösteren Tablo

Biyokimyasal Testler		Biyokimyasal Ölçüm Değerleri			Normal Değer			t	P Anlamlılık Değeri
Analiz	Dönem	n	Ortalama (mg/dL) (U/L)	Standart Sapma	Birim	En Düşük	En Yüksek		
Üre	Yükleme Öncesi	14	29,81	6,17	Mg/dL	17	56	1,154	,273
	Yükleme Sonrası	14	27,58	7,09					
Kreatinin	Yükleme Öncesi	14	,88	,09	Mg/dL	0,7	1,3	,000	1,000
	Yükleme Sonrası	14	,88	,08					
Kolesterol	Yükleme Öncesi	14	159,41	37,19	Mg/dL	0	199	-1,105	,293
	Yükleme Sonrası	14	165,25	38,56					
Trigliserid	Yükleme Öncesi	14	65,08	21,26	Mg/dL	0	149	-3,854	,003***
	Yükleme Sonrası	14	92,00	28,43					
HDL Kolesterol	Yükleme Öncesi	14	47,58	11,75	Mg/dL	40	60	1,107	,292
	Yükleme Sonrası	14	46,33	9,64					
LDL Kolesterol	Yükleme Öncesi	14	98,81	29,76	Mg/dL	0	160	-,257	,802
	Yükleme Sonrası	14	99,91	30,34					
AST	Yükleme Öncesi	14	36,66	13,29	U/L	5	34	4,242	,001***
	Yükleme Sonrası	14	21,33	3,72					
ALT	Yükleme Öncesi	14	24,25	8,75	U/L	0	55	2,801	,017*
	Yükleme Sonrası	14	17,75	8,00					
GGT	Yükleme Öncesi	14	17,83	6,43	U/L	12	64	1,269	,231
	Yükleme Sonrası	14	16,91	6,52					
Alkalin Fosfataz	Yükleme Öncesi	14	84,25	30,86	U/L	40	150	,293	,775
	Yükleme Sonrası	14	83,83	33,46					
Laktat Dehidrojenaz(LDH)	Yükleme Öncesi	14	229,41	47,23	U/L	125	243	10,431	,000***
	Yükleme Sonrası	14	176,08	45,62					

p<0,05 * p<0,01 ** p<0,001 ***

Tablo 24’de plasebo grubuna ait biyokimyasal test değerlerindeki değişim bağımlı iki grup t test sonuçlarına göre görölmektedir. Yapılan çalışmada plasebo yöklemesi sonucunda alkalen fosfataz değerinde düşme meydana gelmiş ve istatistiksel farklılık tespit edilmiştir ($p < 0,05$). Üre, kreatinin, kolesterol, trigliserid, HDL, LDL, AST, ALT, GGT, laktat dehidrogenaz gibi biyokimyasal test değerleri, plasebo yöklemesi öncesi ve sonrası normal değer aralığında seyretmiş ve istatistiksel olarak anlamlı farklılık elde edilmemiştir ($p > 0,05$).

Tablo 24. Plasebo Grubu Yükleme Öncesi ve Yükleme Sonrası Biyokimyasal Test Sonuçlarındaki Değişimi Gösteren Tablo

Biyokimyasal Testler		Biyokimyasal Ölçüm Değerleri			Normal Değer			t	P Anlamlılık Değeri
Analiz	Dönem	n	Ortalama (mg/dL) (U/L)	Standart Sapma	Birim	En Düşük	En Yüksek		
Üre	Yükleme Öncesi	14	25,68	4,75	Mg/dL	17	56	,134	,896
	Yükleme Sonrası	14	25,55	4,38					
Kreatinin	Yükleme Öncesi	14	,87	,09	Mg/dL	0,7	1,3	-1,357	,212
	Yükleme Sonrası	14	,93	,13					
Kolesterol	Yükleme Öncesi	14	143,55	18,35	Mg/dL	0	199	,468	,652
	Yükleme Sonrası	14	141,33	19,35					
Trigliserid	Yükleme Öncesi	14	77,88	17,57	Mg/dL	0	149	-1,146	,285
	Yükleme Sonrası	14	91,44	33,84					
HDL Kolesterol	Yükleme Öncesi	14	41,44	4,53	Mg/dL	40	60	,664	,525
	Yükleme Sonrası	14	41,00	3,77					
LDL Kolesterol	Yükleme Öncesi	14	86,53	16,88	Mg/dL	0	160	1,127	,292
	Yükleme Sonrası	14	82,04	15,56					
AST	Yükleme Öncesi	14	25,66	5,36	U/L	5	34	1,019	,338
	Yükleme Sonrası	14	23,22	4,65					
ALT	Yükleme Öncesi	14	25,22	11,34	U/L	0	55	1,036	,331
	Yükleme Sonrası	14	22,66	13,36					
GGT	Yükleme Öncesi	14	17,11	3,88	U/L	12	64	1,250	,247
	Yükleme Sonrası	14	16,55	4,06					
Alkalen Fosfataz	Yükleme Öncesi	14	107,77	51,67	U/L	40	150	2,881	,020★
	Yükleme Sonrası	14	102,00	51,86					
Laktat Dehidrojenaz(LDH)	Yükleme Öncesi	14	184,33	27,05	U/L	125	243	2,109	,068
	Yükleme Sonrası	14	167,11	28,42					

p<0,05 ★

Tablo 25’te arjinin ve plasebo gruplarına ait biyokimyasal test değerlerindeki karşılaştırma bağımsız iki grup t test sonuçlarına göre görülmektedir. Sunulan çalışmada elde edilen verilere göre; yükleme öncesi yapılan analizlerde arjinin grubunda AST ve laktat dehidrogenaz değerlerinin yüksek oluşundan kaynaklı arjinin ve plasebo grupları arasındaki bu değerlerde istatistiksel farklılık ortaya çıkmıştır ($p < 0,05$). AST ve laktat dehidrogenaz değerlerinde yükleme öncesi ortaya çıkan bu farklılık arjinin yüklemesi sonucu arjinin grubunda düştüğü ve normal değerlere ulaştığı için yükleme sonrası fark ortadan kalkmıştır ($p > 0,05$). Yapılan çalışmada, üre, kreatinin, kolesterol, trigliserid, HDL, LDL, ALT, GGT ve alkalin fosfataz biyokimyasal analizlerinin yükleme öncesi ve sonrası değerlerinde arjinin ve plasebo grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ($p > 0,05$).

Tablo 25. Arjinin ve Plasebo Grubu Yükleme Öncesi ve Yükleme Sonrası Biyokimyasal Test Sonucu Değerleri Karşılaştırmasını Gösteren Tablo

Biyokimyasal Testler Mg/dL - U/L			Biyokimyasal Ölçüm Değerleri				
Analiz	Gruplar	n	Dönem	Ortalama	Std. Sapma	t	p
Üre	Arjinin	14	Yükleme	29,81	6,17	1,664	,112
	Plasebo	14	Öncesi	25,68	4,75		
	Arjinin	14	Yükleme	27,58	7,09	,754	,460
	Plasebo	14	Sonrası	25,55	4,38		
Kreatinin	Arjinin	14	Yükleme	,88	,09	,132	,897
	Plasebo	14	Öncesi	,87	,09		
	Arjinin	14	Yükleme	,88	,08	-1,117	,278
	Plasebo	14	Sonrası	,93	,13		
Kolesterol	Arjinin	14	Yükleme	159,41	37,19	1,171	,256
	Plasebo	14	Öncesi	143,55	18,35		
	Arjinin	14	Yükleme	165,25	38,56	1,699	,106
	Plasebo	14	Sonrası	141,33	19,35		
Trigliserid	Arjinin	14	Yükleme	65,08	21,26	-1,467	,159
	Plasebo	14	Öncesi	77,88	17,57		
	Arjinin	14	Yükleme	92,00	28,43	,041	,968
	Plasebo	14	Sonrası	91,44	33,84		
HDL Kolesterol	Arjinin	14	Yükleme	47,58	11,75	1,478	,156
	Plasebo	14	Öncesi	41,44	4,53		
	Arjinin	14	Yükleme	46,33	9,64	1,564	,134
	Plasebo	14	Sonrası	41,00	3,77		
LDL Kolesterol	Arjinin	14	Yükleme	98,81	29,76	1,107	,282
	Plasebo	14	Öncesi	86,53	16,88		
	Arjinin	14	Yükleme	99,91	30,34	1,608	,124
	Plasebo	14	Sonrası	82,04	15,56		
AST	Arjinin	14	Yükleme	36,66	13,29	2,332	,031*
	Plasebo	14	Öncesi	25,66	5,36		
	Arjinin	14	Yükleme	21,33	3,72	-1,034	,314
	Plasebo	14	Sonrası	23,22	4,65		
ALT	Arjinin	14	Yükleme	24,25	8,75	-,222	,827
	Plasebo	14	Öncesi	25,22	11,34		
	Arjinin	14	Yükleme	17,75	8,00	-1,053	,306
	Plasebo	14	Sonrası	22,66	13,36		
GGT	Arjinin	14	Yükleme	17,83	6,43	,297	,769
	Plasebo	14	Öncesi	17,11	3,88		
	Arjinin	14	Yükleme	16,91	6,52	,146	,886
	Plasebo	14	Sonrası	16,55	4,06		
Alkalen Fosfataz	Arjinin	14	Yükleme	84,25	30,86	-1,303	,208
	Plasebo	14	Öncesi	107,77	51,67		
	Arjinin	14	Yükleme	83,83	33,46	-,976	,341
	Plasebo	14	Sonrası	102,00	51,86		
Laktat Dehidrogenaz (LDH)	Arjinin	14	Yükleme	229,41	47,23	2,556	,019*
	Plasebo	14	Öncesi	184,33	27,05		
	Arjinin	14	Yükleme	176,08	45,62	,518	,611
	Plasebo	14	Sonrası	167,11	28,42		

p<0,05 ★

5. TARTIŞMA

Bu çalışma, 14 gün süreyle antrenman öncesi 3 gram ve sonrası 3 gram olmak üzere günlük 6 gram dozundaki oral L-arjinin suplementasyonunun, anaerobik performans ve toparlanma üzerine etkisini araştırılması amacıyla yapılmıştır. Çalışmaya, yaşları 18-30 yıl arasında olan, amatör liglerde aktif futbol oynayan toplam 28 erkek futbolcu gönüllü olarak katılmıştır. Futbolcular arjinin n: 14 ve plasebo n: 14 grubu olmak üzere rastgele iki gruba ayrılmıştır. Araştırmada, 14 gün boyunca araştırmacı tarafından deney grubuna günlük 6 g arjinin yüklemesi ve plasebo grubuna da günlük 6 g buğday kepeği yüklemesi yapılmıştır. Futbolcularda, sağlıklı olmak, kronik veya akut hastalığı olmamak ve herhangi bir nedenle oluşmuş sakatlığa bağlı hareket kısıtlılığı olmamak koşulu aranmıştır. Futbolculara, alkol ve uyarıcı maddeler kullanmamaları, beslenme ve dinlenmelerine özen göstermeleri yönünde uyarılarda bulunulmuştur. L-arjinin suplementi kullanımı konusunda çeşitli deneysel ve klinik araştırmalar yapılmasına rağmen, denek sayısı, branşları, testler ve ölçümler bakımından yapılmış başka bir çalışmaya rastlanılamamıştır.

L-arjinin serbest bir amino asit olarak vücutta var olan, ATP üretimi için üre döngüsünde orta seviyede uzlaştırıcı işleve sahip, hücre çoğaltıcı, damar genişletici, sinir iletimini iyileştiren, kalsiyum salınımını artıran ve bağışıklık sistemini güçlendiren bir maddedir. L-arjinin günümüzde en çok protein besinlerinde bulunmaktadır ve insanlar arjinini normalde günde 5 g'dan fazla almaktadır. Pek çok bilim insanının büyüme hormonu olarak tanımladığı L-arjinin, yaklaşık 25 yıl önce sporcular arasında popüler olmuştur (Imanipour ve ark., 2012).

Çalışmada verilen oral L-arjininin günlük kullanım dozajı 6 gram olarak belirlenmiştir. L-arjinin yüklemesi etkilerinin araştırıldığı çalışmalara bakıldığında, Liu ve ark. (2010) antrenmanlı erkek judoculara günde 6 g, Alvares ve ark. (2012) sağlıklı erkek gönüllülere günlük 6 g, Tang ve ark. (2011) ise sağlıklı genç erkek sporculara günlük 10 g arjinin yüklemesi yapmışlardır.

Besin destekleri genel olarak vitaminler, mineraller, aminoasitler, esansiyel yağ asitleri, posa, çeşitli bitkiler ve bunların ekstralarını de kapsayan geniş bir yelpazeye sahiptir (Tek ve Pekcan, 2008). Bu bilgiler ışığında, araştırmada plasebo grubuna, toparlanma ve anaerobik performansa herhangi bir etkisi olmayacağından dolayı deney grubu ile aynı miktarlarda buğday kepeği verilmiştir. Plasebo kullanılan benzer

çalışmalara bakıldığında, Muazzezaneh ve ark. (2010) sağlıklı erkek atletlere nişasta, Sales ve ark. (2005) antrenmanlı erkek sporculara enerji verici katkı içeren mineralli su, Buford ve Koch (2003) antrenmanlı erkek sporculara sakkaroz (şeker) vermişlerdir.

L-arjinin protein ve nitrik oksit sentezinde önemli rol oynayan bir aminoasittir. NO; Endotelial kaynaklı gevşeme faktörü ve damar genişleten, kan akışını ve kan basıncını ayarlayan bir madde olarak bilinmektedir (Gupta ve ark., 2005). Dolayısıyla L-arjinin insan metabolizmasına girdiği andan itibaren ve düzenli kullanıldığında etkisini gösteren bir aminoasittir. Bu sebeple, çalışmada futbolculara yapılan suplemantasyon 14 gün ile sınırlı tutulmuştur. L-arjinin suplemantasyonu ile ilgili yapılan çalışmalara bakıldığında, Muazzezaneh ve ark. (2010) sağlıklı erkek atletlere 21 gün boyunca arjinin yüklemesi, Santos ve ark. (2002) sağlıklı gönüllülere 15 gün boyunca arjinin yüklemesi, Alvares ve ark. (2012) ise sağlıklı erkek gönüllülere akut arjinin yüklemesi yapmışlardır.

Futbolcuların yaş ortalamaları $21,61 \pm 2,88$ yıl, boy uzunlukları ortalamaları $174,73 \pm 6,64$ cm, vücut ağırlığı ortalamaları $73,07 \pm 9,53$ kg ve beden kitle indeksi ortalamaları da $23,87 \pm 2,26$ kg/m² olarak bulunmuştur. Çalışmaya katılan 28 futbolcu arjinin ve plasebo olmak üzere rastgele iki gruba ayrılmıştır. Grupların antropometrik değerlerinde dengeli bir dağılım söz konusudur. Her iki gruba da ait antropometrik değerler tablo 9 ve 10'da verilmiştir.

Çalışmada futbolcu sayısı 28 olarak belirlenmiştir. L-arjinin suplemantasyonu konusunda yapılan deneysel ve klinik araştırmalara bakıldığında; Angeli ve ark. (2007) 10 deney, 10 kontrol olmak üzere 20 futbolcu, Jang ve ark. (2011) 9 antrenmanlı erkek güreşçi, Penttinen ve ark. (1998) 15 sağlıklı erkek gönüllüde ve McConell ve ark. (2006) ise 9 antrenmanlı erkek ile araştırmalarını yapmışlardır.

Yapılan L-arjinin yüklemesi sonucunda, futbolcuların vücut ağırlığı ve beden kitle indeksinde düşme meydana gelmiş istatistiksel olarak anlamlı farklılık sadece beden kitle indeksi değerlerinde tespit edilmiştir. Çalışma sonucunda, arjinin suplemantasyonunun egzersiz sonrası toparlanmayı hızlandırdığı ve anaerobik performansı artırdığı bulunmuştur. Yapılan test ve ölçümler sonucunda istatistiksel analizlere bakıldığında, laktat, KAS ve RAST değerleri açısından birtakım parametrelerde anlamlı farklılıklar bulunmuş, bazı değerlerin ise anlamlı farklılık ortaya çıkarmadığı görülmüştür. Arjinin yüklemesi sonucunda biyokimyasal test verilerine

bakıldığında, bazı değerlerde iyi yönde anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. Çalışmanın ayrıntılı bulguları ve literatürde yer alan bazı çalışmaların sonuçları aşağıda tartışılarak sunulmuştur.

5.1. L-Arjinin Suplementasyonunun Antropometrik Değerlere Etkisi

Arjinin supplementinin protein sentezini artırarak kas kütesini ve bedendeki yağ miktarını düşürdüğü bilinmektedir. Ayrıca arjinin, antrenmana bağlı olarak üretilen büyüme hormonu salgılanmasını tetikler ve bunun sonucunda büyüme hormonu seviyesi yüksek miktarda olan bir vücut çok çabuk kas kütesini artırır. Kas kütesi yüksek bir vücutta ise kas proteini ve glikojen yerine yağ depolarının yakılması ve eritilmesi artış gösterir. Sonuç olarak arjinin supplementi düzenli kullanıldığında etkisini gösteren ve zayıflama ile ilgilenen insanlar arasında sıkça tercih edilen popüler bir supplementtir.

Sunulan çalışmada, arjinin yüklemesi sonucunda vücut ağırlığı ve BKİ değerlerinde düşme meydana gelmiş, beden kitle indeksi değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($p<0,05$). Plasebo grubuna bakıldığında ise böyle bir farklılığın olmadığı görülmektedir.

Angeli ve ark. (2007), futbolcuları deney (10) ve kontrol (10) gruplarına bölerek 8 hafta boyunca haftada 3 kez ağırlık antrenmanı yaptırmışlardır. Araştırmada deney grubuna günlük 1 g'lık C vitamini takviyesi ile birlikte 3 g arjinin, kontrol grubuna ise 1 g C vitamini vermişlerdir. Araştırmacılar, sekiz haftalık ağırlık antrenmanı sonrasında, vücut ağırlığında ($66,4\pm 6,1 - 67,84\pm 6,8$ kg) ve kas kütesinde ($60,8\pm 6,05 - 62,07\pm 5,9$ kg) artış, yağ kütesinde ($6,02\pm 0,6 - 5,77\pm 0,59$ kg) ve vücut yağ yüzdesinde ($9,45\pm 0,8 - 8,66\pm 0,77$) düşüş bulmuşlardır ($p<0,05$). Sunulan çalışma ile Angeli ve ark. (2007)'nin çalışması, yöntem, egzersiz tipi ve supplementasyonun dozajı ve şekli bakımından farklı olmasına rağmen sonuçta elde edilen bulgular benzerlikler göstermektedir. Angeli ve ark. (2007) deney grubundaki futbolculara 8 hafta boyunca 1 g C vitamini ve 3 g arjininden oluşan bir karışım vermiş, 8 hafta sonunda yağ kütesinde ve vücut yağ oranında düşüş bulmuştur. Sunulan çalışmada ise deney grubundaki futbolculara 2 hafta süresince günlük 6 g arjinin verilmiş, vücut ağırlığı ve beden kitle indeksi bulgularında düşme tespit edilmiştir.

Türk (2007) yaptığı çalışmada 26 futbolcuyu 9 deney, 8 plasebo ve 9 kontrol gruplarına bölerek arjininin aerobik ve anaerobik kapasite üzerine etkilerini

araştırmıştır. Araştırmada, 6 gün boyunca deney grubuna 4x2 dozunda L-arjinin, plasebo grubuna 4x2 dozunda pudra şekeri verilmiş ve kontrol grubuna da herhangi bir madde verilmemiştir. Araştırma sonucunda, futbolcuların vücut ağırlığı ($69,50 \pm 6,42 - 69,84 \pm 6,31$) bulgularında herhangi bir farka rastlanmamıştır ($p > 0,05$). Sunulan çalışma ile Türk (2007)'ün çalışması arasında test ve ölçümler bakımından benzer noktalar bulunmaktadır. Fakat Türk (2007)'ün çalışmasında futbolculara yapılan yüklemenin 6 gün ile sınırlı tutulması vücut ağırlığı bakımından üç grupta da anlamlı bir farklılık ortaya çıkarmamıştır.

Camic ve ark. (2010)'nın yaptığı çalışmada antrenmansız gönüllüleri deney (21) ve kontrol (20) gruplarına bölerek 4 hafta boyunca rekreasyonel aktivite ile birlikte suplemantasyon yapmışlardır. Araştırmada deney grubuna 3 g arjinin, 300 mg üzüm çekirdeği ekstratı (özü) ve 300 mg polietilen glikol, kontrol grubuna ise mikrokristalin selüloz vermişlerdir. 4 haftalık araştırma sonucunda, vücut ağırlığında ($76,2 \pm 9,4 - 77,0 \pm 10,3$) ve beden kitle indeksinde ($24,1 \pm 2,4 - 24,3 \pm 2,7$) anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p > 0,05$). Sunulan çalışma ile Camic ve ark. (2010)'nın çalışması, yöntem, egzersiz tipi ve suplemantasyonun dozajı ve şekli bakımından farklı çalışmalardır. Camic ve ark. (2010)'nın yaptığı çalışma, arjinin alımı ile yapılan hafif şiddette egzersizin vücut ağırlığı ve beden kitle indeksine herhangi bir etkisinin olmadığını göstermektedir.

Burtscher ve ark. (2005)'nin 8 deney ve 8 plasebo grubu olmak üzere 16 atletle yaptığı çalışmada 3 haftalık egzersiz boyunca deney grubuna sakkaroz solüsyonu içerisinde L-arjinin L-aspartat, plasebo grubuna ise sadece sakkaroz vermiştir. 3 haftalık yükleme sonucunda iki grup arasında vücut kütle indeksi (AG: $72,5 \pm 6,5 - 71,8 \pm 5,9$ kg ve PG: $75,5 \pm 11,6 - 75,6 \pm 11,4$ kg) herhangi bir farklılığa rastlanılamamıştır ($p > 0,05$). Burtscher ve ark. (2005)'nin yaptıkları çalışmada L-arjinin L-aspartat suplemantasyonunun egzersiz esnasında vücudun yağ kullanımını ve dolayısıyla yağ yakımını artırdığını bulmuşlardır ($p < 0,05$). Burtscher ve ark. (2005)'nin yaptığı çalışma sunulan çalışmamızla yöntem olarak ne kadar farklılık gösterse de araştırma sonucunda bulunan bazı bulgular çalışmamızı destekler niteliktedir. Sunulan çalışmada, arjinin grubunda vücut ağırlığı ve BKİ değerlerinde düşme meydana gelmiş BKİ değerinde anlamlı farklılık çıkmıştı. Çalışmada bu değerlerdeki düşüşün sebebi olarak da arjinin suplementinin protein sentezini artırarak kas kütlelerini ve bedendeki yağ miktarını

düşürdüğü literatürce desteklenerek söylenmişti. Burtscher ve ark. (2005)'nin arjinin kullanımı sonrası elde ettiği bulgularda ise arjininin yağ kullanımını artırdığı belirtmesi çalışmamızda elde ettiğimiz bulguları destekler niteliktedir.

5.2. L-Arjinin Suplementasyonunun Laktik Asidin Uzaklaştırılmasına Etkisi

Sunulan çalışmada futbolculardan elde edilen bulgularda, deney ve plasebo gruplarında dinlenik laktat seviyelerinde düşme meydana gelmiş fakat anlamlı farklılık sadece plasebo grubunda bulunmuştur ($p<0,05$). Araştırmada her iki grubunda egzersiz sonrası 1. dakika laktat ölçümlerinde anlamlı farklılık meydana gelmiş fakat bu farklılık egzersizin hemen sonrasında laktat seviyesinin ön testte elde edilen verilere göre yükselmesi şeklinde olmuştur ($p<0,05$). Bu durumun sebeplerini değerlendirecek olursak; ikinci (son) test ve ölçümlerden önceki hafta yapılan antrenmanın kapsamı ve yoğunluğu, yapılan antrenmanlarda anaerobik antrenman metotlarına sıkça yer verilmesi veya o hafta oynanan maçın zorluk derecesinin yüksek olmasının olabileceği düşünülmektedir. Diğer bir nedeni de; çalışmaya katılan sporcuların, amatör futbolcu olmaları ve profesyonel sporcu yaşam formunda yaşayamamalarından kaynaklı dönemsel performans farklılıklarından meydana geldiği düşünülmektedir. Dolayısıyla futbolcuların yapmış olduğu antrenmanın kapsamı ve yoğunluğu, oluşabilecek uyku bozuklukları ve düzensizlikleri, yeteri kadar dinlenememe ve dengesiz beslenme gibi toplumsal yaşantılarından kaynaklı etmenler bu yükselmeye sebep olabilir. Ancak elde edilen verilerde, anaerobik egzersiz sonrası laktik asidin en yüksek seviyeye ulaştığı 5. ve 10. dakikalar arası ölçümlerine bakıldığında; yükleme öncesi 5. dakika ölçümü laktik asit seviyesi $10,67\pm 2,83$ iken, 10. dakika ölçümü laktik asit seviyesi $10,99\pm 1,67$ 'ye yükselmiş ve laktat seviyesinde artış meydana gelmiştir. 14 günlük arjinin yüklemesi sonrasında ise, 5. dakika laktik asit ölçümü seviyesi $12,07\pm 2,92$ iken, 10. dakika ölçümünde seviye $11,23\pm 1,97$ 'ye düşmüş ve laktat seviyesinde azalma saptanmıştır. Kısacası, arjinin yüklemesi sonrası deney grubu laktat seviyesinin düştüğü bulunmuştur. Plasebo grubuna bakıldığında ise farklı bir durum ortaya çıkmıştır. Yükleme öncesi 5. dakika ölçümü laktik asit seviyesi $9,66\pm 3,38$ iken, 10. dakika ölçümü laktik asit seviyesi $10,50\pm 2,09$ 'a yükselmiş ve laktat seviyesinde artış meydana gelmiştir. 14 günlük plasebo yüklemesi sonrasında ise, 5. dakika laktik asit ölçümü seviyesi $11,41\pm 2,26$ iken, 10. dakika ölçümünde seviye $12,72\pm 2,78$ 'e yükselmiş ve laktat seviyesinde azalma

meydana gelmemiş, aksine artış saptanmıştır. Plasebo grubunda laktat seviyesinin yükseldiği ve dolayısıyla laktik asit atılımının yavaş olduğu tespit edilmiştir. Bu durum istatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte, arjinin suplementasyonunun laktat eşiğini düşürdüğü, vücuttan laktik asidin uzaklaştırılmasını hızlandırdığı ve toparlanmayı iyileştirdiğini göstermektedir. Çalışmada, arjinin ve plasebo gruplarına ait elde edilen diğer laktat bulgularında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$).

Imanipour ve ark. (2012)'nin yaptığı çalışmada, 2-3 yıl vücut geliştirme sporu yapmış 30 kişi 10'ar kişiden oluşan 3 gruba bölünmüştür. Araştırmada deney gruplarından ilkinde arjinin, ikinci gruba BCAA (branched-chain amino acid) ve kontrol grubuna da herhangi bir madde verilmemiştir. 6 hafta süren antrenman sonucunda, arjinin kullanan grupta istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmasa da bulgular neticesinde 42 gün sonra sporcuların laktat seviyesinde düşme olmuştur. Ayrıca arjinin kullananların amonyum seviyelerinde istatistiksel olarak anlamlı düşme tespit edilmiş ve BCAA kullanan grupta ne laktat ne de amonyum seviyelerinde bir değişme olmamıştır. Çalışma neticesinde üç grubunda laktat konsantrasyonlarında anlamlı bir değişiklik olmamasına rağmen, arjinin kullanan grubun diğer iki gruba karşılaştırıldığında amonyum konsantrasyonunda anlamlı bir azalma tespit edilmiştir. Imanipour ve ark. (2012)'nin yaptığı çalışma sunulan çalışma ile yöntem yönünden farklılık gösterse de elde edilen verilerde her ne kadar anlamlı olmasa da laktat seviyesinde meydana gelen düşüş yönünden benzerlik göstermektedir.

Chen ve ark. (2010) 16 bisikletçiyi deney (8) ve plasebo (8) grupları olmak üzere ikiye bölerek 3 hafta suplementasyon ve egzersiz yaptırmışlardır. Araştırmacılar 3 hafta sonunda arjinin desteği alan grupta, anaerobik eşik birinci haftada %16,7 ($2,38\pm 0,18$ L/min, $p<0,01$) arttığını ve etkisini 3. haftaya kadar %14,2'lik ($2,33\pm 0,44$ L/min, $p<0,01$) bir yüzdeyle devam ettirdiğini bulmuşlardır. Kontrol grubunda ise 1. ve 3. haftalardaki anaerobik eşikte değişme olmamıştır ($1,88\pm 0,20$ L/min – $1,86\pm 0,21$ L/min). Chen ve ark. (2010) yaptıkları çalışmada birinci ve üçüncü haftada anaerobik eşik arjinin alan grupta plasebo grubuna göre daha fazla olduğunu bulmuşlardır. Sunulan çalışmaya bakıldığında Chen ve ark. (2010)'nin yaptığı çalışma ile egzersiz sonrası toparlanma yönünden birbirlerini destekler niteliktedir. Chen ve ark. (2010) 3

haftalık suplementasyon sonrası anaerobik eşikte artış tespit ederken sunulan çalışmada ise laktik asidin uzaklaştırılmasının hızlandığı saptanmıştır.

Muazzezaneh ve ark. (2010) sağlıklı erkek atletleri deney ve plasebo grupları olmak üzere ikiye bölerek 21 gün boyunca deney grubuna günlük 5 g arjinin, plasebo grubuna ise günlük aynı miktarda nişasta yüklemesi yapmıştır. Muazzezaneh ve ark. (2010) atletlere conconi testi uygulamış ve laktat ölçümlerini antrenmandan önce, hemen sonra ve 30 dakika sonra yapmışlardır. Araştırma neticesinde ön test ve son test değerlerinde arjinin grubunun antrenman öncesi yapılan ölçümlerinde bir fark bulamazken antrenman sonu yapılan her iki ölçümlerinde de kan laktat seviyesinin plasebo grubuna kıyasla azaldığını bulmuşlardır ($p<0,05$). Muazzezaneh ve ark. (2010)'nın yaptığı çalışma test ve ölçümlerin yöntemi bakımından sunulan çalışma ile farklılık göstermesine rağmen sonuçta elde edilen bulgular birbirlerini desteklemektedirler. Her iki çalışmada da arjinin supplementinin kan laktat seviyesini azalttığı, atılımını hızlandırdığı ve kas yorgunluğu üzerinde yararlı etkileri olduğu bulunmuştur.

Buford ve Koch (2003) 10 erkek sporcuya 3 hafta boyunca planlanmış dayanıklılık ve sprint egzersizi yaptırmışlardır. Çalışmada deney grubuna GAKIC (2 g glisin plus (amino asit), 6 g arjinin plus, 3,2 g ketoisocaproic asit kalsiyum tuz= 11,2 g) suplementasyonu, plasebo grubuna ise 9,46 g sakkaroz (şeker) desteği vermişlerdir. Araştırmada supplementler üç parçaya bölünüp, egzersizden 10, 30 ve 45 dakika önce 335 ml soğutulmuş kızılçık suyu ile sporculara verilmiştir. Sporcular 2 dakika ısındıktan sonra, bisiklet ergometresinde sabit bir direnç ile 30 saniye normal tempo 10 saniye sürat, 20 saniye normal tempo 10 saniye sürat, 20 saniye normal tempo 15 saniye sürat ve son 15 saniye normal tempo ile ısıtılmışlardır. Isınmadan 3 dakika sonra 2 set halinde 5 seri; 10 saniye sprint 50 saniyelik dinlenme aralıkları ile wingate bisiklet ergometresinde teste tabi tutulmuşlardır. Araştırmanın sonucunda, egzersiz öncesi ve sonrası ölçümlerde laktat konsantrasyonunda anlamlı bir artış bulmuş fakat iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığa rastlamamışlardır. Buford ve Koch (2003)' un yaptığı çalışma sunulan çalışma ile yöntem olarak çok farklı olmasına rağmen yüklenen arjinin miktarı aynı seviyededir. Sonuçların karşılaştırılmasına bakıldığında ise yapılan çalışmalar laktat konsantrasyonundaki artış ve iki grup arasında farklı sonuçlar çıkmaması nedeniyle benzerlikler göstermektedir.

Yavuz (2007) akut arjinin suplemantasyonunun laktat eşiği üzerine etkisini araştırdığı çalışmada 9 erkek güreşçiye test ve tekrar testi olmak üzere 8 gün arayla iki test protokolü uygulamıştır. Aynı sporcular üzerinde yapılan çalışmada, güreşçiler rastgele ikiye ayrılmış ve gruplardan birisi ilk test öncesi 1,5 gram/10 kg vücut ağırlığı arjinin almış, diğer grup aynı miktarlarda ilk test öncesi buğday kepeği ve ikinci test öncesi de arjinin almıştır. Çalışmada egzersiz bisiklet üzerinde 90 wattlık iş yükünde başlatmış ve yükü her üç dakikada bir 30 watt artırmıştır. Egzersiz, güreşçiler istenilen iş yükünde performansı sürdüremeyecek duruma gelene kadar yapılmıştır. Çalışma sonucunda, aynı iş yüklerinde ortalama laktik asit değerleri açısından arjinin ve plasebo arasında bir fark saptanmamıştır. Sabit iş yüklerine karşı laktat konsantrasyonları grafiğinde ise sağa kayma tespit etmiştir. Yavuz (2007)'un yaptığı çalışma ile sunulan çalışmaya bakıldığında, Yavuz (2007) akut arjinin suplemantasyonunun egzersiz performansı üzerine etkili olabileceğini ortaya koymuş ve sunulan çalışmayı destekler nitelikte veriler elde etmiştir.

Wilkerson ve ark. (2004) 7 gönüllü sağlıklı erkek ile yaptıkları çalışmada, gönüllülere NG-nitro-L-arjinin metil ester (L-NAME) yüklemesi yapmışlar ve bisiklet ergometresi testi uygulamışlardır. Elde edilen sonuçlarda, egzersiz başlangıcında L-NAME suplemantasyonu yapılan grubun kan laktat seviyesi kontrol grubuna göre yüksek olmasına rağmen, egzersiz sonrasında aralarında anlamlı bir farklılık kalmamıştır ve L-NAME grubunda kan laktat birikmesi anlamlı seviyede düşüş göstermiştir ($p<0,05$). Ortaya çıkan bu bulgular neticesinde Wilkerson ve ark. (2004)'nın laktat seviyesinde bulmuş oldukları bu düşüş, yapmış olduğumuz çalışmanın bulguları ile benzerlikler göstermektedir.

Doutreleau ve ark. (2005) kalp yetmezliği bulunan hastalarla yaptıkları çalışmada gönüllülere önce herhangi bir madde vermeden, daha sonrada akut ve kronik arjinin suplemantasyonu yaparak bisiklet ergometre testi uygulamışlardır. Sporculara 6 hafta boyunca günde 12 g (6x2) arjinin vermişlerdir. Doutreleau ve ark. (2005)'nin elde ettiği verilerde, kronik arjinin yüklemesi sonucunda egzersiz sonrası egzersiz kaynaklı plazma laktat yoğunlaşmasının azaldığını bulmuşlardır. Çalışmada, akut takviyesinden farklı olarak kronik arjinin yüklemesi yapıldığında vücutta dolaşan plazma laktat seviyesinin azaldığını bulmuşlardır ve sunulan çalışma ile elde edilen veriler neticesinde benzerlikler göstermişlerdir.

5.3. L-Arjinin Suplemantasyonunun Kalp Atım Sayısına Etkisi

Spor bilim literatüründe, futbolcuların maç boyunca ihtiyaç duyduğu metabolik talepleri ve aktivite profilleri özellikle son yıllarda geniş ölçüde çalışılmıştır. Çalışmalar gösteriyor ki bir futbol maçında ortalama kalp atım sayısı 155-172 atım/dk arasındadır. Bu durumda yaklaşık %85 maksimum kalp atım sayısına tekabül etmektedir ve bu göreceli iş yükü anaerobik eşiğe yakın bir değerdir (Aslan ve ark., 2012).

Sunulan çalışmada futbolculardan elde edilen bulgularda, hem deney hem de plasebo gruplarında dinlenik ve 1. dakika KAS ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur. Deney grubunda arjinin yüklemesi sonrası dinlenik KAS seviyesi düşük tespit edilmiş ($p<0,05$), egzersiz sonrası 1. dakika KAS ölçümü seviyesinde düşme meydana gelmiş ve anlamlı farklılık saptanmıştır ($p<0,01$). Diğer gruba bakıldığında plasebo yüklemesi sonrasında da dinlenik KAS ve egzersiz sonrası 1. dakika KAS ölçümü seviyesinde düşme meydana gelmiş ve anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0,05$). Başlangıç evresi aynı olan ve aynı antrenman programına katılım gösteren futbolcularda her iki grubun da benzer özellikler göstermesi arjinin suplemantasyonunun kalp atım sayısına herhangi bir etkisinin olmadığını akla getirmektedir. Fakat elde edilen sonuçlar incelendiğinde, 14 günlük yükleme sonrası arjinin kullanan futbolcuların yükleme öncesi değerlere kıyasla kalp atım sayısındaki düşüşün plasebo grubuna göre istatistiksel olarak anlamlılık düzeyi daha belirgin; dolayısıyla toparlanmanın da daha hızlı seviyelerde olduğu görülmelidir. Arjinin suplemantasyonu sonrası kalp atım sayısındaki bu düşüşün toparlanmaya da olumlu etkisi olacağı düşünülmektedir. Çalışmada, arjinin ve plasebo gruplarına ait elde edilen diğer KAS bulgularında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır ($p>0,05$).

Liu ve ark. (2010) judo sporu yapan 10 erkek beden eğitimi öğrencisi ile yaptıkları çalışmada, öğrencileri arjinin ve kontrol grubu olarak gruplandırmış ve bütün sporculara 3 günlük aralıklı anaerobik bisiklet testi uygulamıştır. Tüm sporcular arjinin ve plasebo olmak üzere iki denemeye tabi tutulmuş ve arjinin grubuna günde 6 g arjinin verilmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen sonuçlara bakıldığında, her iki çalışmada da egzersiz öncesi benzer kalp atım sayısı değerlerine rastlanmıştır ($51,6\pm 2,2; 53,1\pm 2,4$). Araştırmada, egzersiz sonrası periyoda bakıldığında ise sporcuların kalp atım sayıları egzersiz öncesi seviyeye kıyasla anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. Ama egzersiz

öncesi ve sonrası kalp atım sayısı değerlerindeki yükselme ve düşüşe bakıldığında, araştırmacılar iki deneme arasında herhangi bir zaman noktasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulamamışlardır. Liu ve ark. (2010)' nın yaptığı çalışma ile sunulan çalışma sonucunda elde edilen bulgular incelendiğinde, günlük suplemantasyon dozajı olarak benzerlik gösterse de gerek süreç gerekse ölçüm ve testler bakımından farklılık göstermektedirler. Nitekim her iki çalışmada da gruplar arası KAS değerlerinde anlamlı farklılık çıkmamış, araştırma sonucu elde edilen değerlerde deney ve plasebo gruplarına ait yükseliş ve düşüşler benzerlik göstermiştir. Ama sunulan çalışmada futbolcularda ön test ve son test sonrası dinlenik ve 1. dakika kalp atım sayılarında anlamlı düşüş olmuştur.

Sales ve ark. (2005) 12 antrenmanlı erkek sporcu ile yaptıkları çalışmada sporcuları arjinin, plasebo ve kontrol olmak üzere gruplara ayırmış ve çalışmanın protokolünde her bir gönüllü araştırma sürecini, aynı kriterleri uygulayarak 4 defa gerçekleştirmişlerdir (arjinin, plasebo, kontrol, adaptasyon). Çalışmanın suplemantasyonunda arjinin grubuna enerji verici katkı içermeyen 250 ml mineralli su ile birlikte 1,5 gramlık 3 tablet halinde 4,5 gram arjinin, plasebo grubuna ise 250 ml enerji verici katkı içeren mineralli su verilmiştir. Egzersiz için her iki dakikada bir artış gösteren ergometre bisikleti kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara bakıldığında Sales ve ark. (2005) kalp atım sayısı değerlerinde arjinin grubunda gelişim kaydetmesine rağmen üç grup arasında anlamlı bir farklılık bulamamışlardır (Arjinin: 184 ± 3 - Plasebo: 185 ± 4 - Kontrol: 185 ± 4). Bu yönden bakıldığında Sales ve ark. (2005)' nın yaptığı çalışma ile sunulan çalışma arasında birbirini destekler nitelikte benzerlikler vardır. Sunulan çalışmada da arjinin grubunun suplemantasyon sonrası kalp atım sayısında plasebo grubuna kıyasla daha fazla gelişim olduğu kaydedilmiş fakat iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Bescos ve ark. (2009), 9 atlet ile yüksek dozlardaki L-arjinin ile zenginleştirilmiş diyet ya da takviyenin etkisini belirlemek için yaptığı araştırmada, çalışma dönemleri arasında 4 günlük arınma periyotları ile birbirini takip eden 3 gün boyunca 3 farklı suplemantasyon uygulamıştır. Bu suplemantasyonlar; kontrol diyeti günlük $5,5\pm0,3$ g arjinin, diyet 1 (arjinin yönünden zengin besinler) günlük $9,0\pm1,1$ g arjinin ve diyet 2 (kontrol diyetine benzer ancak günlük 15 g oral takviye içerir) $20,5\pm0,3$ g arjinin şeklindedir. Sporcular suplemantasyon ile birlikte submaksimal koşu

bandı testine katılmışlar ve kalp atım sayısı ölçümleri yapılmıştır. Bescos ve ark. (2009) çalışma sonucu elde ettiği verilerde 3 deneme arasında kalp atım sayısı açısından anlamlı bir farka rastlamamışlardır ($p>0,05$). Bescos ve ark. (2009)'nın yapmış olduğu araştırma yöntem olarak çalışmamız ile çok farklı olmasına rağmen araştırmacılarda arjinin suplementasyonu sonrası gruplar arasında bir farklılığa rastlamamışlardır.

Burtscher ve ark. (2005)'nin 8 deney ve 8 plasebo grubu olmak üzere 16 atletle yaptığı çalışmada ise submaksimal bisiklet ergometresi ile ön test son test protokolü uygulanarak 3 haftalık egzersiz boyunca deney grubuna sakkaroz solüsyonu içerisinde L-arjinin L-aspartat (günlük 3 g), plasebo grubuna ise sadece sakkaroz vermişlerdir. Çalışma sonucunda Burtscher ve ark. (2005) L-arjinin-L-aspartat alan grupta 50, 100 ve 150 wattlık iş yükü değerlerinde kalp atım sayısında düşme tespit etmişler ve istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulmuşlardır ($p<0,05$). Bu durum L-arjinin supplementinin L-aspartat ile birlikte alındığında performansı ve toparlanmayı geliştireceği fikrini akla getirmektedir.

Willoughby ve ark. (2011) 24 erkek sporcu ile yaptığı çalışmada sporcuları deney ve plasebo grubu olarak sınıflandırmış ve deney grubuna 7 gün boyunca günlük 12 g arjinin vermiştir. Willoughby ve ark. (2011)'nin elde ettiği sonuçlara göre, arjinin yüklemesi sonrası deney grubunda egzersizin hemen sonrası alınan kalp atım sayısında yükleme öncesi seviyeye göre düşüş meydana gelirken, plasebo grubunda yükselme görülmüştür. Bu durum arjinin kullanımının egzersiz sonrası toparlanmayı hızlandıracağını düşündürmektedir. İki grup karşılaştırıldığında ise istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). Willoughby ve ark. (2011) elde ettikleri kalp atım sayısı verilerinde sunulan çalışmadan farklı olarak yükleme sonrası bulgularda yükleme öncesi bulgulara göre arjinin grubunda düşüş, plasebo grubunda ise yükselme tespit etmişlerdir. Sunulan çalışma ile ortaya çıkan bu farklılığın nedeninin; araştırmacıların yapmış oldukları günlük arjinin supplementasyonunun yüksek dozda olmasından kaynaklı olduğu fikrini akla getirmektedir. İki grubun karşılaştırılması ise çalışmamızla benzer sonuçlar vermiştir.

Doutreleau ve ark. (2005) kalp yetmezliği bulunan hastalarla yaptıkları çalışmada, gönüllülere önce herhangi bir madde vermeden, daha sonrada akut ve kronik arjinin supplementasyonu uygulayarak bisiklet ergometresinde egzersiz yaptırmışlardır. Hastalar 6 hafta boyunca günde 2 defa 6 g (12 g) arjinin kullanmışlardır. Araştırmada

elde edilen sonuçlarda, akut ve kronik L-arjinin yüklemesi sonrası gönüllülerin dinlenik kalp atım sayılarında anlamlı düşüş tespit etmişlerdir ($p<0,05$). Doutreleau ve ark. (2005) yapmış oldukları araştırmada farklı gönüllü grubuna farklı yöntemlerle arjinin suplemantasyonu uygulamış ve sunulan çalışma ile benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

5.4. L-Arjinin Suplemantasyonunun Anaerobik Güç ve Yorgunluk Endeksine Etkisi

Sunulan çalışmada futbolculardan elde edilen bulgularda, hem arjinin hem de plasebo gruplarında anaerobik güç değerlerinde yükselme, yorgunluk endekslerinde ise düşüş bulunmuş fakat elde edilen sonuçların hiçbirinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmemiştir ($p>0,05$). Yapılan çalışmada futbolculara, arjinin ve plasebo yükleme öncesinde ve sonrasında protokolüne uygun bir şekilde RAST testi uygulanmış ve tüm futbolcuların maksimum güç, minimum güç, ortalama güç ve yorgunluk endeksi değerleri alınmıştır. Test sonuçlarına bakıldığında, her iki grupta da maksimum güç ve ortalama güçte yükleme öncesi ölçümlerle kıyaslandığında neredeyse aynı seviyelerde artış meydana gelmiş, yorgunluk değerlerinde ise yükleme öncesi değerlere göre düşüş meydana gelmiştir. Bu durum her iki grupta da 2 haftalık yükleme sürecinde anaerobik güçte yükselme olduğunu göstermektedir. Anaerobik güç değerlerindeki iki grup arasındaki farka bakıldığında ise yükleme öncesi ve sonrası yapılan ölçümlerde minimum güç bulgularında farklılık olduğunu görülmektedir. Arjinin ve plasebo yüklemeleri öncesi yapılan testlerde her iki grubunda minimum güç değerleri neredeyse aynı seviyelerde tespit edilmiş fakat yükleme sonrası minimum güç değerlerinde arjinin grubunda yükselme, plasebo grubunda ise düşüş bulunmuştur. Bu durum arjinin suplemantasyonunun; anaerobik gücün alt sınır değerlerinde yükselme meydana getirdiğini, futbolcuların performansını olumsuz yönde etkileyecek bir seviyenin altına düşmesini engellediğini, sporcuların yorgunluğa karşı koyma yeteneklerini geliştirerek daha geç yorulmalarını sağladığı ve anaerobik performansı iyileştireceği fikrini akla getirmektedir.

Türk (2007) futbolcularla yaptığı çalışmada arjininin aerobik ve anaerobik kapasite üzerine etkilerini araştırmıştır. Araştırmada 6 gün boyunca deney grubuna günlük 8 g arjinin, plasebo grubuna aynı miktarda pudra şekeri yüklemesi yapılmış, kontrol grubuna herhangi bir madde verilmemiştir. Yükleme öncesi ve sonrası anaerobik güç RAST testi ile ölçülmüştür. Elde edilen bulgularda, üç grupta

anaerobik güç değerleri son test ölçümlerinde ön test ölçümleri ile kıyaslandığında anlamlı olarak artmış ve yükleme sonucu anaerobik güç değerlerinde gruplar arası istatistiksel fark saptamışlardır ($p<0,05$). Türk (2007)'ün yaptığı çalışma ile sunulan çalışma kıyaslandığında benzer bulgulara rastlandığı görülmektedir. İki çalışmada da elde edilen bulgularda yükleme sonrası tüm futbolcularda anaerobik güçte artış saptanmıştır.

Santos ve ark. (2002) kas yorgunluğunun fizyolojik sürecine bakmak için 12 gönüllü ile 2 aşamadan oluşan bir çalışma yapmışlardır. Çalışma aşama 1 ve aşama 2 olarak ikiye ayrılmıştır. 1. aşama 1 hafta süren kontrol aşaması, 2. aşama ise 15 gün boyunca 3 g arjinin yüklemesi yapılan süreçten oluşmuştur. Yapılan izokinetik çalışmada, ikili değerlendirme üzerinden diz ekstansiyon ve fleksiyonuna bakılarak egzersiz yorgunluk endeksleri değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlarda, arjinin yüklemesi sonucunda yorgunluk endekslerinde düşüş ve diz ekstansiyon hareketinin yorgunluk endekslerinde 1. ve 2. aşama arasında anlamlı fark bulunmuştur ($p<0,05$). Santos ve ark. (2002)'nin arjinin yüklemesi sonrası yorgunluk endeksinde bulmuş oldukları düşüş sunulan çalışma ile benzerlik göstermektedir.

Jang ve ark. (2011) 9 antrenmanlı güreşçi ile yaptıkları çalışmada, güreşçileri plasebo, karbonhidrat ve karbonhidrat+BCAA+arjinin grupları olmak üzere üç gruba ayırmışlardır. Güreşçileri üç maçlık bir değerlendirme sürecine almışlar ve 2. maç bittiğinde güreşçilere suplemantasyon yapmışlardır. Yükleme sonucu bisiklet ergometresinde performans testi uygulanan güreşçilerin zirve ve ortalama güç değerleri alınmıştır. Elde edilen sonuçlara bakıldığında besin takviyesi yüklemesi sonucunda üç grubunda zirve ve ortalama güçlerinde herhangi bir değişiklik olmadığı gözlenmiştir ($p>0,05$). Jang ve ark. (2011)'nin yapmış oldukları çalışma yöntem ve elde edilen bulgular neticesinde sunulan çalışma ile farklılık göstermektedir. Bu farklılığın; arjinin yüklemesinin antrenman ile birlikte yapılmamasından, akut olmasından ve düzenli olmamasından kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

Buford ve Koch (2003) 10 erkek sporcuya 3 hafta boyunca planlanmış dayanıklılık ve sprint egzersizi yaptırmışlardır. Çalışmada deney grubuna GAKIC (2 g glisin plus (amino asit), 6 g arjinin plus, 3,2 g ketoisocaproic asit kalsiyum tuz= 11,2 g) suplemantasyonu, plasebo grubuna ise 9,46 g sakkaroz (şeker) desteği vermişlerdir. Sporcular 2 set halinde 5 seri; 10 saniye sprint 50 saniyelik dinlenme aralıkları ile

wingate bisiklet ergometresinde teste tabi tutulmuşlardır. Performans verilerinden elde edilen sonuçlara göre; araştırmacılar ortalama güçte iki grup arasında anlamlı fark bulmuşlardır. Ayrıca iki grup karşılaştırıldığında sprint 1 ve 2 arasındaki düşüş GAKIC grubunda plaseboya göre daha azdır ($p<0,05$). Çalışmada zirve güç ile yorgunluk endekslerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark ortaya çıkmamıştır ($p>0,05$). Buford ve Koch (2003)'un arjinin yüklemesi sonrası elde ettikleri verilerde sporcuların yorgunluğa karşı koyma yeteneklerinin arttığını bulması çalışmamızı destekler niteliktedir.

5.5. L-Arjinin Suplementasyonunun Biyokimyasal Değerlere Etkisi

Sunulan çalışmada arjinin yüklemesi yapıldığında futbolcuların trigliserid, AST, ALT ve laktat dehidrogenaz değerlerinde anlamlı farklılıklar tespit edilmiş, değişimler vücut normal değer aralığında olmuştur ($p<0,05$). Diğer bulgularda ise istatistiksel olarak anlamlı farklılık ortaya çıkmamış ve elde edilen sonuçların tamamı normal biyokimyasal değer aralığında bulunmuştur ($p>0,05$). Arjinin kullanan futbolcularda yükleme öncesi normal değer aralığının üzerinde olan AST enzimi yükleme sonrası normal değer aralığına düşmüştür. Bu durum, arjinin kullanımının karaciğer enzimleri üzerinde bir dezavantaj oluşturmadığı gibi, enzimleri iyileştireceğini akla getirmektedir. Ayrıca kuvvetli, ağır ve aşırı egzersiz sonrası oluşan kas hasarı nedeniyle yükselen, pirüvatın laktata çevriminde görevli hücre içi bir enzim olan laktat dehidrogenaz da arjinin yüklemesi sonucu düşüş görülmüştür. LDH enzim değerlerinde meydana gelen bu düşüş, kas hasarını hızlı iyileştirdiği için toparlanmayı da hızlandıracaktır. Laktik asit hücre içini asitlendirir ve asitlenen hücre hasar görür. Bu yüzden laktat dehidrogenaz enziminin hızlı bir şekilde düşüş göstermesi toparlanma ve yenilenme için önemlidir. Hücreler asitlenmek yerine alkali olmalıdır. İki grubun karşılaştırılması yapıldığında ise gene AST ve laktat dehidrogenaz enzimlerinde yükleme öncesi anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0,05$). Yükleme öncesi arjinin grubunda kritik derecede yüksek olan bu enzimler yükleme sonrası düşmüş, normalleşmiş ve farklılık ortadan kalkmıştır. Bu durum, arjinin suplementasyonunun LDH enzimi değerlerini düşürmesi nedeniyle, ağır egzersiz sonrası oluşan kas hasarını iyileştirecek ve toparlanmayı da hızlandıracaktır. Plasebo grubunda yalnızca alkalin fosfataz enziminde bir düşüş olmuş ve anlamlı farklılık oluşmuştur. Tüm bu değişimlere plasebo grubunda rastlanamaması da arjinin yüklemesinin vücut biyokimyasal

değerlerine bir zararı olmadığını, arjinin supplementinin metabolizmaya, performansa, toparlanmaya olumlu etkisinin olduğunu ve güvenilir bir besin desteği olduğu fikrini akla getirmektedir.

Gupta ve ark. (2005) farelerle yaptıkları çalışmada, fareleri deney ve kontrol grupları olmak üzere ikiye bölmüşler ve deney grubuna arjinin yüklemesi yapmışlardır. Araştırmacılar yükleme öncesi ve sonrası deneklerin laktat dehidrogenaz seviyelerini ölçmüşler ve yükleme sonrası arjinin grubunda laktat dehidrogenaz seviyesini kontrol grubuna göre daha düşük bulmuşlardır. Gupta ve ark. (2005) arjinin yüklemesinin laktat dehidrogenaz seviyesinin düşüreceğini ve bu sebeple hücre hasarını ve toparlanmasını iyileştireceğini destekler nitelikte sonuçlar elde etmişlerdir. Bu bulgular ışığında, laktat dehidrogenaz seviyesinin düşük olması, performansı ve toparlanmayı iyileştireceği fikrini düşündürmektedir. Gupta ve ark. (2005) sunulan çalışma ile benzer sonuçlar bulmuşlar ve bulgularımızı desteklemişlerdir.

Sales ve ark. (2005) 12 antrenmanlı erkek sporcu ile yaptıkları çalışmada sporcuları arjinin, plasebo ve kontrol olmak üzere üç gruba ayırmış ve arjinin grubuna günlük 4,5 g arjinin yüklemesi yapmışlardır. Araştırmacılar yükleme öncesi ve sonrası sporcuların üre ve kreatin değerlerine bakmışlardır. Sales ve ark. (2005)'nin elde ettikleri sonuçlara göre arjinin yüklemesi sonucu sporcuların üre ve kreatin değerlerinde anlamlı bir farklılık olmamıştır (Üre: $42,56 \pm 2,58$ – $44,44 \pm 2,59$ Kreatin: $2,19 \pm 0,31$ – $2,55 \pm 0,30$). Sunulan çalışmada da arjinin yüklemesi sonrası üre ve kreatin değerlerinde bir değişim olmamıştır. Bu sebeple Sales ve ark. (2005)'nin yapmış olduğu çalışma sunulan çalışmayı ve arjininin güvenilirliğini destekler niteliktedir.

Maxwell ve ark. (2001) farelerle yapmış oldukları çalışmada farelere içme suyu ile birlikte 4-8 hafta L-arjinin supplementasyonu yapmış ve farelerin kolesterol seviyelerini ölçmüştür. Araştırmacılar elde ettikleri sonuçlarda L-arjinin supplementasyonunun farelerin kolesterol seviyelerinde bir etkisi olmadığını bulmuşlardır.

Yaman (2006) futbolculara 7 gün boyunca günlük 6 g arjinin yüklemesi yaptığı çalışmasında sporcuların üre, trigliserid, HDL ve LDL gibi biyokimyasal parametrelerine bakmıştır. Yaman (2006) elde ettiği bulgularda, arjinin yüklemesi sonrası üre değerlerinde anlamlı düzeyde bir artış bulmuştur ($p < 0,05$). Çalışmada elde ettiği diğer verilerde; yükleme sonrası trigliserid ve HDL seviyesinde azalma, LDL

seviyesinde de artış bulmasına rağmen anlamlı bir fark saptamamıştır. Yaman (2006) çalışmada, ön test ve son test verileri arasında plasebo ve kontrol grubunda hiçbir veride anlamlı bir farklılığa rastlamamıştır ($p < 0,05$). Yaman (2006)'ın yapmış olduğu çalışmada elde ettiği bulgular, sunulan çalışmayı destekler nitelikte değildir. Bu farklılığın nedeninin sporcuların beslenme alışkanlıklarından kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

El-Kirsh ve ark (2011) farelerle yaptıkları çalışmada yüksek yağ ve kolesterol diyeti ile alınan L-arjinin veya L-sitrulin supplementinin biyokimyasal parametrelere etkisini araştırmışlardır. Çalışmada denekler 6 gruba ayrılmışlardır. Bu gruplar; grup 1- kontrol, grup 2- basal diyet+L-arjinin, grup 3- basal diyet+L-sitrulin, grup 4- yüksek yağ ve kolesterol diyeti (HFC), grup 5- HFC diyet+L-arjinin, grup 6- HFC diyet+L-sitrulin olarak belirlenmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen verilerde L-arjinin ve L-sitrulin suplementasyonlarının ALT ve AST enzimlerinde anlamlı düşüş meydana getirdiğini bulmuşlar ve arjinin ve sitrulin supplementlerinin metabolizma için koruyucu etkisi olduğunu ifade etmişlerdir. Çalışmada grup 3 ve grup 4'ün üre seviyelerinde grup 1 ve grup 2 ile karşılaştırıldığında anlamlı artış olmuş, grup 5 ve grup 6'nın üre seviyelerinde ise grup 3 ve grup 4 ile karşılaştırıldığında anlamlı düşüş meydana gelmiştir. Araştırmacılar bu durumu, supplementler böbrekte herhangi bir hasar oluşturmuyor olarak ifade etmişlerdir. Ayrıca çalışma gösteriyor ki yüksek yağ ve kolesterol diyeti HDL kolesterolde önemli bir düşüşe neden olmuş fakat diğer bütün lipid parametrelerde kontrol grubu ile karşılaştırıldığında yükselmeye neden olmuştur. Çalışmada deneklerin total kolesterol, kreatinin, LDL kolesterol ve HDL kolesterol gibi biyokimyasal parametrelerine de bakılmış ve bu sonuçlarda da yüksek yağ ve kolesterol diyetinde arjinin ve sitrulin kullanan deneklerin kolesterol, kreatinin, LDL kolesterol değerleri düşük HDL kolesterol değeri ise yüksek çıkmıştır. Bu sonuçlar, arjinin ve sitrulin suplementasyonunun serum lipid profilinde azalma ve HDL kolesterolde yükselme meydana getirdiğini göstermektedir. Ayrıca arjinin ve sitrulin supplementlerinin yüksek yağ ve kolesterol diyetlerinin vücuda verdiği hasarı engellediğini göstermektedir. El-Kirsh ve ark (2011)'nin yapmış olduğu çalışma, arjinin suplementasyonunun canlı metabolizmasında yapmış olduğu olumlu etkiler ve arjinin supplementinin güvenilirliği bakımından sunulan çalışmayı desteklemektedir.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, 14 gün süreyle antrenman öncesi 3 gram ve sonrası 3 gram olmak üzere günlük 6 gram dozundaki oral L-arjinin suplemantasyonunun, anaerobik performans ve toparlanma üzerine etkisi araştırılmıştır. Çalışma, amatör ligde futbol oynayan erkek sporcular üzerinde yapılmıştır. Futbolcuların iki basamaklı ön test-son test yöntemi kullanılarak günlük yaşantı ve antrenman program sistemi bozulmadan 14 gün zaman aralığı ile eşit fiziki şartlarda bazı parametreleri alınmıştır. Sunulan çalışma ile futbolcuların; anaerobik performansına, biyokimyasal (High Density Lipoprotein (HDL), Low Density Lipoprotein (LDL), Trigliserit, Üre, Kreatinin, Laktat Dehidrogenaz (LDH), Alkale Fosfataz (ALP), Gama Glutamil Transferaz (GGT), Alanin Aminotransferaz (ALT), Aspartat Aminotransferaz (AST), Total Kolesterol) parametrelerine, toparlanmasına ve antropometrik özelliklerine L-arjinin suplementinin etkisinin olup olmadığı tespit edilmiştir.

Yapılan test ve ölçümlerde şu sonuçlara varılmıştır:

Çalışmada, arjinin yüklemesi vücut ağırlığı ve BKİ değerlerinde düşmeye neden olmuş, beden kitle indeksi değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0,05$). L-arjinin suplemantasyonu yağ kaybında etkili olmuştur. Plasebo grubuna bakıldığında ise böyle bir farklılık olmamıştır ($p>0,05$).

Çalışma sonucunda ortaya çıkan bulgularda, deney ve plasebo gruplarında dinlenik laktat seviyeleri düşmüş, fakat anlamlı farklılık sadece plasebo grubunda bulunmuştur ($p<0,05$). Araştırmada iki grubun da egzersiz sonrası 1. dakika laktat ölçümlerinde anlamlı farklılık bulunmuş, fakat bu farklılık egzersizin hemen sonrasında laktat seviyesinin ön testte elde edilen verilere göre yükselmesi şeklinde olmuştur ($p<0,05$). Anaerobik egzersiz sonrası laktik asidin en yüksek seviyeye 5. ve 10. dakikalar arası ulaştığı bilinmektedir. Elde edilen sonuçlara göre, 14 günlük arjinin yüklemesi sonrası anaerobik performans testi uygulanan deney grubu kan laktik asit ölçümü seviyelerine bakıldığında; dinlenik laktat seviyesine göre 1. dakika laktat seviyesinde artış meydana gelmiş, 1. dakika laktat seviyesine göre de 5. dakika laktat seviyesinde hızlı bir artış meydana gelmiştir. Fakat 10. dakika laktat seviyesine bakıldığında, diğer sonuçların tersine 5. dakikaya göre düşme tespit edilmiştir. Kısacası 5. ve 10. dakikalar arasında kan laktik asit seviyesinde azalma bulunmuştur. Bu sonuç, istatistiksel olarak farklılık çıkarmasa da, arjinin suplemantasyonunun laktat eşliğini

düşürdüğünü, vücuttan laktik asidin uzaklaştırılmasını hızlandırdığını ve toparlanmayı iyileştirdiğini göstermektedir.

Çalışmada futbolculardan elde edilen verilerde, deney ve plasebo gruplarında dinlenik ve 1. dakika KAS ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Deney grubunda arjinin yüklemesi sonrası dinlenik KAS seviyesi düşme meydana gelmiş ($p<0,05$), egzersiz sonrası 1. dakika KAS ölçümü seviyesinde düşüş tespit edilmiş ve anlamlı farklılık saptanmıştır ($p<0,01$). Plasebo grubuna bakıldığında yükleme sonrasında dinlenik KAS ve egzersiz sonrası 1. dakika KAS ölçümü seviyesinde düşme meydana gelmiş ve anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0,05$). KAS ölçümlerine ait diğer bulgularda istatistiksel farklılık ortaya çıkmamıştır ($p>0,05$). Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, 14 günlük yükleme sonrası arjinin kullanan futbolcuların yükleme öncesi değerlere kıyasla kalp atım sayısındaki düşüşün plasebo grubuna göre istatistiksel olarak anlamlılık seviyesi daha belirgin; dolayısıyla toparlanmanın da daha hızlı seviyelerde olduğu görülmektedir. Arjinin yüklemesi sonrası kalp atım sayısındaki bu düşüş, toparlanmayı olumlu yönde etkileyecektir.

Çalışma sonucu futbolculardan elde edilen verilerde, arjinin ve plasebo gruplarında anaerobik güç değerlerinde yükselme meydana gelmiş, yorgunluk endekslerinde ise düşüş ortaya çıkmıştır. Elde edilen sonuçların hiçbirinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). Anaerobik güç değerlerindeki iki grup arasında oluşan tek fark minimum güç verilerinde çıkmıştır. Arjinin ve plasebo yüklemeleri öncesi yapılan testlerde iki grubunda minimum güç değerleri neredeyse aynı düzeylerde bulunmuş, yükleme sonrası minimum güç değerlerinde arjinin grubunda yükselme, plasebo grubunda ise düşüş meydana gelmiştir. Bu sonuçlar arjinin suplementasyonunun; anaerobik gücün alt sınır parametrelerinde yükselişe neden olduğunu, futbolcuların performansını olumsuz yönde etkileyecek bir seviyenin altına düşmesini engellediğini, yorgunluğa karşı koyma yeteneğini geliştirerek yorulmayı geciktirdiğini ve anaerobik performansı geliştirdiğini düşündürmektedir.

Çalışmada, arjinin suplementasyonu sonucunda futbolcuların trigliserid, AST, ALT ve laktat dehidrogenaz değerlerinde anlamlı farklılıklar bulunmuş, değişimler vücut normal değer aralığında olmuştur ($p<0,05$). Diğer bulgularda ise istatistiksel olarak anlamlı farklılık meydana gelmemiş ve sonuçların tamamı normal biyokimyasal değer aralığında çıkmıştır ($p>0,05$). Bu sonuçlar, arjinin kullanımının insan

metabolizmasına herhangi bir zarar vermediğini göstermektedir. Ağır ve aşırı antrenman sonrası oluşan kas hasarı nedeniyle yükselen laktat dehidrogenaz enziminin arjinin yüklemesi sonucu düşmüş olması da L-arjinin suplemantasyonunun futbolcularda kas hasarını iyileştirdiğini, kas yenilenmesini sağladığını, metabolizma üzerinde olumlu etkileri olduğunu, anaerobik performansı yükselttiğini ve toparlanmayı hızlandırdığını göstermektedir. İki grubun karşılaştırılması yapıldığında ise anlamlı farklılık sadece yükleme öncesi AST ve laktat dehidrogenaz enzimlerinde bulunmuştur ($p<0,05$). Yükleme öncesi arjinin grubunda yüksek olan bu enzimler yükleme sonrası düşmüştür. Bu enzimlerin normal değer aralığına gelmesi ile farklılık ortadan kalkmıştır. Bu durum, arjinin yüklemesinin ağır egzersiz sonrası oluşan kas hasarını iyileştirdiğini ve toparlanmayı hızlandırdığını göstermektedir. Plasebo grubunda sadece alkalin fosfataz enziminde bir düşme meydana gelmiş ve anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0,05$). Plasebo grubuna ait diğer biyokimyasal bulgularda istatistiksel olarak farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$). Arjinin suplemantasyonunun meydana getirdiği değişimlerin plasebo grubunda görülmemesi arjinin yüklemesinin vücut biyokimyasal değerlerine olumsuz bir etki etmediğini, arjinin suplementinin metabolizmaya, performansa, toparlanmaya olumlu etkisinin olduğunu ve güvenilir bir besin desteği olduğu düşündürmektedir.

Sonuç olarak L-Arjinin suplemantasyonunun futbolcularda; laktatın vücuttan uzaklaştırılmasını hızlandırdığı, LDH enzim değerinin düşmesi nedeniyle antrenman sonrası ortaya çıkan kas hasarını hızlı iyileştirdiği ve kas yenilenmesini sağladığı, anaerobik performansa olumlu etki yaptığı ve toparlanmayı hızlandırdığı düşünülmektedir.

Çalışma, L-arjininin metabolizma ve egzersiz performansı üzerinde ergojenik etkisini artıracak, arjininin etki mekanizmasına uyumlu birkaç farklı suplementle birlikte kullanılmasıyla birbirlerini tamamlayan besin destekleri elde edilerek yapılabilir. Böylece, diğer suplementlerin de kullanılması ile birlikte vücudun egzersiz performansı için ihtiyaçlarının kompleks bir şekilde karşılayan kürler, antrenman ve maç performansını yükseltecektir.

Araştırma, L-arjinin suplementinin sezon başı hazırlık dönemi antrenmanlarından itibaren kullanılmasını sağlayarak, başlangıçtan müsabaka dönemini de içine alan bir süreçte uygulayarak tekrarlanabilir. Bu sayede, antrenman kapsamının

yüksek olduğu dönemde kullanılan suplement daha etkili olabilir ve yoğunluğun arttığı dönemde de sporcuya daha fazla katkı sağlayabilir.

Çalışma farklı antrenman planlaması ve yöntemleri ile tekrar yapılabilir. Böylece, farklı branşlardaki ve sporculardaki etkisi de literatüre geçecektir.

Suplementasyon süreci uzatılarak daha uzun süreli L-arjinin yüklemesi yapılabilir.

Sporculara verilen L-arjinin dozajı artırılarak çalışma tekrarlanabilir.

Araştırma, L-arjinin suplementasyonu sonrası farklı test ve ölçümlerin uygulanması ve farklı parametrelere bakılması ile tekrar uygulanabilir. Böylece, L-arjinin kullanımı sonrası, sporcuların biyomotor özellikleri, antropometrik özellikleri ve antrenmanda oluşabilecek diğer değişimleri tespit edilebilir.

KAYNAKLAR

- Abrantes C, Macas V, Sampaio J. Variation in Football Players' Sprint Test Performance Across Different Ages and Levels of Competition. *Journal of Sports Science and Medicine*. 2004; 3(1): 44-49
- Acar A. Sağlıklı Anne ve Çocuk Beslenmesi. 1. Baskı, Ankara, Eğiten Kitap Yayınevi, 2012; 3
- Adamczyk J G. The Estimation of the RAST Test Usefulness in Monitoring the Anaerobic Capacity of Sprinters in Athletics. *Pol J Sport Tourism*. 2011; 18: 214-223
- Aksoy M. Beslenme Biyokimyası. 3. Baskı, Ankara, Hatipoğlu Basım ve Yayım, 2011; 25-119
- Aktümsek A. Anatomi ve Fizyoloji İnsan Biyolojisi. 5. Baskı, Ankara, Nobel Yayın Dağıtım, 2010; 51
- Akyol A, Bilgiç P, Ersoy G. Fiziksel Aktivite, Beslenme ve Sağlıklı Yaşam. 1. Baskı, Ankara, Sağlık Bakanlığı Yayınları, 2008; 16
- Alvares T S, Meirelles C M, Bhambhani Y N, Paschoalin V M F, Gomes P S C. L-arginine as a Potential Ergogenic Aid in Healthy Subject. *Sports Med*. 2011; 41 (3): 233-248
- Alvares T S, Conte C A, Paschoalin V M F, Silva J T, Meirelles C M, Bhambhani Y N, Gomes P S C. Acute L-Arginine Supplementation Increases Muscle Blood Volume But not Strength Performance. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2012; 37: 115-126
- Ameredes B T, Provenzano M A. Influence of Nitric Oxide on Vascular Resistance and Muscle Mechanics During Tetanic Contractions in Situ. *J Appl Physiol*. 1999; 87: 142-151
- Angeli G, Leite de Barros T, Leite de Barros D F, Lima M. Investigation of the Effects Of Oral Supplementation of Arginine in the Increase of Muscular Strength and Mass. *Rev Bras Med Esporte*. 2007; 13(2): 112-115
- Arabacı R. Yıldız ve Genç Güreşçilere Uygulanan Antrenman Programının Bazı Fizyolojik Özellikler Üzerine Etkisinin Araştırılması. Uludağ Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Bursa, Doktora Tezi, 2002; 18
- Aracı H. Öğretmenler ve Öğrenciler için Okullarda Beden Eğitimi. 6. Baskı, Ankara, Nobel Akademik Yayıncılık, 2006; 91
- Arı E. Futbolda Dönüşlü Koşuların Anaerobik Eşik Değeri Üzerindeki Etkisinin Araştırılması. Karadeniz Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Trabzon Yüksek Lisans Tezi, 2010; 7-18

- Aslan A, Açıkada C, Güvenç A, Gören H, Hazır T, Özkara A. Metabolic Demands of Match Performance in Young Soccer Players. *Journal of Sports Science and Medicine*. 2012; 11: 170-179
- Aslan C S. Dar Alan Oyunları ile İnterval Koşu Antrenman Yöntemlerinin Futbolcuların Seçilmiş Fiziksel Fizyolojik ve Teknik Kapasiteleri Üzerine Etkilerinin Karşılaştırılması. Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Doktora Tezi, 2012; 1
- Aslankeser Z. Anaerobik Antrenmanların Santral-Periferik Yorgunluk ve Toparlanma Süreçlerine Etkileri. Çukurova Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Adana, Doktora Tezi, 2010; 36
- Atasü T, Yücesir İ, Güner R. Sporda Ergojenik Yardım ve Ergojenik Beslenme. Atasü T Yücesir İ. Doping ve Futbolda Performans Artırma Yöntemleri. 1. Baskı, İstanbul, Form Reklam Hizmetleri, 2004; 321-355
- Baird M F, Graham S M, Baker J S, Bickerstaff G F. Creatine-Kinase and Exercise Related Muscle Damage Implications for Muscle Performance and Recovery. *Journal of Nutrition and Metabolism*. 2012; 1-13
- Başkurt O K, Yalçın Ö, Özdem S, Armstrong J K, Meiselman H J. Modulation of Endothelial Nitric Oxide Synthase Expression by Red Blood Cell Aggregation. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2004; 286: 222-229
- Baçoğlu S. Sporcu Beslenmesi. Atasü T, Yücesir İ. Doping ve Futbolda Performans Artırma Yöntemleri. 1. Baskı, İstanbul, Form Reklam Hizmetleri, 2004; 179-210
- Baylis C. Arginine, Arginine Analogs and Nitric Oxide Production in Chronic Kidney Disease. *Nat Clin Pract Nephrol*. 2009; 2(4): 209-220
- Bayraktutan Z. Akciğer Kanseri Hastalarda Endotelial Nitrik Oksit Sintaz (eNOS) Gen Polimorfizmi ve Plazma Asimetrik Dimetil Arjinin (ADMA) Konsantrasyonunun Belirlenmesi. Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi, Erzurum Tıpta Uzmanlık Tezi, 2011; 36
- Bescos R, Gonzalez-Haro C, Pujol P, Drobnic F, Alonso E, Santolaria M L, Ruiz O, Esteve M, Galilea P. Effects of Dietary L-Arginine Intake on Cardiorespiratory and Metabolic Adaptation in Athletes. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 2009; 19: 355-365
- Bescos R, Sureda A, Tur J A, Pons A. The Effect of Nitric Oxide Related Supplements On Human Performance. *Sports Med*. 2012; 42(2): 99-117
- Birch K, Maclaren K, George K. *Sport and Exercise Physiology*. 1. Baskı, Abingdon, UK, BIOS Scientific Publishers, 2005; 107-137

- Bloomer R J, Farney T M, Trepanowski J F, McCarthy C G, Canale R E, Schilling B K. Comparison of Pre-workout Nitric Oxide Stimulating Dietary Supplements on Skeletal Muscle Oxygen Saturation, Blood Nitrate/Nitrite, Lipid Peroxidation, and Upper Body Exercise Performance in Resistance Trained Man. *Journal of the International Society and Sports Nutrition*. 2010; 7(16): 1-15
- Bloomfield J, Polman R, O'Donoghue P. Physical Demands of Different Positions in FA Premier League Soccer. *Journal of Sports Science and Medicine*. 2007; 6: 63-70
- Bompa T O. *Antrenman Kuramı ve Yöntemi*. 4. Baskı, Ankara, Spor Yayınevi ve Kitapevi, 2011; 21-120
- Böger R H, Bode-Boger S M. The Clinical Pharmacology of L-arginine. *Annu Rev Pharmacol Toxicol*. 2001; 41: 79-99
- Braun H, Currell K, Stear J. S. *Supplements and Ergogenic Aids*. Lanham-New S, Stear S, Shirreffs S, Collins A. *Sport and Exercise Nutrition*. 1. Baskı, Somerset, NJ, USA, Blackwell Publishing, 2011; 89-119
- Buford B N, Koch A J. Glycine-Arginine-Ketoisocaproic Acid Improves Performance Of Repeated Cycling Sprints. *Official Journal of The American College of Sports*. 2003; 583-587
- Burtscher M, Brunner F, Faulhaber M, Hotter B, Likar R. The Prolonged Intake of L-arginine-L-aspartate Reduces Blood Lactate Accumulation and Oxygen Consumption During Submaximal Exercise. *Journal of Sports Science and Medicine*. 2005; 4: 314-322
- Cabrera M E, Saidel G M, Kalhan S C. Lactate Metabolism During Exercise: Analysis By on Integrative Systems Model. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 1999; 277: 1522-1536
- Camic C L, Housh T J, Mielke M, Zuniga J M, Hendrix C R, Johnson G O, Schmidt R J, Housh D J. The Effects of 4 Weeks of an Arginine-Based Supplement on the Gas Exchange Threshold and Peak Oxygen Uptake. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2010; 35: 286-293
- Campbell B I, La Baunty P M, Roberts M. The Ergogenic Potential of Arginine. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2004; 1(2): 35-38
- Campbell B, Roberts M, Kerkick C, Wilborn C, Marcello B, Taylor L, Nassar E, Leutholtz B, Bowden R, Rasmussen C, Greenwood M, Kreider R. *Nutrition* 2006; 22: 872-881
- Cassileth B R, Yeung K S, Gubili J. *Herb-Drug Interactions in Oncology*. 2. Baskı, Shelton CT USA, People's Medical Publishing House, 2010; 40-41

- Castell L M, Burke L M, Stear S J. BJSM Reviews: A-Z of Supplements: Dietary Supplements, Sports Nutrition Foods and Ergogenic Aids for Health and Performance-Part 2. Br J Sports Med. 2009; 43: 807-810
- Champe P C, Harvey R A, Ferrier D R. Biyokimya. 3. Baskı, İstanbul, Nobel Tıp Kitapevleri, 2007;101-102
- Chavoshan B, Sander M, Sybert T E, Hansen J, Ronald G V, Thomas G D. Nitric Oxide Dependent Modulation of Sympathetic Neural Control of Oxygenation in Exercising Human Skeletal Muscle. J Physiol. 2002; 540(1): 377-386
- Chen S, Kim W, Henning S M, Carpenter C L, Li Z. Arginine and Antioxidant Supplement on Performance in Elderly Male Cyclists: A Randomized Controlled Trial. Journal of the International Society of Sports Nutrition. 2010; 7: 13
- Cipryan L, Gajda V. The Influence of Aerobic Power on Repeated Anaerobic Exercise In Junior Soccer Players. Journal of Human Kinetics. 2011; 28: 63-71
- Connolly D A J, Brennan M K, Lauzon C D. Effects of Active Versus Passive Recovery On Power Output During Repeated Bouts of Short Term, High Intensity Exercise. Journal of Sports Science and Medicine. 2003; 2: 47-51
- Copp S W, Hirai D M, Schwagerl P J, Musch T I, Poole D C. Effect of Neuronal Nitric Oxide Synthase Inhibition on Resting and Exercising Hindlimb Muscle Blood Flow In The Rat. J Physiol. 2010; 588(8): 1321-1331
- Cuğ M. Farklı İçeceklerin Anaerobik Eşik Üzerine Etkisi. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Yüksek Lisans Tezi, 2005; 27-28
- Çetin N, Flock T. Genel Kondüsyon Antrenmanı ve Sporda Performans Kontrolü. 3. Baskı, Ankara, Hakan Basın Yayın Dağıtım, 2011; 201
- De Gouw H W F M, Marshall-Partridge S J, Van der Veen H, Van den Aardweg J G, Hiemstra P S, Sterk P J. Role of Nitric Oxide in The Airway Response to Exercise In Healthy and Asthmatic Subjects. J Appl Physiol. 2001; 90: 586-592
- Di Masi F, De Souza Vale R G, Dantas E H M, Barreto A C L, Novaes J S, Reis V M. Is Blood Lactate Removal During Water Immersed Cycling Faster than During Cycling on Land? Journal of Sports Science and Medicine. 2007; 6: 188-192
- Doutreleau S, Mettauer B, Piquard F, Schaefer A, Lonsdorfer E, Richard R, Geny B. Chronic But Not Acute Oral L-arginine Supplementation Delays The Ventilatory Threshold During Exercise in Heart Failure Patients. Can J Appl Physiol. 2005; 30(4): 419-432
- Doutreleau S, Rouyer O, Di Marco P, Lonsdorfer E, Richard R, Piquard F, Geny B. L-Arginine Supplementation Improves Exercise Capacity After a Heart Transplant. Am J Clin Nutr. 2010; 91: 1261-1267

- Draper N, Bird E L, Coleman I, Hodgson C. Effects of Active Recovery on Lactate Concentration, Heart Rate and RPE in Climbing. *Journal of Sports Science and Medicine*. 2006; 5: 97-105
- Durante W, Johnson F K, Johnson R A. Arginase: A Critical Regulator of Nitric Oxide Synthesis and Vascular Function. *Clin Exp Pharmacol Physiol*. 2007; 34(9): 906-911
- Edwards A M, Clark N, Macfadyen A M. Lactate and Ventilatory Thresholds Reflect The Training Status of Professional Soccer Players Where Maximum Aerobic Power is Unchanged. *Journal of Sports Science and Medicine*. 2003; 2: 23-29
- El-Kirsh A A A, El-Wahab H M F A, Sayed H F A. The Effect of L-Arginine or L-Citrulline Supplementation on Biochemical Parameters and the Vascular Aortic Wall in High-Fat and High-Cholesterol-Fed Rats. *Cell Biochem Funct*. 2011; 29: 414-428
- Ergen E. *Egzersiz Fizyolojisi Ders Kitabı*. 3. Baskı, Ankara, Nobel Akademik Yayıncılık, 2011; 37-198
- Eroğlu A. Aralıklı Hipoksik Antrenmanın Elit Sporcuların Aerobik ve Anaerobik Performanslarına Etkisi. *Gölhane Askeri Tıp Akademisi Askeri Tıp Fakóltesi*, Ankara, Tıpta Uzmanlık Tezi, 2011; 26
- Ersoy G. *Egzersiz ve Spor Yapanlar için Beslenme*. 5. Baskı, Ankara, Nobel Akademik Yayıncılık, 2012; 11-35
- Feedback M R. Effect of Oral L-arginin Supplementation on Lactic Acid and Maximal Oxygen Consumption in Healthy Males. The Graduate Faculty of The University of Akron, Akron, Master Thesis, 2009; 6
- Finsterer J. Biomarkers of Peripheral Muscle Fatigue During Exercise. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2012; 13(1): 218
- Fournier P A, Fairchild T J, Ferreria L D, Brau L. Post Exercise Muscle Glycogen Repletion in The Extreme: Effect of Food Absence and Active Recovery. . *Journal of Sports Science and Medicine*. 2004; 3: 139-146
- Fox E, Bowers R, Foss M. *Beden Eğitimi ve Sporun Fizyolojik Temelleri*. 4. Baskı, Ankara, Spor Yayınevi, 2012; 12-417
- Frandsen U, Bangsbo J, Langberg H, Saltin B, Hellsten Y. Inhibition of Nitric Oxide Sythesis by Sistemik N^G-Monomethyl-L-Arginine Administration in Humans: Effects on Interstitial Adenosine, Prostacyclin and Potassium Concentrations in Resting and Contracting Skeletal Muscle. *J Vasc Res*. 2000; 37: 297-302

- Frandsen U, Bangsbo J, Sander M, Höffner L, Betak A, Saltin B, Hellsten Y. Exercise Induced Hyperaemia and Leg Oxygen Uptake are not Altered During Effective Inhibition of Nitric Oxide Synthase with N^G Nitro L-arginine Methyl Ester in Humans. *J Physiol*. 2001; 531(1): 257-264
- Ganong W F. *Tıbbi Fizyoloji*. 20. Baskı, İstanbul, Nobel Tıp Kitapevleri, 2002; 271-273
- Gavin T P, Spector D A, Wagner H, Breen E C, Wagner P D. Nitric Oxide Synthase Inhibition Attenuates the Skeletal Muscle VEGF mRNA Response to Exercise. *J Appl Physiol*. 2000; 88: 1192-1198
- Ghosh A K. Anaerobic Threshold: Its Concept and Role in Endurance Sport. *Malaysian Journal of Medical Sciences*. 2004; 11(1): 24-36
- Giannapoulou I, Noutsos K, Apostolidis N, Bayios I, Nassis G P. Performance Level Affects the Dietary Supplement Intake of Both Individual and Team Sports Athletes. *Journal of Sports Science and Medicine*. 2013; 12: 190-196
- Gonzalez A M, Wells A J, Hoffman J R, Stout J R, Fragala M S, Mangine G T, McCormack W P, Townsend J R, Jajtner A R, Emerson N S, Robinson E H. Reliability of the Woodway CurveTM Non-Motorized Treadmill for Assessing Anaerobic Performance. *Journal of Sport Science and Medicine*. 2013; 12: 104-108
- Goodhart R S, Shils M E. *Modern Nutrition in Health and Disease*. 5. Baskı, London, Henry Kimpton Yayınevi, 1973; 79
- Gözükara E M. *Biyokimya*. 3. Baskı, İstanbul, Nobel Tıp Kitapevleri, 1997; 812
- Guerra I, Chaves R, Barros T, Tirapegui J. The Influence of Fluid Ingestion on Performance of Soccer Players During a Match. *Journal of Sports Science and Medicine*. 2004; 3: 198-202
- Guidetti L, Franciosi E, Gallotta M C, Emerenziani G P, Baldari C. Postural Control After a Prolonged Treadmill Run at Individual Ventilatory and Anaerobic Threshold. *Journal of Sports Science and Medicine*. 2011; 10: 515-519
- Gupta V, Gupta A, Saggi S, Divekar H M, Grover S K, Kumar R. Anti-Stress and Adaptogenic Activity of L-arginine Supplementation. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2005; 2(1): 93-97
- Guyton A C. *Tıbbi Fizyoloji*. 7. Baskı, İstanbul, Merk Yayıncılık, 1986; 1220
- Guyton A C, Hall J E. *Tıbbi Fizyoloji*. 1. Baskı, İstanbul, Nobel Tıp Kitapevleri, 2001; 346-970
- Güllü A. Futbolda Yeni Bir Alan Testi Kullanılarak Anaerobik Eşik ve Koşu Hızı İlişkisi ile Performans Düzeyinin Belirlenmesi. Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Doktora Tezi, 2011; 6-12

- Gündüz F, Kuru O, Şentürk Ü K. Effect of Nitric Oxide on Exercise-Induced Proteinuria in Rats. *J Appl Physiol.* 2003; 95: 1867-1872
- Güner R. Ergojenik Yardım, Doping ve Türkiye Futbol Federasyonu Doping Mücadele Çalışmaları. 7. Uluslararası Spor Bilimleri Kongresi, Antalya, Panel Metinleri Kitabı, 2002; 391-394
- Güneş Z. Spor ve Beslenme. 3. Baskı, Ankara, Nobel Akademik Yayıncılık, 2003; 1-84
- Günay M, Tamer K, Cicioğlu İ. Spor Fizyolojisi ve Performans Ölçümü. 2. Baskı, Ankara, Gazi Kitabevi, 2010; 62-334
- Gwacham N, Wagner D R. Acute Effect of a Caffeine-Taurine Energy Drink on Repeated Sprint Performance of American College Football Players. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism.* 2012; 22: 109-116
- Hale T. Exercise Physiology. 1. Baskı, Chichester UK, Wiley, 2003; 211-216
- Hargreaves M, Snow R. Amino Acids and Endurance Exercise. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism,* 2001; 11: 133-145
- Hasbay A. Futbolda Besinsel Takviyelerin Kullanımı. Türkiye Futbol Federasyonu Tam Saha Dergisi. 2006; 22: 48
- Hoffman J R, Ratamess N A, Kang J, Falvo M J, Faigenbaum A D. Effect of Protein Supplementation on Muscular Performance and Resting Hormonal Changes in College Football Players. *Journal of Sports Science and Medicine.* 2007; 6: 85-92
- Ilkka H, Bengt S, Jukka K, Sipila H T, Vesa O, Pirjo N, Juhani K, Kari K, Ylva H. Skeletal Muscle Blood Flow and Oxygen Uptake at Rest and During Exercise in Human: A Pet Study with Nitric Oxide and Cyclooxygenase Inhibition. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2011; 300: 1510-1517
- Imanipour V, Naderi A, Mahdi F, Sadeghi M, Shahedi V. The Effects of Supplementary L-Arginine Dietary on Metabolism and Performance in Anaerobic Exercise. *J Basic Appl Sci Res.* 2012; 2(1): 759-762
- Jang T R, Wu C L, Chang C M, Hung W, Fang S H, Chang C K. Effect of Carbohydrate, Branched-Chain Amino Acids and Arginine in Recovery Period on The Subsequent Performance in Wrestlers. *Journal of the International Society of Sports Nutrition.* 2011; 8: 21
- Jones A M, Wilkerson D P, Koppo K, Wilmshurst S, Campbell I T. Inhibition of Nitric Oxide Synthase by L-NAME Speeds Phase II Pulmonary V_{O_2} Kinetics in the Transition to Moderate-Intensity Exercise in Man. *J Physiol.* 2003; 552(1): 265-272

- Jones A M, Wilkerson D P, Campbell I T. Nitric Oxide Synthase Inhibition with L-NAME Reduces Maximal Oxygen Uptake but not Gas Exchange Threshold During Incremental Cycle Exercise in Man. *J Physiol*. 2004; 560(1): 329-338
- Jones A M, Haramizu S, Ranchordas M, Burke L, Stear S, Castell L M. A-Z of Nutritional Supplements, Sports Nutrition Foods and Ergogenic Aids Health and Performance-Part 27. *Br J Sports Med*. 2011; 45: 1246-1248
- Jones D G, Borsheim E, Wolfe R R. Potential Ergogenic Effects of Arginine and Creatine Supplementation. *J Nutr*. 2004; 134: 2888-2894
- Kalaycıoğlu L, Serpek B, Nizamoğlu M, Başpınar N, Tiftik M. *Biyokimya*. 4. Baskı, Ankara, Nobel Yayın Dağıtım, 2010; 55
- Kalliokoski K K, Langberg H, Ryberg A K, Scheede-Bergdahl C, Doessing S, Kjaer A Kjaer M, Boushel R. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*. 2006; 291: 803-809
- Kaminagakura E I, Zagatto A M, Redkva P E, Gomes E B, Loures J P, Kalva-Filho C A Papoti M. Can the Running-Based Anaerobic Sprint Test be Used to Predict Anaerobic Capacity. *Journal of Exercise Physiology-online*. 2012; 15(2): 90-99
- Kan Ö. 12 Haftalık Anaerobik Antrenman Programının 14-16 Yaş Erkek Tekvandocuların Kan Laktat ve Elektrolit Düzeylerine Etkileri. Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya, Yüksek Lisans Tezi, 2009; 9
- Karabağ F. Deneysel Olarak Hipertiroidizm Oluşturulan Ratlarda Kafeik Asit Fenetil Ester'in Plazma Homosistein, Asimetrik Dimetil Arjinin, Nitrik Oksit ve Lipid Profili Üzerine Etkilerinin Araştırılması. Afyon Kocatepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Afyon, Doktora Tezi, 2010; 21
- Kay B, Walker H, Barnao D, Graham I, Stannard S, Morton R H. Breathing %100 O₂ Has No Effect on Blood Lactate Concentration During a Short Passive Recovery From Exhaustive Exercise. *Journal of Sports Science and Medicine*. 2005; 4: 208-210
- Keha E E, Küfrevioğlu Ö İ. *Biyokimya*. 7. Baskı, Ankara, Aktif Yayınevi, 2010; 294
- Kilding A E, Tunstall H, Kuzmic D. Suitability of FIFA's "The 11" Training Programme for Young Football Players-Impact on Physical Performance. *Journal Of Sports Science and Medicine*. 2008; 7: 320-326
- Kin-Isler A. Time-of-Day Effects in Maximal Anaerobic Performance and Blood Lactate Concentration During and After a Supramaximal Exercise. *Isokinetics and Exercise Science*. 2006; 14: 335-340
- Koz M, Gelir E, Ersöz G. *Fizyoloji Ders Kitabı*. 2. Baskı, Ankara, Nobel Yayın Dağıtım 2010; 186

- Köklü Y, Özkan A, Alemdaroğlu U, Ersöz G. Genç Futbolcuların Bazı Fiziksel Uygunluk ve Somatotip Özelliklerinin Oynadıkları Mevkilere Göre Karşılaştırılması. *Spormetre*. 2009; 7(2): 61-68
- Küçükkuş N. 15-17 Antrenmanlı Erkek Ergenlerde Vücut Kompozisyonunun Belirlenmesi. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Doktora Tezi, 2007; 10
- Kürkçü R, Hazar F, Özdağ S. Futbolcuların Vücut Kompozisyonu, Vücut Bileşenleri ve Somatotip Özellikleri Üzerine bir İnceleme. Niğde Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi. 2009; 3(2): 113-119
- Lamont L S. Gender Differences in Amino Acid Use During Endurance Exercise. *Special Article*. 2005; (1):419-422
- Little J P, Forbes S C, Candow D G, Cornish S M, Chilibeck P D. Creatine, Arginine Ketoglutarate, Amino Acids, and Medium-Chain Triglycerides and Endurance and Performance. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 2008; 18: 493-508
- Liu T H, Hung W, Jang T R, Chang C K. Effect of Short-Term Arginine Supplementation on Vasodilation and Performance in Intermittent Exercise in Judo Athletes. *International Journal of Sport and Exercise Science*. 2010; 1(2): 7-12
- Martin L, Lambeth A, Scott D. Nutritional Practices of National Female Soccer Players: Analysis and recommendations. *Journal of Sports Science and Medicine*. 2006; 5: 130-137
- Matsumoto K, Koba T, Hamada K, Tsujimoto H, Mitsuzono R. Branched-Chain Amino Acid Supplementation Increases the Lactate Threshold During an Incremental Exercise Test in Trained Individuals. *J Nutr Sci Vitaminol*. 2009; 55: 52-58
- Maxwell A J, Ho H K Y, Le C Q, Lin P J, Bernstein D, Cooke J P. L-arginine Enhances Aerobic Exercise Capacity in Association with Augmented Nitric Oxide Production *J Appl Physiol*. 2001; 90: 933-938
- McAllister R M, Newcomer S C, Pope E R, Turk J R, Laughlin M H. Effect of Chronic Nitric Oxide Synthase Inhibition on Responses to Acute Exercise in Swine. *J Appl Physiol*. 2008; 104: 186-197
- McConnell G K, Huynh N N, Lee-Young R S, Canny B J, Wadley G D. L-arginine Infusion Increases Glucose Clearance During Prolonged Exercise in Humans. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2006; 290: 60-66
- McConnell G K. Effects of L-arginine Supplementation on Exercise Metabolism. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2007; 10(1): 46-51

- McDowall J A. Supplement Use by Young Athletes. *Journal of Sports Science and Medicine*. 2007; 6: 337-342
- McLaughlin D P, Stamford J A, White D A. *İnsan Fizyolojisi*. 1. Baskı, Ankara, Nobel Yayın Dağıtım, 2010; 107
- McMillan K, Helgerud J, Grant S J, Newell J, Wilson J, Macdonald R, Hoff J. Lactate Threshold Responses to a Season of Professional British Youth Soccer. *Br J Sports Med*. 2005; 39: 432-436
- Mendes-Ribeiro A C, Mann G E, De Meirelles L R, Moss M B, Matsuura C, Brunini T M C. The Role of Exercise on L-arginine Nitric Oxide Pathway in Chronic Heart Failure. *The Open Biochemistry Journal*. 2009; 3: 55-65
- Menzies P, Menzies C, McIntyre L, Paterson P, Wilson J, Kemi O J. Blood Lactate Clearance During Active Recovery After an Intense Running Bout Depends on the Intensity of the Active Recovery. *J Sports Sci*. 2010; 28(9): 975-982
- Merkus D, Houweling B, Zarbanoui A, Duncker D J. Interaction Between Prostanoids and Nitric Oxide in Regulation of Systemic, Pulmonary, and Coronary Vascular Tone in Exercising Swine. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2004; 286: 1114-1123
- Miranda R E E P C, Antunes H K M, Pauli J R, Puggina E F, Da Silva A S R. Effects of 10-Week Soccer Training Program on Anthropometric, Psychological, Technical Skills and Specific Performance Parameters in Youth Soccer Players. *Science & Sports*. 2013; 28: 81-87
- Mortensen S P, Gonzales-Alonso J, Damsgaard R, Saltin B, Hellsten Y. Inhibition of Nitric Oxide and Prostaglandins but not Endo-Thelial-Derived Hyperpolarizing Factors, Reduces Blood Flow and Aerobic Energy Turnover in the Exercising Human Leg. *J Physiol*. 2007; 581(2): 853-861
- Moxnes J F, Hausken K, Sandbakk O. On the Kinetics of Anaerobic Power. *Theoretical Biology and Medical Modelling*. 2012; 9: 29
- Muazzezaneh A, Keshavarz S A, Sabour-Yaraghi A, Djalali M, Rahimi A. Effect of L-arginine Supplementation on Blood Lactate Level and VO₂ Max at Anaerobic Threshold Performance. *Journal of Kashan University of Medical Sciences*. 2010; 14(3): 200-208
- Muratlı S, Şahin G, Kalyoncu O. *Antrenman ve Müsabaka*. 1. Baskı, İstanbul, Yayılım Yayıncılık, 2005; 24-615
- Nande P J, Vali S A. *Fitness Evaluation Tests For Competitive Sports*. 1. Baskı, Mumbai India, Himalaya Publishing House, 2010; 49-50
- Noyan A. *Yaşamda ve Hekimlikte Fizyoloji*. 16. Baskı, Ankara, Meteksan Yayıncılık, 2006; 659

- Nyberg M, Jensen L G, Thaning P, Hellsten Y, Mortensen S P. Role of Nitric Oxide and Prostanoids in the Regulation of Leg Blood Flow and Blood Pressure in Humans With Essential Hypertension: Effect of high-Intensity aerobic Training. *J Physiol* 2012; 590(6): 1481-1494
- Otto G P, Neugebauer S, Claus R A, Sossdorf M. Arginine Metabolism is Markedly Impaired in Polymicrobial Infected Mice. *Critical Care*. 2012; 16: 412
- Özçelik O, Keleştimur H. Effects of Acute Hypoxia on the Estimation of Lactate Threshold from Ventilatory Gas Exchange Indices During an Incremental Exercise Test. *Physiol Res*. 2004; 53: 653-659
- Özdemir G. Spor Dallarına Göre Beslenme. *Spormetre*. 2010; 8(1): 1-6
- Özer L. Periodontal Hastalıklarda Arjinin-Nitrik Oksit Metabolizması. Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Ankara, Tıpta Uzmanlık Tezi, 2008; 5-6
- Özgür B. Anaerobik Eşik Belirlemede Yaygın Olarak Kullanılan Yöntemlerin Korelasyonu. Kocaeli Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Kocaeli, Doktora Tezi, 2009; 6-7
- Özkan A, Köklü Y, Ersöz G. Anaerobik Performans ve Ölçüm Yöntemleri. 1. Baskı Ankara, Gazi Kitabevi, 2010; 1-18
- Özkol Z M. Sporcularda Aerobik ve Anaerobik Antrenmanların Kan Nitrik Oksit Düzeyleri Üzerine Etkileri. Ege Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İzmir Doktora Tezi, 2009; 8-9
- Öztürk A. Profesyonel ve Amatör Futbolcuların Beslenme Alışkanlıkları ve Vücut Bileşenleri. Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Sivas, Yüksek Lisans Tezi, 2006; 4
- Pallares J G, Carrasco L, Diaz A, Medina L S. Post Season Detraining Effects on Physiological and Performance Parameters in Top Level Kayakers: Comparison of Two Recovery Strategies. *Journal of Sports Science and Medicine*. 2009; 8: 622-628
- Pehlivan A. Ergojenik Yardım-1: Vitaminler, Mineraller ve Antioksidanlar. TFF Futbol Gelişim Bülteni. 2012; 4: 80-84
- Penttinen J, Töyry J, Eerikainen S, Litmanen H, Rinkinen T, Lansimies E. Does Plasma L-arginine Level Play a Role in Regulation of Blood Pressure During Exercise and Autonomic Nervous Function? *Clinical Physiology*. 1998; 18(6): 539-543
- Poole C, Wilborn C, Kerksick C. The Role of Post-Exercise nutrient administration on Muscle Protein Synthesis and Glycogen Synthesis. *Journal of Sports Science and Medicine*. 2010; 9: 354-363

- Reid J, Skelton G, Clark M, Boucher A, Willoughby D S. Effect of 7 Days of Arginine-Ketoglutarate Supplementation Using NO² Platinum on Brachial Artery Blood Flow And The Levels of Plasma L-arginine, Nitric Oxide, and eNOS After Resistance Exercise. *Journal of The International Society of Sports Nutrition*. 2010; 7(1): 22
- Rey E, Lago-Penas C, Casais L, Lago-Ballesteros J. The Effect of Immediate Post-Training Active and Passive Recovery Interventions on anaerobic Performance and Lower Limb Flexibility in Professional Soccer Players. *Journal of Human Kinetics*. 2012; 31: 121-129
- Roberts C K, Barnard R J, Jasman A, Balon T W. Acute Exercise Increases Nitric Oxide Synthase Activity in Skeletal Muscle. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 1999; 277: 390-394
- Sales R P, Mine C E C, Franco A D, Rodrigues E L, Pelogia N C C, Silva R S, Cogo J C, Lopes-Martins R A B, Osorio R L, Ribeiro W. Effect of the Acute Arginine Aspartate Supplement on the Muscular Fatigue in Trained Volunteers. *Rev Bras Med Esporte*. 2005; 11(6): 315-318
- Santos R S, Pacheco M T T, Martins R A B L, Villaverde A B, Giana H E, Baptista F, Zangaro R A. Study of the Effect of Oral Administration of L-arginine on Muscular Performance in Healthy Volunteers: An Isokinetic Study. *Isokinetics and Exercise Science*. 2002; 10: 153-158
- Sarıoğlu Ö, İmamoğlu O, Atan T, Türkmen M, Akyol P. Beden Eğitimi Bölümünde Okuyan Farklı Branşlardaki Öğrencilerin Beslenme Alışkanlıklarının İncelenmesi. *Selçuk Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilim Dergisi*. 2012; 14(1): 88-94
- Satılmışoğlu M H. Koroner Arter Hastalığı Aile Öyküsü olan sağlıklı Bireylerde ADMA(Asimetrik Dimetil Arjinin) Seviyesinin Geleneksel Risk Skorlama Yöntemleri ile İlişkisi. *Düzce Üniversitesi Tıp Fakültesi, Düzce, Tıpta Uzmanlık Tezi*, 2010; 10
- Schrage W G, Joyner M J, Dinunno F A. Local İnhibition of Nitric Oxide and Prostaglandins Independently Reduces Forearm Exercise Hyperaemia in Humans *J Physiol*. 2004; 557(2): 599-611
- Schwedhelm E, Maas R, Freese R, Jung D, Lukacs Z, Jambrecina A, Spickler W, Schulze F, Böger R H. Pharmacokinetic and Pharmacodynamic Properties of Oral L-citrulline and L-arginine: İmpact on Nitric Oxide Metabolism. *Br J Clin Pharmacol*. 2007; 65(1): 51-59
- Sevim Y. Antrenman Bilgisi. 4. Baskı, Ankara, Nobel Akademik Yayıncılık, 2002; 22
- Seyis M. Profesyonel Futbolcuların Aerobik Kapasite ve Toparlanma Sürelerinin Karşılaştırılması. *Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Yüksek Lisans Tezi*, 2011; 18-19

- Solberg G, Robstad B, Skjonsberg O H, Borchsenius F. Respiratory Gas Exchange Indices for Estimating The Anaerobic Threshold. *Journal of Sports Science and Medicine*. 2005; 4: 29-36
- Şahin G. 17-19 Yaş Grubu Elit Erkek Çim Hokeyciler Uygulanan İki Farklı Kuvvet Antrenman Programının Bazı Fiziksel, Fizyolojik ve Teknik Özelliklere Etkileri. Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Doktora Tezi, 2008; 33
- Şahin M H. Beden Eğitimi ve Sporda Temel Kavramlar Sözlüğü. 2. Baskı, Ankara, Nobel Akademik Yayıncılık, 2004; 27
- Şen İ, Öztaşonar Y, Atasever M. Besinlerin Glisemik İndeksi ve Sporcuların Beslenmesi. *Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*. 2003; 5(2): 1-4
- Şenel Ö. Aerobik ve Anaerobik Antrenman Programlarının 13-16 Yaş Grubu Erkek Öğrencilerin Bazı Fizyolojik Parametreleri Üzerindeki Etkileri. Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Doktora Tezi, 1995; 13-15
- Shen W, Xu X, Ochoa M, Zhao G, Bernstein R D, Forfia P, Hintze T H. Endogenous Nitric Oxide in The Control of Skeletal Muscle Oxygen Extraction During Exercise *Acta Physiol Scand* 2000; 168: 675-686
- Şimşek E. Elit Alp Disiplini Sporcularının Hazırlık Döneminde Yaptıkları Çalışmaların Aerobik ve Anaerobik Kapasiteleri Üzerine Etkilerinin İncelenmesi. Atatürk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, Yüksek Lisans Tezi, 2012; 21
- Tang J E, Lysecki P J, Manolagos J J, MacDonald M J, Tarnopolsky M A, Phillips S M Bolus Arginine Supplementation Affects neither Muscle Blood Flow nor Muscle Protein Synthesis in Young Men at Rest or After Resistance Exercise. *J Nutr* 2011; 141(2): 195-200
- Taşkıran Y. Klasik Antrenman Teorisi. 1. Baskı, İzmit, Yayıncı Yayınları, 2003; 171
- Tek N A, Pekcan G. Besin Destekleri Kullanılmalı mı? 1. Baskı, Ankara, Sağlık Bakanlığı Yayınları, 2008; 7
- Thomas G D, Victor R G. Nitric Oxide Mediates Contraction Induced Attenuation of Sympathetic Vasoconstriction in Rat Skeletal Muscle. *J Physiol*. 1997; 506(3): 817-826
- Thomson K, Watt A, Liukkonen J. Differences in Ball Sports Athletes Speed Discrimination Skills Before and After Exercise Induced Fatigue. *Journal of Sports Science and Medicine*. 2009; 8: 259-264
- Turan F. Preeklampitik Gebelerde L-arjinin ve ADMA Düzeyleri ile eNOS Geninin Glu298Asp Polimorfizmi Arasındaki İlişkisi. Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Elazığ, Doktora Tezi, 2009; 13

- Türk S. L-arjinin Alımının Genç Futbolcularda Aerobik ve Anaerobik Kapasite Üzerine Etkileri. Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Bolu, Yüksek Lisans Tezi, 2007; 47-67
- Uğraş A, Özkan H, Savaş S. Bilkent Üniversitesi Futbol Takımının 10 Haftalık Ön Hazırlık Sonrasındaki Fiziksel ve Fizyolojik Karakteristikleri. Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi. 2002; 22(1): 241-252
- Wax B, Kavazis A N, Webb H E, Brown S P. Acute L-Arginine Alpha Ketoglutarate Supplementation Fails to Improve Muscular Performance in Resistance Trained and Untrained Men. Journal of the International Society of Sports Nutrition. 2012; 9: 17
- Westerblad H, Bruton J D, Lannergren J. The Effect of Intracellular PH on Contractile Function of Intact, Single Fibres of Mouse Muscle Declines with Increasing Temperature. J Physiol. 1997; 500(1): 193-204
- Wilkerson D P, Campbell I T, Jones A M. Influence of Nitric Oxide Sythase Inhibition On Pulmonary O₂ Uptake Kinetics During Supra-Maximal Exercise in Humans. J Physiol. 2004; 561(2): 623-635
- Williams C. Nutrition, Energy Metabolism and Ergogenic Supplements. Whyte G. P, Harries M, Williams C. ABC of Sports and Exercise Medicine. 3. Baskı, Hoboken, NJ, USA, Blackwell Publishing, 2009; 80
- Williams M H, Leutholtz B C. Nutritional Ergogenic Aids. Maughan R J. Nutrition in Sport. 1. Baskı, Chichester GBR, Blackwell Publishing, 2008; 356
- Williams M. Nitrate Supplementation and Endurance Performance. Marathon&Beyond. 2012; 16(5): 114-128
- Willoughby D S, Boucher T, Reid J, Skelton G, Clark M. Effects of 7 Days of Arginine Alpha Ketoglutarate Supplementation on Blood Flow, Plasma L-arginine, Nitric Oxide Metabolites, and Asymmetric Dimethyl Arginine After Resistance Exercise International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism. 2011; 21: 291-299
- Vachon J A, Bassett D R, Clarke S. Validity of the Heart Rate Deflection Point as a Predictor of Lactate Threshold During Running. J Appl Physiol. 1999; 87: 452-459
- Vanderthommen M, Makrof S, Demoulin C. Comparison of Active and Electrostimulated Recovery Strategies After Fatiguing Exercise. Journal of Sports Science and Medicine. 2010; 9: 164-169
- Vasilijevic A, Buzadic B, Korac A, Petrovic V, Jankovic A, Korac B. Beneficial Effects Of L-Arginine-Nitric Oxide-Producing Pathway in Rats Treated With Alloxan. J Physiol. 2007; 584(3): 921-933

- Voltarelli F A, Gobatto C A, De Mello M A R. Determination of Anaerobic Threshold In Rats Using the Lactate Minimum Test. *Braz J Med Biol Res.* 2002; 35(11): 1389-1394
- Yaman H. Tek Doz L-arjinin Yüklemesinin Vazodilatasyon ve Egzersiz Performansına Etkisi. Abant İzzet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Bolu, Yüksek Lisans Tezi, 2006; 4-67
- Yavuz H U. Akut Oral L-arjinin Suplemantasyonunun Laktat Eşiği Üzerine Etkisi. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Doktora Tezi, 2007; 36-47
- Yüce A. Yorgunluk ve Sürantrenman. *TFF Futbol Gelişim Bülteni.* 2013; 7: 58-61
- Zagatto A M, Papoti M, Gobatto C A. Anaerobic Capacity May not be Determined by Critical Power Model in Elite Table Tennis Players. *Journal of Sports Science and Medicine.* 2008; 7: 54-59

EKLER

EK 1. Etik Kurul Onay Raporu

T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU


Sayı: B.30.2.ODM.0.20.08/ 211

10.12.2012

Sayın Yrd.Doç.Dr. Tülin ATAN

Etik Kurulumuza sunmuş olduğunuz **Futbolcularda L-arginin suplementasyonunun anaerobik performans ve toparlanma üzerine etkisi** başlıklı, **OMÜ KA EK 2012/57** Karar nolu Biyokimya çalışması nitelikli araştırma projeniz: Amaç, gerekçe, yaklaşım ve yöntemle ilgili açıklamaları, Klinik Araştırmalar Etik Kurulu yönergesine göre **26.07.2012** tarihli Etik Kurulumuzda incelenmiş etik açıdan uygun bulunmuştur. Ancak araştırma bütçesinin maddi desteği henüz sağlanamadığından projeye bütçe desteği sağlanıp, tarafımıza bildirilmesinden sonra *başlanmasına* oy birliği ile karar verilmiştir

Bilgilerinize arz/rica ederim


Prof.Dr.Abdulkemal BEDİR
Klinik Araştırmalar Etik Kurulu
Başkanı

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Ahmet MOR

Doğum Yeri : Havza

Doğum Tarihi :16.05.1983

Medeni Hali : Bekâr

Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl):

Lisans : Sakarya Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksek Okulu,
2007

Yüksek Lisans : Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Beden Eğitimi ve
Spor Öğretmenliği ABD, 2009

Doktora : Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden
Eğitimi ve Spor ABD, 2014

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl:

Sinop Üniversitesi Eğitim Fakültesi 2011-2014

E-posta: ahmetmor57@hotmail.com