



T.C.

BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİM DALI

**DALLI ZİNCİRLİ AMİNO ASİTLERİN EGZERSİZ KAYNAKLI İSKELET
KAS HASARI VE KAS HİPERTROFİSİ BELİRTEÇLERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

DOKTORA TEZİ

Serkan PANCAR

BURSA

2020



T.C.

BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİM DALI

**DALLI ZİNCİRLİ AMİNO ASİTLERİN EGZERSİZ KAYNAKLI İSKELET
KAS HASARI VE KAS HİPERTROFİSİ BELİRTEÇLERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

DOKTORA TEZİ

Serkan PANCAR

Danışman

Doç. Dr. Şerife VATANSEVER

BURSA

2020

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim.

Serkan PANCAR

16/12/2019

YÖNERGEYE UYGUNLUK ONAYI

YÖNERGEYE UYGUNLUK ONAYI

“Dallı Zincirli Amino Asitlerin Egzersiz Kaynaklı İskelet Kas Hasarı ve Kas Hipertrofisi Belirteçleri Üzerine Etkisi” Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi'ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Tezi Hazırlayan
Serkan FANÇAR

Danışman
Doç. Dr. Şerife VATANSEVER

Beden Eğitimi ve Spor ABD Başkanı
Prof. Dr. Nimet Haşıl KORKMAZ

JÜRİ DEĞERLENDİRME FORMU

T.C.

BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Bursa Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Beden Eğitimi ve Spor Ana Bilim Dalı, Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği Bilim Dalı'nda 811570003 numaralı Serkan PANCAR'ın hazırladığı "Esansiyel Aminoasitlerin Gecikmiş Kas Ağrısına Ve Kas Hipertrofisine Etkisi" başlıklı Doktora tezi çalışması ile ilgili tez savunma sınavı 27/12/2019 günü saat10:30.....-12:30..... saatleri arasında yapılmış, sorulara alınan cevaplar sonunda adayın tezinin / çalışmasının (başarılı / başarısız) olduğuna (oybirliği / oy çokluğu) ile karar verilmiştir.

Üye
Doç. Dr. Serkan PANCAR
Bursa Uludağ Üniversitesi

Üye
Doç. Dr. Üye Zaim Alparslan AÇAR
Bursa Uludağ Üniversitesi

Üye
Doç. Dr. Seray Sahin
Bursa U.Ü. Üniversitesi

Üye
Doç. Dr. Ozkan ISIK
Balıkesir Üniversitesi

Üye
Sınav Komisyonu Başkanı

Prof. Dr. Mehmet GUNAY
Gazi Üniversitesi

ÖNSÖZ

Doktora eğitimim boyunca, bana ve diğer bütün öğrencilere, örnek akademisyen olan, farklı bakış açısıyla ufukumuzu açan ve hiçbir zaman desteğini esirgemeyen danışmanım Doç. Dr. Şerife VATANSEVER ve tez izleme komitesinde desteğini esirgemeyen Doç. Dr. Şenay Ş. KOPARAN'a, çalışma süresince benden desteğini esirgemeyen Kübra YELEK, Furkan ŞENTÜRK, Eren KIZILAĞAÇ, Yakup BİRİNCİ, Arş. Gör. Hüseyin Topçu ve Öğr. Gör. Mehmet DOĞAN'a desteklerinden dolayı teşekkür ederim. Tez savunması için desteğini esirgemeyen ve zaman ayıran Prof. Dr. Mehmet GÜNAY ve Doç. Dr. Özkan IŞIK' a da teşekkürlerimi sunarım.

Bu tezi, kıymetli oğlum Yekta PANCAR ve eşim Dilek PANCAR'a armağan ediyorum.

Serkan PANCAR

İçindekiler

Sayfa No

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK.....	I
YÖNERGEYE UYGUNLUK ONAYI	II
JÜRİ DEĞERLENDİRME FORMU.....	III
ÖNSÖZ	IV
TABLolar	X
ŞEKİLLER/GRAFİKLER.....	XI
KISALTMALAR.....	XII
ÖZET	XIV
ABSTRACT.....	XVI
1. BÖLÜM.....	1
GİRİŞ	1
1.1. Araştırmanın Amacı.....	5
1.2. Araştırmanın Alt Amaçları	5

1.3. Araştırmanın Önemi	6
1.4. Araştırmanın Sınırlılıkları.....	6
1.5.Araştırmanın Varsayımları	7
1.6.Araştırma Soruları ve Hipotezler	7
2. BÖLÜM.....	9
GENEL BİLGİLER	9
2.1.Gecikmiş Kas Ağrısı.....	9
2.2. Kas Hasarı Biyobelirteçleri.....	10
2.2.1.Miyogloblin.....	10
2.2.2.Kreatin kinaz.....	11
2.2.3.Laktat dehidrogenaz.....	11
2.3.Kas Hasarının Önlenmesi	11
2.4.Egzersiz ve Egzersizin Neden Olduğu Kas Hasarı.....	12
2.5.Kas Hipertrofisi.....	13
2.5.1.Mekanik gerginlik.....	14
2.5.2.Metabolik stres.....	15
2.5.3.Kas hasarı.....	15
2.6.Beslenme Takviyeleri ve Etkileri	16
2.7. BCAA	17

2.8. BCAA'ların Anabolik Etkisi	18
2.9. BCAA ve Uydu Hücre Aktivasyonu	20
2.10. BCAA ve Hormonlar	21
2.10.1. Büyüme hormonu.	24
2.10.2. Total testosteron.....	25
2.10.3. Kortizol	26
2.10.4. İnsülin.	27
3. BÖLÜM.....	30
YÖNTEM	30
3.1. Katılımcılar	30
3.2. Deneysel Prosedür	30
3.3. Venöz Kan Alımları ve Analizler	33
3.4. Isınma Protokolü.....	34
3.5. Egzersiz Protokolü.....	35
3.6. Besin Kontrolü.....	36
3.7. BCAA İçeriği, Miktarının Hesaplanması	36
3.9. Beden Kütle İndeksi (BKİ).....	37
3.11. Verilerin Analizi	37

4. BÖLÜM.....	38
BULGULAR.....	38
4.1. Besin Profili	38
4.2.Laktat Dehidrogenaz.....	40
4.3.Kreatin Kinaz.....	41
4.4.Miyoglobin.....	42
4.5.Subjektif Algılanan Yorgunluk.....	43
4.6.İnsülin Hormonu	44
4.7.Testosteron Hormonu	45
4.8.Büyüme Hormonu.....	46
4.9.Kortizol Hormonu.....	47
5. BÖLÜM.....	48
TARTIŞMA VE SONUÇ	48
Kas Hipertrofisi Belirteçleri Üzerine Etkisi.....	48
5.3.Sonuç	52
5.4.Öneriler	52
6. BÖLÜM.....	54

KAYNAKÇA.....	54
ETİK KURUL ONAY	66
ÖZGEÇMİŞ.....	67

TABLÖLAR

Tablo 1.....	39
--------------	----

ŞEKİLLER/GRAFİKLER

Şekil 1. Eksantrik Kasılmalardan Sonra Oluşan Sarkomer Yapısının Bozulması.....	16
Şekil 2. Beslenmenin Akut Etkisi	17
Şekil 3. Net Protein Dengesi.....	18
Şekil 4. Lösinin Anabolik Etki Mekanizması.....	20
Şekil 5. Uydu Hücre Aktivasyon Mekanizması.....	21
Şekil 6. Beslenmenin Konik Etkisi	23
Şekil 7. Deneysel Prosedür	32
Şekil 8. Ölçüm Zamanları	34
Şekil 9. Derinlik Sıçraması (Drop Jump).....	35
Şekil 10. Grupların Laktat Dehidrogenaz Seviyelerinin Karşılaştırılması	40
Şekil 11. Grupların Kreatin Kinaz Seviyelerinin Karşılaştırılması	41
Şekil 12. Grupların Miyogloblin Seviyelerinin Karşılaştırılması	42
Şekil 13. Grupların Algılanan Yorgunluk Seviyelerinin Karşılaştırılması.....	43
Şekil 14. Grupların İnsülin Seviyelerinin Karşılaştırılması.....	44
Şekil 15. Grupların Total Testosteron Seviyelerinin Karşılaştırılması.....	45
Şekil 16. Grupların Büyüme Hormonu Seviyelerinin Karşılaştırılması.....	46
Şekil 17. Grupların Kortizol Seviyelerinin Karşılaştırılması.....	47

KISALTMALAR

4E-BP1	: 4E-Bağlayıcı Protein
AY	: Algılanan Yorgunluk
BCAA	: Branched-chain Amino Acids/Dallı Zincirli Amino Asit
BEBİS	: Beslenme Bilgi sistemi /Nutrition Information System
BH	: Büyüme Hormonu
E24S	: Egzersizden 24 saat sonra
E30dk	: Egzersizden 30 dk sonra
E60dk	: Egzersizden 60 dk sonra
E72S	: Egzersizden 72 saat sonra
E7G	: Egzersizden 7 gün sonra
EAA	: Esansiyel Amino Asit
EHS	: Egzersizden Hemen Önce
EÖ	: Egzersizden Önce
GKA	: Gecikmiş Kas Ağrısı
IGF-1	: İnsülin Benzeri Büyüme Faktörü-1
KK	: Kreatin Kinaz
KPS	: Kas Protein Sentezi
KPY	: Kas Protein Yıkımı
LDH	: Laktat Dehidrogenaz
MAPK	: Mitojenle Etkinleşen Protein Kinaz
MB	: Miyoglobin
mTOR	: Rapamisin Potein Kompleksinin Memeli Hedefi
NPD	: Net Protein Dengesi

p70^{S6K} : p70 ribozomal S6 kinaz
PGC-1a : Peroxisome Proliferator-activated Receptor Gamma Coactivator 1-alpha
RNA : Ribo Nükleik Asit
TT : Total Testosteron

ÖZET

- Yazar** : Serkan PANCAR
- Üniversite** : Bursa Uludağ Üniversitesi
- Anabilim Dalı** : Spor Bilimleri Anabilim Dalı
- Bilim Dalı** :
- Tezin Niteliği** : Doktora Tezi
- Sayfa Sayısı** : XVI+68
- Mezuniyet Tarihi** : 27/12/2019
- Tez** : Dallı Zincirli Amino Asitlerin Egzersiz Kaynaklı İskelet Kas Hasarı ve Kas Hipertrofisi Belirteçleri Üzerine Etkisi
- Danışmanı** : Doç. Dr. Şerife VATANSEVER

DALLI ZİNCİRLİ AMİNO ASİTLERİN EGZERSİZ KAYNAKLI İSKELET KAS HASARI VE KAS HİPERTROFİSİ BELİRTEÇLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Bu araştırmanın amacı, egzersiz öncesi farklı miktarlarda alınan dallı zincirli amino asitlerin (BCAA) kas hasarı ve kas hipertrofisi belirteçlerine etkisini incelemektir.

Bu çalışma, ortalama yaş $21,3 \pm 1,8$ yıl, vücut ağırlığı $74,1 \pm 9,5$ kg, BMI $22,9 \pm 1,8$ kg/m^2 olan 12 aktif genç katılımcılarla gerçekleştirilmiştir. Gecikmiş kas ağrısını belirlemek için laktat dehidrogenaz (LDH), kreatin kinaz (KK), miyoglobin (MB) ve subjektif olarak algılanan yorgunlukları (AY) egzersizden önce, hemen sonra ve 1, 3 ve 7. günlerde değerlendirildi. BCAA'nın anabolik etkisini belirlemek için total testosteron

(TT), kortizol, büyüme hormonu (BH) ve insülin değerleri egzersizden hemen önce, hemen sonra ve 30 ve 60 dakikalardada ölçülerek değerlendirilmiştir. Yapılan ölçümler sonrasında sporculardan elde edilen verilerin istatistiksel analizi için SPSS 22.0 bilgisayar programı kullanılmıştır. Tekrarlı ölçümlerden elde edilen veriler iki yönlü varyans analizi yapılarak karşılaştırıldı. Gruplar arası fark tespit edildiğinde, Bonferoni post hoc test ile karşılaştırmalar yapıldı.

Elde edilen sonuçlara göre LDH, MB, AY, TT, BH ve kortizol seviyelerinde, denemeler arasında ve deneme*zaman etkileşiminde istatistiksel açıdan anlamlı farklılık yokken ($p>0.05$), zamana göre anlamlı farklılık saptanmıştır. KK' de denemeler arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık yokken ($p>0.05$), zaman ve deneme*zaman etkileşiminde anlamlı farklılık saptanmıştır ($p<0.05$). İnsülin değerlerinde ise deneme, zaman ve deneme*zaman etkileşiminde istatistiksel açıdan anlamlı farklılık tespit edilmiştir.

Sonuç olarak; egzersizden önce farklı miktarlarda BCAA'nın (2, 10, 20 g) egzersizden sonraki dönemde kas hasarı ve kas hipertrofisi belirteçlerine etkisi olmadığı söylenebilir.

Anahtar Kelimeler: Dalli Zincirli Amino Asit, Kas Hipertrofisi, Gecikmiş Kas Ağrısı, Toparlanma

ABSTRACT

Author : Serkan PANCAR
University : Bursa Uludağ University
Field : Physical Education and Sport
Branch:
Degree Awarded : PHD Degree
Page Number : XVI+68
Degree Date : 27/12/2019
Thesis : The Effect Of Branched-chain Amino Acids On Exercised-Induced Muscle Damaged And Hypertrophy Markers
Supervisor : Doç. Dr. Şerife VATANSEVER

THE EFFECT OF BRANCHED-CHAIN AMINO ACIDS ON EXERCISE-INDUCED MUSCLE DAMAGED AND HYPERTROPHY MARKERS

The aim of this study was to investigate the effect of different amounts of branched chain amino acids (BCAA) taken before exercise on muscle damage and muscle hypertrophy markers.

The average of the participants (n=12) age was 21.3 ± 1.8 years, body weight 74.1 ± 9.5 kg and body mass index (BMI) 22.9 ± 1.8 kg/m². Lactate Dehydrogenase, Creatine Kinase, Myoglobin, and perceived fatigue were evaluated before and immediately after

exercise and on days 1, 3 and 7 to determine delayed muscle pain. To determine the anabolic effect of BCAA, blood total testosterone, cortisol, growth hormone and insulin values were measured before and immediately after and 3 and 60 minutes after the exercise. Data obtained from repeated measurements were compared by using two-way analysis of variance (SPSS 22.0). When the difference between the groups was determined, comparisons were made with Bonferroni post hoc test.

According to the results, lactate dehydrogenase, myoglobin, perceived fatigue, total testosterone, cortisol and growth hormone levels were not statistically significant ($p > 0.05$), but there was a significant difference in time interaction between trials and trial * time interaction. While there was no statistically significant difference between trial and time in CK ($p > 0.05$), significant difference was found in time and trial * time interaction ($p < 0.05$). Insulin values were statistically significant differences between trial, time and trial * time interactions. In the group using 20 g BCAA, higher insulin hormone was observed than placebo.

As a result; different amounts of BCAA (2, 10, 20 g) before exercise are thought to have no effect on muscle damaged and muscle hypertrophy markers in the post-exercise period.

Keyword: Branched Chain Amino Acid, Muscle Hypertrophy, Exercised-induced Muscle Damaged, Recovery

1. Bölüm

Giriş

Egzersiz sonrası oluşan kas ağrısı, şiddetli, alışılmamış ve özellikle kas boyunun uzadığı (eksantrik) egzersizlerden sonra ortaya çıkmaktadır. Akut ve gecikmiş ağrı olarak iki farklı şekilde incelenmektedir (Dokumacı ve Atabek, 2016). Akut gelişen ağrı, metabolik atık birikmesiyle gerçekleşir. Egzersiz sonrası 24, 48 ve 72 saatlik dönemlerde gecikmiş kas ağrısı (GKA) şiddetinin zirve seviyesine ulaştığı (Cheung, Hume, ve Maxwell, 2003) ve 10 güne kadar ağrının sürebildiği gösterilmiştir (Nelson, 2013). Egzersiz sonucu oluşan GKA, esnekliği azaltır, kuvvet üretimini düşürür ve performansı olumsuz yönde etkileyebilir (Dorrell ve Gee, 2016; Dokumacı ve Atabek, 2016). GKA'nın devam ettiği süreçte etkisi olumsuz gibi gözükse de toparlanma sonrası kas hipertrofisi için anahtar rolündedir (Jackman, Witard, Philp, Wallis, Baar, ve Tipton, 2017; Schoenfeld, 2016; Hulmi, Lockwood ve Stout, 2010).

GKA'nın toparlanma sürecinde kas lifi enine kesitte artış olur ve kas hipertrofisi gerçekleşmektedir (Schoenfeld, 2016). Kas hipertrofisi protein sentezinin protein yıkım oranını geçtiği zaman meydana gelmektedir (Schoenfeld, 2010). Damas ve diğerleri (2016) yapmış olduğu çalışmada; direnç antrenmanları sonucunda protein sentezinin artması ve özellikle GKA'nın ortadan kalkmasıyla hipertrofinin gerçekleştiğini ve sonucunda da sporcuların performanslarının arttırdığını ortaya koymuştur.

Egzersiz öncesi ısınma ve germe, egzersiz sonrası masaj, protein alımı, vitamin ve mineral gibi gıda takviyelerinin tüketilmesi GKA'yı gidermek için sıklıkla kullanılan yöntemlerdendir (Trommelen, Van Vliet ve Burd, 2013). Bu yöntemlerden biri olan esansiyel amino asit (BCAA) kullanımı son yıllarda yoğun şekilde bilimsel ilgi görmektedir (Howatson, Hoad, Goodall, Tallent, Bell ve French, 2012; Dorrell ve Gee,

2016). GKA'yı gidermek ve fiziksel performansı arttırmak amacıyla profesyonel ya da amatör olarak egzersiz yapan bireyler arasında BCAA kullanımı hızla artmaktadır (Fouré ve Bendahan, 2016).

İnsan vücudunda esansiyel (lösin, izolösin, valin, lizin, metiyonin, triptofan, treonin, fenilalain) ve esansiyel olmayan (alanin, arginin, asparagin, aspartat, sistein, glutamat, glutamin, glisin, histidin, prolin, serin, tirozin) 20 önemli amino asit bulunmaktadır (Santos ve Nascimento, 2019; Wolfe, 2017). Çoğumuzun BCAA olarak bildiği dallı zincirli amino asitler; lösin, izolösin ve valin, insanlar için esansiyel olan 8 temel amino asitlerdendir. Bu amino asitler, proteinden zengin besinlerin doğal yapı taşlarıdır. BCAA'lar iskelet kasında okside olurken, diğer esansiyel amino asitler karaciğerde metabolize edilirler.

BCAA'lar insan vücudu tarafından sentezlenemez bu yüzden diyetlerle alınması zorunludur (Santos ve Nascimento, 2019; Nosaka, Sacco ve Mawatari, 2006). Bu amino asitlerden lösin, izolösin ve valin, oral yolla alındıktan sonra hızlı şekilde (30 dk) sindirilmektedir (Wolfe, 2017; Shimomura, Inaguma, Watanabe, Yamamoto, Muramatsu ve diğerleri, 2010) ve BCAA'lar sindirildikten sonra büyük ölçüde doğrudan sistemik dolaşıma girmektedir (Bifari ve Nisoli, 2017).

BCAA'lardan özellikle lösin hücre gelişimi için anahtar rolü olan mTOR ve p70 ribozomal S6 kinaz (p70^{S6K}) uyarır (Jackman ve diğerleri, 2017; Scoenfeld, 2016), anabolik etki sağlayarak (Valenzuela, Morales, Emanuele, Pareja-Galeano ve Lucia, 2019; Hulmi ve diğerleri, 2010) protein sentezini artırır (Santos ve Nascimento, 2019; Nosaka ve diğerleri, 2006; Shiomura, 2010; Stark, Lukaszuk, Prawitz, ve Salacinski, 2012; Karlsson, Nilsson, Nilsson, Chibalin, Zierath ve diğerleri, 2004; Borgenvik, Apró ve Blomstrand, 2011). Rennie (2001) araştırmasında, yetişkin bireyler için 3-5 g

BCAA'nın kasa enjekte edilmesinin protein sentezini 2 katına kadar arttırabileceğini tespit etmiştir. Dorrell ve Gee (2016) ise, oral yolla 2 g BCAA kullanımının protein yıkımını azalttığını rapor etmiştir. BCAA'lar uzun süreli egzersizlerle plasmada yoğunluğu artan triptofanın, beyine geçişini engeller ve yorgunluğu oluşumunu azalttığı (Ayça, Bakan ve Oral, 2018), egzersizlerden sonra oluşan GKA'nın ortadan kalkmasını hızlandırdığı ve bu durumun fiziksel (Damas ve diğerleri, 2016; Jackman ve diğerleri, 2017) ve zihinsel (Manzo, 2017) performansı arttırdığı bildirilmektedir.

Bu alanda yapılan çalışmaların ortak noktası BCAA'ların protein sentezini arttırdığı, protein yıkımını azaltarak anabolik etki sağladığıdır (Santos ve Nascimento, 2019; Stark ve diğerleri, 2012; Karlsson ve diğerleri, 2004; Borgenvik ve diğerleri, 2011). Bu etkisi sayesinde kas gücünün korunması sağlanırken, daha çabuk toparlanılabileceği gösterilmiştir (Rahimi, Shab-Bidar, Mollahosseini ve Djafarian, 2017; Tipton ve diğerleri, 2001; Biolo, Tipton, Klein ve Wolfe, 1997; Shimomura, 2010; Greer, Woodard, White, Arguello ve Haymes, 2007; Hulmi ve diğerleri 2010).

Akut BCAA alım zamanı ve miktarıyla ilgili farklı çalışmalar bulunmaktadır. Stark ve ark. (2012) yaptığı derlemede, BCAA'nın egzersiz öncesi alımının, egzersiz sonrası alınmasına göre daha hızlı toparlanmayı sağlayacağı ve daha fazla anabolik etki yapacağı sonucuna ulaşmıştır. Bununla birlikte BCAA'nın alım miktarı ile ilgili net bir bilgi bulunmamaktadır. Çalışmalar incelendiğinde düşük (Ra, Miyazaki, Ishikura, Nagayama, Komine, Nakata ve diğerleri, 2013; Greer ve diğerleri, 2007), orta (Kephart ve diğerleri, 2016; Gee ve Deniel, 2016) ve yüksek (Howatson ve diğerleri, 2012; Waldron ve diğerleri, 2017) miktarda BCAA'ların etkilerini incelediklerini görmekteyiz. Ayrıca bu alanda yapılan çalışmalar da standart bir yöntem kullanılmamıştır. Çalışmalar incelendiğinde; diyet kontrolü (Howatson ve diğerleri, 2012; Ra ve diğerleri, 2013;

Shimmouna 2010; Gee ve Deniel, 2016), BCAA alım zamanı (Waldron, 2017), katılımcıların özellikleri, egzersiz tipi, şiddeti ve kapsamı gibi birçok yöntemsel farklılıklara bağlı olarak sonuçların farklılık gösterdiği görülmektedir. Bu nedenle bu alanda daha birçok çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Bugüne kadar BCAA kullanımının toparlanma ve kas hipertrofisi üzerine akut etkisini inceleyen sınırlı sayıda çalışma vardır. Bu çalışmalar incelendiğinde çalışma sonuçlarının oldukça çelişkili olduğu görülmektedir. Sınırlı sayıdaki bu çalışmalardan bazıları BCAA'nın GKA oluşumunu azalttığı ve onarımını hızlandırdığı rapor ederken (Greer ve diğerleri, 2007; Dorrell ve Gee, 2016; Howatson ve diğerleri, 2012) bazı çalışmalarda ise bu etki görülmemiştir (Fouré ve Bendahan, 2016; Jackman, Witard, Jeukendrup ve Tipton, 2010; Shimomura ve diğerleri, 2010; Nosaka ve diğerleri, 2006). Öte yandan, kas hipertrofisine etkisini inceleyen çalışmalarda da BCAA'nın etkisi net şekilde tespit edilememiştir. Kraemer ve diğerleri (2006) da BCAA alımının kas yıkımını azaltıp, kas protein sentezini arttırdığını ancak egzersiz sonrasında dinlenme döneminde insülin benzeri büyüme faktörü (IGF-1) ve kortizol hormonlarına etkisi olmadığını tespit etmiştir. Çalışma sonunda BCAA'nın ergojenik etkisinin net olmadığını öne sürmüşlerdir. Yapılan bütün araştırmalar incelendiğinde, çelişkili bulguların muhtemel nedeninin yöntemsel farklılıklar (egzersizin sıklığı, egzersizin süresi, BCAA alım zamanı, BCAA miktarı, BCAA'nın içeriği, denek farklılıkları, diyet kontrolü) olduğu düşünülmektedir. Görüldüğü gibi BCAA'nın GKA'ya ve kas hipertrofisine (anabolik etki) etkisini ortaya koymak için daha birçok araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Yaptığımız literatür taramasına göre, sadece egzersizlerden önce alınan BCAA miktarının (düşük, orta, yüksek) ne kadar olması gerektiği hakkında bir bilgi bulunmamaktadır. Ayrıca egzersizden önce farklı miktarlarda tüketilen BCAA'ların hem

kas hasarına ve hem de kas hipertrofisine etkisini inceleyen kapsamlı bir çalışma bilginiz dahilinde henüz yapılmamıştır. Bu çalışmanın ana amacı, egzersizden önce farklı miktarlarda tüketilen BCAA'nın kas hasarı ve kas hipertrofisi belirteçleri üzerine etkisini incelemektir. Çalışmamızın ikinci amacı, BCAA'nın etkisinin ortaya konulması durumunda kas hasarı oluşumunu azaltan ve kas hipertrofisini sağlayacak olan uygun BCAA miktarının belirlenmesi amaçlamaktadır.

1.1. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmamızın amacı; egzersiz öncesi farklı miktarlarda tüketilen BCAA'ların egzersiz kaynaklı iskelet kas hasarı ve kas hipertrofisi belirteçlerine etkisini incelemektir.

1.2. Araştırmanın Alt Amaçları

Egzersiz öncesi düşük dozda (2g) alınan BCAA'nın egzersiz kaynaklı iskelet kas hasarı belirteçlerine etkisinin araştırılması.

Egzersiz öncesi düşük dozda (2g) alınan BCAA'nın kas hipertrofisi belirteçlerine etkisinin araştırılması.

Egzersiz öncesi orta dozda (10g) alınan BCAA'nın egzersiz kaynaklı iskelet kas hasarı belirteçlerine etkisinin araştırılması.

Egzersiz öncesi orta dozda (10g) alınan BCAA'nın kas hipertrofisi belirteçlerine etkisinin araştırılması.

Egzersiz öncesi orta dozda (20g) alınan BCAA'nın egzersiz kaynaklı iskelet kas hasarı belirteçlerine etkisinin araştırılması.

Egzersiz öncesi orta dozda (20g) alınan BCAA'nın kas hipertrofisi belirteçlerine etkisinin araştırılması.

1.3. Araştırmanın Önemi

BCAA'lar, son yıllarda hem performans sporcusu hem de rekreasyonel amaçlı spor yapanların, kas gelişimi sağlamak ve toparlanma sürecini hızlandırmak için sıklıkla kullandığı ürünlerden birisidir. BCAA'nın etkileri birçok araştırmaya konu olmasına rağmen, araştırma bulgularında ki çelişkiler nedeni ile BCAA'ların GKA'ya ve kas hipertrofisine etkisi hala tam olarak anlaşılmamıştır. Çalışmalarda GKA'yı belirlemek için farklı biyobelirteçlerin kullanılması (sadece KK/LDH gibi), kas hipertrofisine etkisi için sadece bir anabolik hormonun incelenmesi gibi farklı yöntemler kullanılmıştır. Oysa GKA'ya etkisi ve kas hipertrofisi etkisini belirlemek için daha kapsamlı şekilde incelenmesi gerekmektedir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde egzersizlerden önce alınan BCAA'nın etkileri ve hangi (düşük, orta, yüksek) miktarda tüketilmesi gerektiği hakkında net bir bilgi bulunmamaktadır. Ayrıca farklı miktarlarda tüketilen BCAA'ların da, GKA'nın oluşumunu engellemede, toparlanmayı hızlandırmada ve kas hipertrofisine etkisinin incelendiği kontrollü ve kapsamlı yürütülen bir çalışma henüz yapılmamıştır.

Bilgimiz dahilinde bu çalışma, egzersiz öncesi BCAA alımının etkisinin, kapsamlı ve kontrollü şekilde test edildiği ilk çalışma olma özelliğine sahiptir. Bu çalışmanın amacı, egzersizden önce farklı miktarlarda tüketilen BCAA'nın kas hasarı ve kas hipertrofisi belirteçlerine etkisini incelemektir. Ayrıca çalışmamızda, BCAA'nın olumlu etkisi görülmesi halinde, kas hasarı oluşumunu azaltan, toparlanma dönemini hızlandıran ve kas hipertrofisini sağlayacak olan en uygun miktarının belirlenmesi amaçlanmaktadır.

1.4. Araştırmanın Sınırlılıkları

*Araştırmanın örneklemini Bursa Uludağ Üniversitesi Spor Bilimleri'nde öğrenci olan 12 erkek aktif birey ile sınırlandırılmıştır.

*Bu araştırma kapsamında incelenen hormonlar total testosteron, insülin, kortizol, büyüme hormonu ile sınırlandırılmıştır.

*Araştırma kapsamında alınan kan örnekleri her deneme de (4 deneme/14gün ara ile) egzersiz öncesi, egzersizden hemen sonra, 30dk, 60dk, 24 saat, 72 saat ve 7 gün sonra olmak üzere 7 defa (4 cc) alınmıştır.

*Bu araştırmanın egzersiz protokolü, toplam da 100 derinlik sıçraması içeren (5*20) protokol ile sınırlandırılmıştır

*Etkisi araştırılan BCAA'nın içeriği 4:1:1 (lösin, valin, izolösin) olarak seçilmiştir.

1.5.Araştırmanın Varsayımları

1) Katılımcıların çalışmadan önce 7 günlük kayıt altına aldıkları beslenme çizelgelerine, 4 deneme haftası boyunca uydukları,

2) Katılımcıların çalışma süresi boyunca başka fiziksel aktive yapmadıkları,

3) Katılımcılar egzersiz protoklü uygularken, 4 deneme boyunca egzersizleri maksimal olarak yaptıkları varsayılmaktadır.

1.6.Araştırma Soruları ve Hipotezler

Araştırma Sorusu 1:

Egzersiz öncesi farklı miktarlarda (Plasebo, 20, 10 ve 20 g BCAA) alınan dallı zincirli amino asitlerin kas hasarı belirteçlerine (LDH, KK ve MB) ve algılanan yorgunluğa etkisi var mıdır?

Hipotezler:

H₀; A Egzersiz öncesi farklı miktarlarda (Plasebo, 20, 10 ve 20 g BCAA) alınan dallı zincirli amino asitlerin kas hasarı belirteçlerine (LDH, KK ve MB) ve algılanan yorgunluğa etkisi yoktur.

H₁; Egzersiz öncesi farklı miktarlarda (Plasebo, 20, 10 ve 20 g BCAA) alınan dallı zincirli amino asitlerin kas hasarını belirteçlerine (LDH, KK ve MB) ve algılanan yorgunluğa etkisi vardır.

Araştırma Sorusu 2:

Egzersiz öncesi farklı miktarlarda asitlerin (Plasebo, 20, 10 ve 20 g BCAA) alınan dallı zincirli amino kas hipertrofisi belirteçlerine (total testosteron, büyüme, kortizol ve insülin hormonu) etkisi var mıdır?

Hipotezler:

H₀; Egzersiz öncesi farklı miktarlarda asitlerin (Plasebo, 20, 10 ve 20 g BCAA) alınan dallı zincirli amino asitlerin kas hipertrofisi belirteçlerine (total testosteron, büyüme, kortizol ve insülin hormonu) etkisi yoktur.

H₁; Egzersiz öncesi farklı miktarlarda asitlerin (Plasebo, 20, 10 ve 20 g BCAA) alınan dallı zincirli amino asitlerin kas hipertrofisi belirteçlerine (total testosteron, büyüme, kortizol ve insülin hormonu) etkisi vardır.

2. Bölüm

Genel Bilgiler

2.1.Gecikmiş Kas Ağrısı

Egzersiz bitiminden saatler sonra hissedilmeye başlanan ve yorgunluk dışında başka etkileri olan sendrom olarak tanımlanmıştır. Başka bir tanımında, şiddetli ve alışılmamış yüklenmelerde, kas lifi içerisindeki zayıf miyofibrillerde oluşan mikro yırtıklar nedeni ile hissedilen kas hasarı olarak tanımlanmaktadır. GKA'nın ortaya çıkması egzersizin tipi, süresi ve şiddetine göre değişmektedir (Dokumacı ve Atabek, 2016). Özellikle alışılmamış, yüksek şiddetli ve kasın boyunun uzadığı egzersizlerden sonra ortaya çıkmaktadır (Rahimi ve diğerleri, 2017). Ağrı egzersiz bitimden 6-8 saat sonra başlayan, 24 saat sonra artış gösterip, 48 veya 72 saat sonra zirve noktaya ulaşır. GKA'nın 10 güne kadar etkisi devam edebilmektedir (Dokumacı ve Atabek, 2016; Nelson, 2013).

GKA'yı açıklamaya yönelik altı farklı teorinin olduğu bildirilmektedir. Bunlar; laktik asit, kas spazmı, konnektif doku hasarı, kas hasarı, inflamasyon, enzim çıkış teorileridir. Bu teoriler içerisinde bilimsel açıdan daha fazla rasyonel kanıtlarla ortaya konulmuş mekanizmalardan birisi, "Kas Hasarı Teorisi" dir (Schoenfeld, 2016). Kas hasarı, eksantrik içerikli kasılmaların ardından kasılma da görev alan birimlerde hasar meydana gelmesi, kuvvetin azalması ve hareket açıklığında azalma ile kendini gösterir. Sarkomer kasılabilen en küçük birimdir. Sarkomerin oluşumunda miyozin, aktin gibi kasılabilen yapıların yanı sıra kasılmayı stabil eden ve gerilemeyi uzunlama ve yanlama şeklinde aktaran yapısal proteinler bulunmaktadır. Yapılan aktivite de şiddet sarkomerin yapısında bulunan gerilim potansiyelini aşarsa, bu yapılarda mikro hasarlar meydana gelir. Meydana gelen mikro travma ile beraber aktif motor ünitelerin sayısı azalır ve bu

ünitelerin her birisine düşen yük artar (Schoenfeld, 2012; Cheung ve diğerleri, 2003). Sonuç olarak ağrı, performans da düşüş, maksimal kuvvette azalma, hareket açısında azalma, mental performans da zayıflama, sertlik gibi belirtiler ortaya çıkabilir (Fouré ve Bendahan, 2016; Howatson ve diğerleri, 2012; Waldron ve diğerleri, 2017). Egzersizden sonra analiz edilen bazı enzimler teoriyi kanıtlar niteliktedir. Yapılan çalışmalarda egzersiz sonrası oluşan kas hasarını belirlemek için kreatin kinaz, laktatdehidrojenaz ve miyoglobin en çok kullanılan belirteçlerdir (Rebalka ve Hawke, 2014; Greer ve diğerleri, 2007; Ra ve diğerleri, 2013; Kephart ve diğerleri, 2016; Waldron ve diğerleri, 2017).

2.2. Kas Hasarı Biyobelirteçleri

Egzersiz sonrası oluşan kas ağrısını belirlemek için kanda bazı proteinleri inceleyerek belirlenebildiği bilinmektedir. Gecikmiş kas ağrısını belirlemek için standart olarak, LDH, KK ve MB proteinleri kullanılmaktadır (Rebalka ve Hawke, 2014).

2.2.1.Miyoglobin. Sağlıklı erkek bireylerde miyoglobin seviyesi (18 yaş üstü) 0-154,9 mikrogram/ litre ($\mu\text{g/L}$) dir. Düşük molekül özelliğinde olan MB, iskelet kasında ve kalp kasında yer almaktadır. Kas içerisinde oksijenin depo edilmesini sağlamaktadır. Kalp krizlerinde olduğu gibi egzersiz sonrası oluşan kas hasarı sonrasında da kan dolaşımında ki yoğunluğu artmaktadır. Hemoglobinin kan içerisinde ki görevine benzer görevi bulunmaktadır. Oksijenin kas hücresi içerisinde depo edilmesi ve mitokondriye iletilmesi işlevini gerçekleştirir (Günay, Tamer ve Cicioğlu, 2006).

Normal değer aralığı; Erkeklerde 16–74 ng/ml, Kadınlarda 7–64 ng/ml'dir. Egzersizden sonraki dönemlerde kasta meydana gelen mikro travmaya bağlı olarak kanda ki yoğunluğu arttığı kanıtlanmıştır (Rebalka ve Hawke, 2014; Matsumoto, Koba, Hamada, Tsujimoto ve Mitsuzono, 2009; Jackman ve diğerleri, 2010).

2.2.2.Kreatin kinaz. Enzimler hücrelerin normal işlevlerini görmelerine yardımcı olan proteinlerdir. Kaslar kasıldığında kas ve kalp hücrelerinde bu enerjinin çoğu kullanılmaktadır. Sağlıklı erkek bireylerde KK seviyesi (18 yaş üstü) 48-227 ünite/litre (U/L) dir. Standart olarak KK' de, egzersizden sonraki günlerde, egzersize bağlı oluşan kas hasarı ve yıkımı sonucunda kanda ki yoğunluğu arttığı birçok çalışma tarafından kanıtlanmıştır (Rebalka ve Hawke, 2014; Waldron ve diğerleri, 2017; Shimomura ve diğerleri, 2010; Kephart ve diğerleri, 2016). Bu artış egzersizden sonraki 24. ve 48. saatlerde belirgin şekilde ortaya çıkmaktadır (Fouré ve Bendahan, 2016; Waldron ve diğerleri, 2017; Howatson ve diğerleri, 2012; Jackman ve diğerleri, 2010; Matsumoto ve diğerleri, 2009; Ra ve diğerleri, 2013).

2.2.3.Laktat dehidrogenaz. Vücudumuzda hemen hemen her hücrede bulunmaktadır ve kan analiziyle saptanabilen bir proteindir. LDH şekerden enerji elde etmek için kullanılan bir tür enzimdir. Sağlıklı erkek bireylerde LDH seviyesi (18 yaş üstü) 125-243 U/L' dir. LDH hücre hasarı veya yıkımı durumunda hücrelerden salınarak kan dolaşımına karışır. Bu yüzden hücredeki hasarın bir belirteci olarak da LDH enziminden standart olarak yararlanılmaktadır (Rebalka ve Hawke, 2014; Matsumoto ve diğerleri, 2009; Ra ve diğerleri, 2013; Gee ve Deniel, 2016). Yüklenme şiddetinin yüksek olduğu egzersizlerden sonra, LDH dokularda stabilizeyi sürdürmek için laktat üretir. LDH kasılma hızı yüksek iskelet kasında pirüvati laktata çevirerek, laktatın kas hücresinden kana doğru hareket etmesini sağlamaktadır (Tiidus, 2008).

2.3.Kas Hasarının Önlenmesi

Kas hasarının önlenmesi ya da oluşan kas hasarının giderilmesine yönelik farklı çalışmalar bulunmaktadır. Özellikle performans sporcuları için hayati öneme sahiptir. Toparlanma sürecinin kısaltılması ve tekrar yüklenme imkanı sağlama açısından çok

önemlidir. Önlemede en etkili yollardan birisi, kasın antrene edilmesidir. Bu etki mekanizması net şekilde açıklanamamıştır ancak egzersizle oluşan yapısal ve metabolik olayların etki ettiği düşünülmektedir (Osmond, 2017).

Kas hasarı oluşuktan sonra plasmada artan biyobelirteçler (KK, MB ve LDH) gözlemlenmektedir. Bu biyobelirteçleri uzaklaştırmak, toparlanmayı hızlandırmak ve performansı arttırmak için farklı uygulamalar bulunmaktadır. Isınma, germe ve masaj uygulamalarının, KK ve MB seviyelerinde yükselmeyi engellediği, zirve kuvveti ve esnekliği koruduğu, kas hasarını engellediği de yapılan çalışmalarla ortaya koyulmuştur (Rahimi ve diğerleri, 2017; Hulmi ve diğerleri, 2010). Bununla birlikte vitamin, mineral ve izotonik sporcu ek gıda takviyelerinin, kas hasarı üzerine etkilerine ilişkin çalışmalar da bulunmaktadır (Trommelen ve diğerleri, 2013).

2.4.Egzersiz ve Egzersizin Neden Olduğu Kas Hasarı

Yüksek şiddette ya da uzun süreli yapılan egzersizler nöromusküler adaptasyonlar için güçlü uyarıcılardır. Bu uyarıcı, kas kuvveti, genel kuvvet ve gücün artırılması için temel unsurdur (Kraemer ve diğerleri, 2006). Bu yüzden kas adaptasyonlarını uyarıcı direnç egzersizleri, hem sporcular hem de rekreasyonel amaçlı egzersiz yapan bireyler için büyük öneme sahiptir.

Egzersizler hem konsantrik hem de eksantrik kasılmalarından oluşabilir. Kas kuvveti gelişimi konsantrik kasılmalardan daha çok eksantrik kasılmalar sonucunda elde edilir. Çünkü eksantrik kasılma sırasında daha fazla güç üretilebilmektedir. Eksantrik kasılmaların, kas kuvvetinin arttırmada ve dolayısıyla hipertrofi sağlamada çok önemli etkisi olduğu kanıtlanmıştır (Jones, Power ve Herzog, 2016; Kraemer ve diğerleri, 2002). Bu nedenle, eksantrik kasılmaların bulunduğu direnç egzersizleri, nöromusküler yanıtı arttırmak için sıklıkla tercih edilmektedir (Schoenfeld, 2016; Osmond, 2017).

Eksantrik kasılmaları içeren direnç egzersizlerinin daha fazla kas hasarı oluşturduğu gösterilmiştir. Oluşan kas hasarı, fiziksel performansın (Howatson ve diğerleri, 2012; Greer ve diğerleri, 2007; Dorrell ve Gee, 2016; Schoenfeld, 2016), bilişsel fonksiyonların (Manzo, 2017) ve esnekliğin azalmasına neden olmaktadır (Howatson ve diğerleri, 2012). Venöz kanda ki KK, MB ve LDH gibi proteinlerin varlığının genel olarak kas hasarının belirteçleri olduğu birçok çalışmada ortaya koyulmuştur (Rebalka ve Hawke, 2014; Matsumoto ve diğerleri, 2009; Ra ve diğerleri, 2013; Gee ve Deniel, 2016). Eksantrik egzersizden sonra protein yıkımında artış meydana gelmektedir ve bu yıkım oranından daha fazla protein sentezi sağlanmazsa kas hipertrofisi açısından olumsuz sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Protein sentezini arttırıp, yıkımını baskılamak için farklı besin maddeleri kullanılmaktadır (Stokes, Hector, Morton, McGlory ve Phillips, 2018; Jäger ve diğerleri, 2017). Bunlar arasından BCAA kullanımı, bilimsel araştırmalar açısından yoğun ilgi gören ek gıda takviyesi olarak görülmektedir.

2.5.Kas Hipertrofisi

Hipertrofi, doku ya da organda hücre sayısında artış meydana gelmeden, hacminde meydana gelen artıştır (Schoenfeld, 2010). Kasın enine kesit alanının büyümesi de kas hipertrofisi olarak tanımlanır. Kas miyofibril çapı artmasıyla miyonukleus miktarıda artar. Normal büyüme boyunca miyofibrillerin basal laminası ve sarkolemması arasında yerleşen ve postnatal miyojenik hücreler olan uydu hücreler proliferasyon ve farklılaşma uyarılınca kadar inaktif durumda kalır. Bu hücrelerin proliferasyonu, farklılaşması ve miyofibrillere füzyonu sonucunda çekirdek sayısında artış meydana gelir. Bu mekanizma kas hipertrofisine yol açan temel süreçtir (Shamim, Hawley ve Camera, 2018; Singleton ve Feldman, 2001).

Kas hipertrofinde kas hücrelerindeki hacimce artışla beraber aktin ve miyozin filamentleri, myofibril, mitokondri ve kas glikojen miktarında artışlar görülür. Kas büyüklüğündeki artış temel olarak kas fibrillerinin sayıca artmasından değil, fibrillerin çapındaki artışın (hipertrofi) bir sonucudur. Direnç egzersizlerinin ardından egzersize bağlı hipertrofinin çoğunluğu, paralel olarak eklenen sarkomer ve miyofibrillerin artmasından kaynaklanmaktadır (Paul ve Rosenthal, 2002). İskelet kası aşırı yüklenmeye maruz kaldığında, miyofibrillerde ve ilgili hücre dışı matriste pertürbasyonlara neden olur. Sonuç olarak miyofibriler kontraktıl proteinlerin aktin ve miyozin büyüklüğünde ve miktarlarında, buna paralel olarak toplam sarkomerlerin sayısında artışa neden olan bir miyojenik olaylar zinciri oluşturur. Bu da liflerin çapını artırır ve böylelikle kas kesit alanında bir artışa neden olur (Schoenfeld, 2010). Kas hipertrofisi birçok değişkenden etkilenmektedir. Bunlar; egzersiz, beslenme (ek gıdalar, özellikle BCAA gibi), genetik, hormon seviyesi (total testosteron, büyüme faktörleri, büyüme hormonu, kortizol vb.) kas lifi türü gibi etmenlerdir (Stokes ve diğerleri, 2018; Jäger ve diğerleri, 2017).

Egzersiz sonrasında kas hipertrofisini başlatan 3 farklı mekanizmanın bulunduğu öne sürülmektedir. Bunlar; mekanik gerginlik, metabolik stres ve kas hasarıdır (Schoenfeld, 2010; Schoenfeld, 2012; Fink, Kikuchi ve Nakazato, 2018).

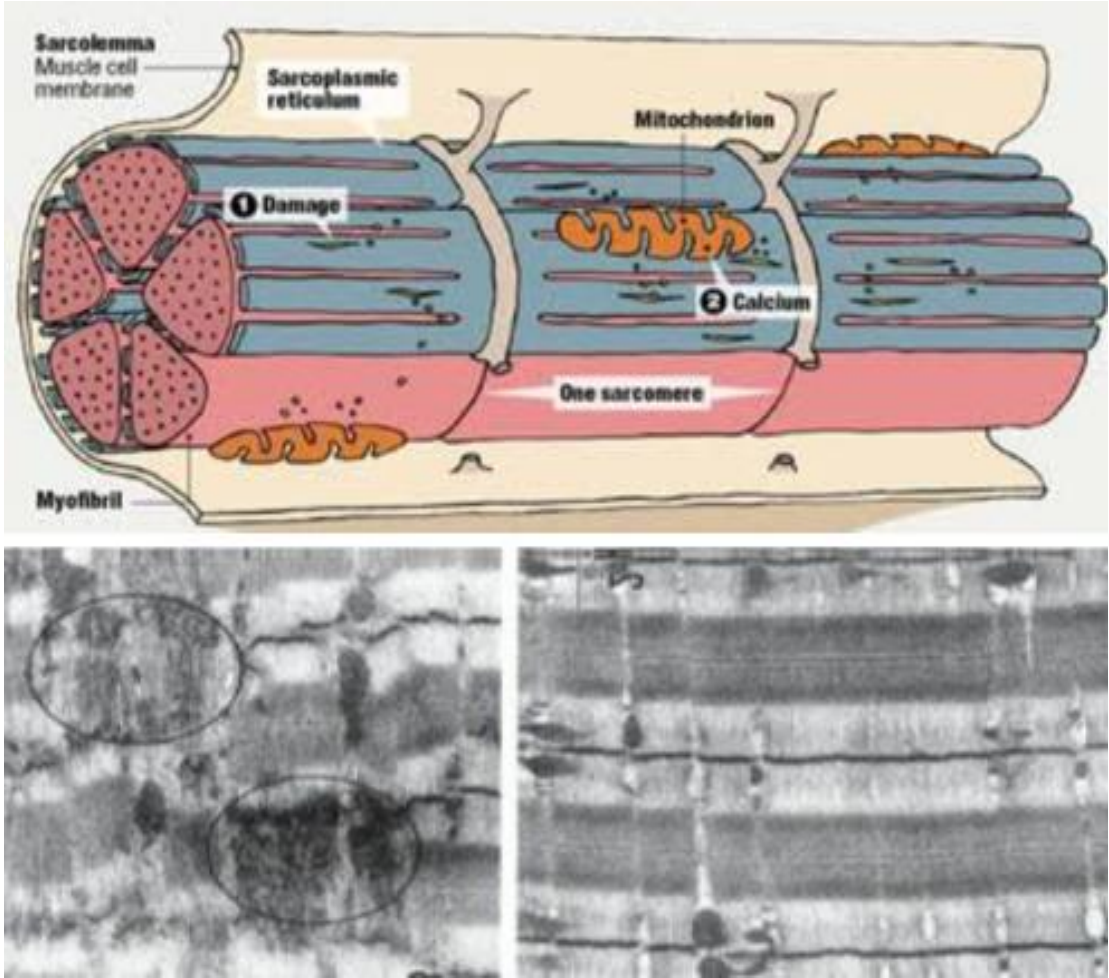
2.5.1.Mekanik gerginlik. Mekanik gerilmenin egzersiz sonucu elde edilecek kas hipertrofisi için en etkili rolü üstlendiği düşünülmektedir. Ancak her yüklenmeye iskelet kasının yanıtı aynı şekilde olmamaktadır. Eksantrik gerimlerin daha büyük uyarıcı olduğu tespit edilmiştir (Howatson ve diğerleri, 2012; Greer ve diğerleri, 2007; Dorrell ve Gee, 2016; Schoenfeld, 2016).

Kas hipertrofisi oluşumunu başlattığı düşünülen önemli mekanizmalardan biri olan mekanik gerim, kas protein sentez oranını düzenler. İskelet kasları bu yüklenmelere

çok hızlı şekilde tepki vermektedir. Bu tepkilerin kas hipertrofisini başlattığı öne sürülmektedir. Mekanik gerim, protein sentezini başlatan (mTOR gibi) molekülleri uyarır. Kas içinde oluşan gerilim mekanosensör alıcıları tarafından algılanır. Bu alıcı, indikatör olan mitojenle etkinleşen protein kinaz (MAPK) moleküllerini aktive eden mekanizmaları aktive eder. Gerilme sonucu sarkomerin boyu uzar (Schoefeld, 2010; Schoefeld, 2012).

2.5.2. Metabolik stres. Metabolik stres teorisi, ATP üretimi için gerekli olan anaerobik glikoliz sonucu ortaya çıkan laktat, hidrojen iyonu, inorganik fosfat, kreatin gibi metabolitlerin birikmesine dayanmaktadır. Oluşan bu asidik ortamın, kas liflerinin yapısını bozduğu ve sempatik sinir aktivitesinin daha fazla uyardığı düşünülmektedir. Bu sayede daha yüksek oranda hipertrofik uyaran olarak etki ettiği öne sürülmektedir (Schoefeld, 2010; Schoefeld, 2012).

2.5.3. Kas hasarı. Egzersizin, kasta lokal mikro travma ve bunun sonucunda hipertrofik bir yanıt oluşturduğu öne sürülmektedir. Mikro travma, çok az sayıda makro moleküle özgü gerçekleşebileceği gibi sarkomerde, bazal lamina veya destekleyici bağ dokuda da yırtılmalarla ortaya çıkabilmektedir (Resim 1). Alışık olunmayan kasılma sonrasında, her bir miyofibrilin farklı bölgelerinde bulunan, en zayıf sarkomerlerin olduğu noktadan miyofibrillerin yırtılmasına neden olur. Bu özellikle T-tübüllerini deforme eder, kalsiyum homeostazının bozulmasına neden olur ve sonuçta, zarların yırtılması ve/veya gerginlikle aktive olan kanalların açılması sonucu hasar görür. Bunun sonucunda uydu hücresi çoğalmasını ve farklılaşmasını düzenleyen çeşitli büyüme faktörlerinin salınımının artmasına yol açtığı düşünülmektedir (Schoefeld, 2012; Schoefeld, 2010).



a) Normal kastaki sarkomerlerde mükemmel uyum görülmektedir; (b) eksantrik kasılmalara maruz kalan kastaki sarkomerler Z-disk bölgelerinde yırtıklar görülmektedir (Schoenfeld, 2016).

Şekil 1. Eksantrik kasılmalardan sonra oluşan sarkomer yapısının bozulması

2.6.Beslenme Takviyeleri ve Etkileri

Profesyonel ya da rekreasyonel amaçlı egzersiz yapan bireyler, performanslarını arttırmak, toparlanma süresini kısaltmak, kas kütlesi kazanmak ve kilo vermek gibi farklı amaçlarla beslenmelerine ek olarak sıvı karbonhidrat, protein, süt, özel içerikli ek gıda (casein, BCAA gibi) ya da karbonhidrat ve protein karışımı farklı ürünler kullanmayı tercih etmektedirler (Trommelen ve diğerleri, 2013). Son yıllarda bu ürünlerin kullanımı çok hızlı şekilde artmıştır. Bu ürünler içerisinde BCAA'lar kullanımı en çok araştırılan

gıda takviyelerinden birisidir. Çalışmalarda egzersizle beraber, beslenme ürünlerinin kullanımı sonucunda hormon salımlarının arttığı ve protein sentezlenmesinin de bu doğrultuda pozitif yönde arttırdığı (Bird, 2010; Stark ve diğerleri, 2012) belirtilmiştir (Şekil 2). Ancak bu ürünlerin kullanım zamanı, miktarı, içerik oranının ne olması gerektiği konusunda net bir bilgi bulunmamaktadır.



Şekil 2. Beslenmenin Akut Etkisi (Bird, 2010)

2.7. BCAA

Elzem amino asitler arasında yer alan BCAA'lar (lösin, izölösün ve valin) oral yolla alındıktan sonra hızlı şekilde (30 dk) sindirilmektedir (Wolfe, 2017). Emiliminden sonra büyük ölçüde doğrudan sistemik dolaşıma girmektedir (Bifari ve Nisoli, 2017). BCAA'lar insan vücudu tarafından sentezlenemez bu yüzden diyetlerle alınması zorunludur (Santos ve Nascimento, 2019; Nosaka ve diğerleri, 2006). Yapılan çalışmalar da mTOR ve p70^{S6K} harekete geçirdiği ve hücre gelişimini başlattığı gösterilmiştir (Jackman ve diğerleri, 2017; Schoenfeld, 2016; Bifari ve Nisoli, 2017). Aynı zaman da

protein sentezini artırır (Santos ve Nascimento, 2019), yıkımını azaltır, bilişsel fonksiyonların zayıflamasını geciktirir, GKA'nın hızlı şekilde geçmesini sağladığı gösterilmiştir (Damas ve diğerleri, 2016; Jackman ve diğerleri, 2017; Manzo, 2017).

2.8. BCAA'ların Anabolik Etkisi

Net protein dengesi (NPD), kas protein sentezi (KPS) ile kas protein yıkımı (KPY) arasındaki fark ($NPD=KPS-KPY$) olarak tanımlanmaktadır (Şekil 3). Kas kütesinin büyümesi ve kas gücünün gelişmesi, protein sentezinin artması (anabolik) ya da protein yıkımının (katabolik) azalması sonucu elde edilecek pozitif protein dengesi ile gerçekleşebilmektedir. Kas hipertrofisi protein sentezinin, yıkımından fazla olduğu durumda gerçekleşir (Schiaffino, Dyar, Ciciliot, Blaauw ve Sandri, 2013). Kas protein yıkımının arttığı veya kas protein sentezinin azaldığı durumda, net protein dengesi negatif yönde olacak ve kas kütesi kaybına neden olacaktır (Hulmi ve diğerleri, 2010). Net protein dengesini etkileyen farklı değişkenler bulunmaktadır. Son yıllarda en çok araştırma konusu olanlardan birisi de BCAA'lardır.

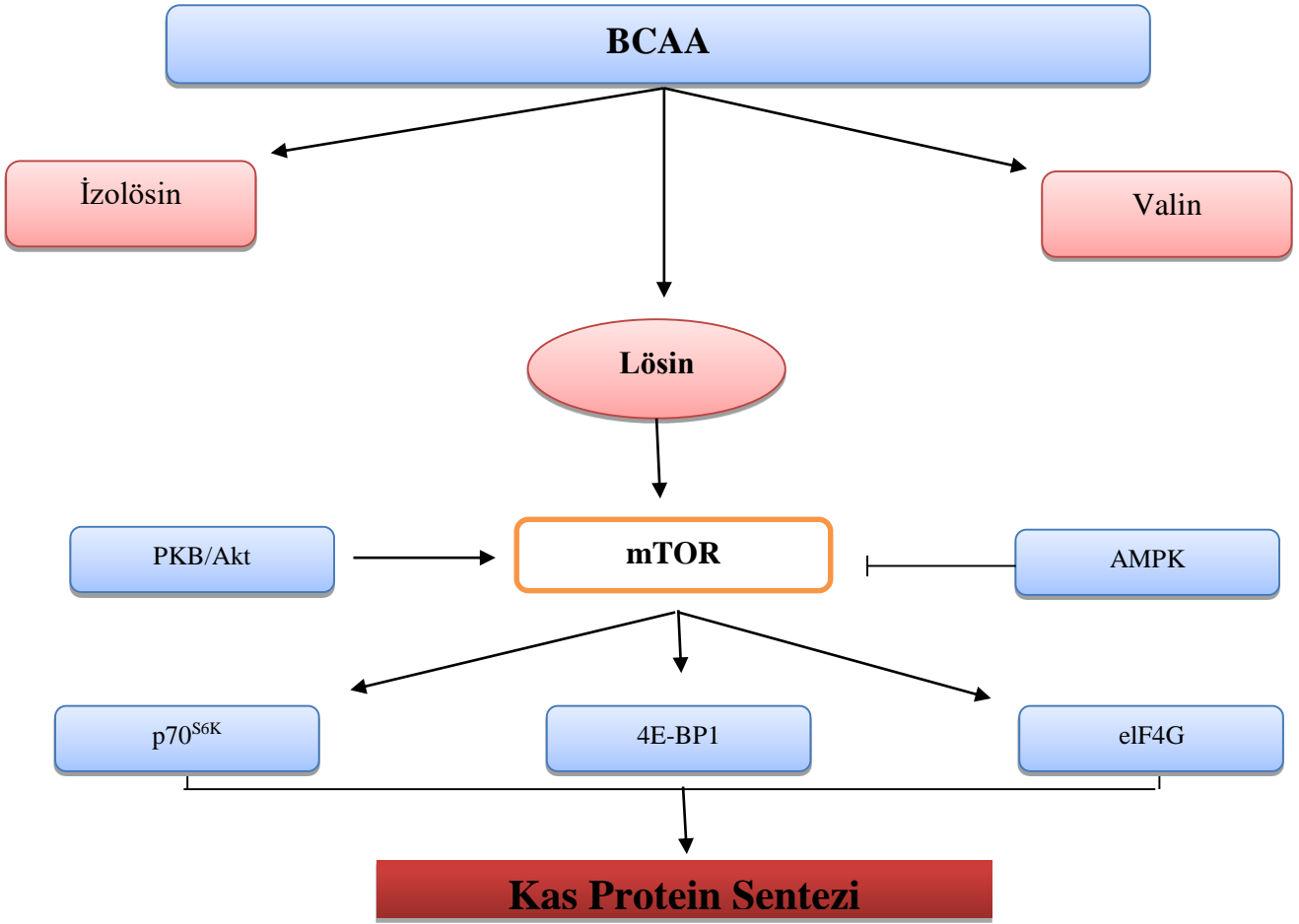


Şekil 3. Net protein dengesi

BCAA'lar, kas protein sentezi artırma ve kas protein yıkımını azaltma (Jackman ve diğerleri, 2017) özelliğine sahip önemli substratlardır. Bu bakımdan, BCAA'nın kas protein metabolizması üzerinde anabolik ve anti-katabolik bir etkisi olabilir. Her iki durumda da BCAA'ların parçalanması (oksidasyon) yoluyla sağlanır (Da Luz, Nicastro, Zanchi, Chaves ve Lancha, 2011). Ek olarak, BCAA egzersiz sırasında glukoneogenez yolu ile enerji üretimine katkı sağlayabilir. Bu nedenle BCAA'ların bir gıda takviyesi

olarak tüketiminin egzersiz yapan bireyler açısından yarar sağlayacağı düşünülmektedir (Osmond, 2017).

Emiliminden sonra BCAA'ların protein sentezini arttırdığı ileri sürülmektedir. Dışarıdan alınan bu besin, protein sentezi için esansiyel amino asitlerin okside olması ya da kana karışmasını inhibe edip, yıkımı % 30 azaltır (Osmond, 2017). Yalnızca Lösin, hücre gelişimi için hayati öneme sahip olan, mTOR'u aktive ederek kas protein sentezini başlatma özelliğine sahip bir elzem amino asittir (Santos ve Nascimento, 2019; Jackman ve diğerleri, 2017). Hedef proteinleri, ökaryotik başlatma faktörü olan 4E-bağlayıcı protein (4E-BP1) ve p70^{S6K} sırayla fosforile ve aktive edilir. Bu sayede protein sentezinde net bir artış sağlanır. Egzersizden sonra oluşan mTOR aktivasyonu, protein sentezi için daha güçlü bir uyarıcı sağlamaktadır. Yapılan araştırmalarla, mTOR ve 4E-BP1 fosforilasyonunun lösin dışında hiçbir EAA tarafından uyarılmadığı gösterilmiştir. Benzer şekilde lösin, p70^{S6K} fosforilasyonunu (Osmond, 2017; Jackman ve diğerleri, 2017) arttırırken, izolösin ve valininin p70^{S6K} fosforilasyonunu uyarmadığını ve dolayısıyla da protein sentezini arttırmadığı gösterilmiştir (Şekil 4). Bu nedenle, kas protein sentezi üzerindeki bu etkilerin, mTOR sinyal yolunun (Jackman ve diğerleri, 2017) artmış aktivasyonundan kaynaklandığı teorisini güçlendirmektedir. Bu özelliklerden dolayı, lösin kas hasarını önlemede ya da toparlanma süresini kısaltmada anahtar bir faktör olduğu düşünülmektedir (Osmond, 2017). Ayrıca, BCAA'nın, egzersiz sırasında ve sonrasında anabolik eki yaptığı öne sürülmektedir (Valenzuela ve diğerleri, 2019; Stark ve diğerleri, 2012).

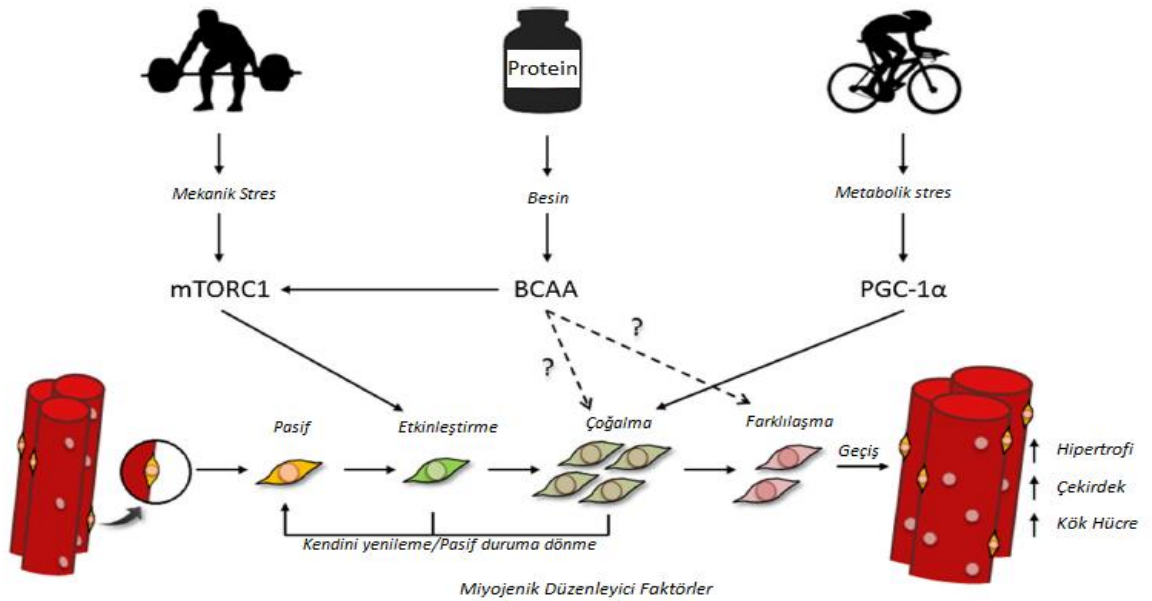


Şekil 4. Lösinin anabolik etki mekanizması

2.9. BCAA ve Uydu Hücre Aktivasyonu

Deney ortamı ve farelerde yapılan çalışmalarda, egzersizin, uydu hücreleri pasif durumdan aktif duruma geçmesi için uyarıcı görevi olan mTOR aktive ettiği görülmüştür. Uydu hücre aktif duruma geldikten sonra, çoğalma ya da uydu hücre havuzunu sürdürmek için kendisini yenileme yoluna gider. Dayanıklılık egzersizi sonrasında oluşan metabolik stres, peroxisome proliferator-activated receptor gamma coactivator 1-alpha (PGC-1a)' yı uyarır. PGC-1a, uydu hücrenin çoğalmasında uyarıcı görevindedir (Shamim ve diğerleri, 2018). Protein/BCAA alımının hem farklılaşmayı hem de çoğalmayı destekleyebileceği düşünülmektedir (Şekil 5)

Dışarıdan alınan proteinler emilimlerinden sonra amino asitlere ayrıştırılır. Bu amino asitlerin, egzersizden sonra oluşan hasarın onarımında ve toparlanmada çok önemli rolü vardır. Protein sentezinin artırılması ve egzersiz sonrası toparlanma süresinin kısaltarak adaptasyonun sağlanması için yeterli düzeyde BCAA'ların kullanılması önerilmektedir (Rahimi ve diğerleri, 2017). Egzersizden sonraki bu süreç, tüketilen proteinin (BCAA) zamanı, miktarı, tipine bağlı olarak proteinin anabolik etkisini doğrudan etkileyebilmektedir (Shamim ve diğerleri, 2018; Schiaffino ve diğerleri, 2013).

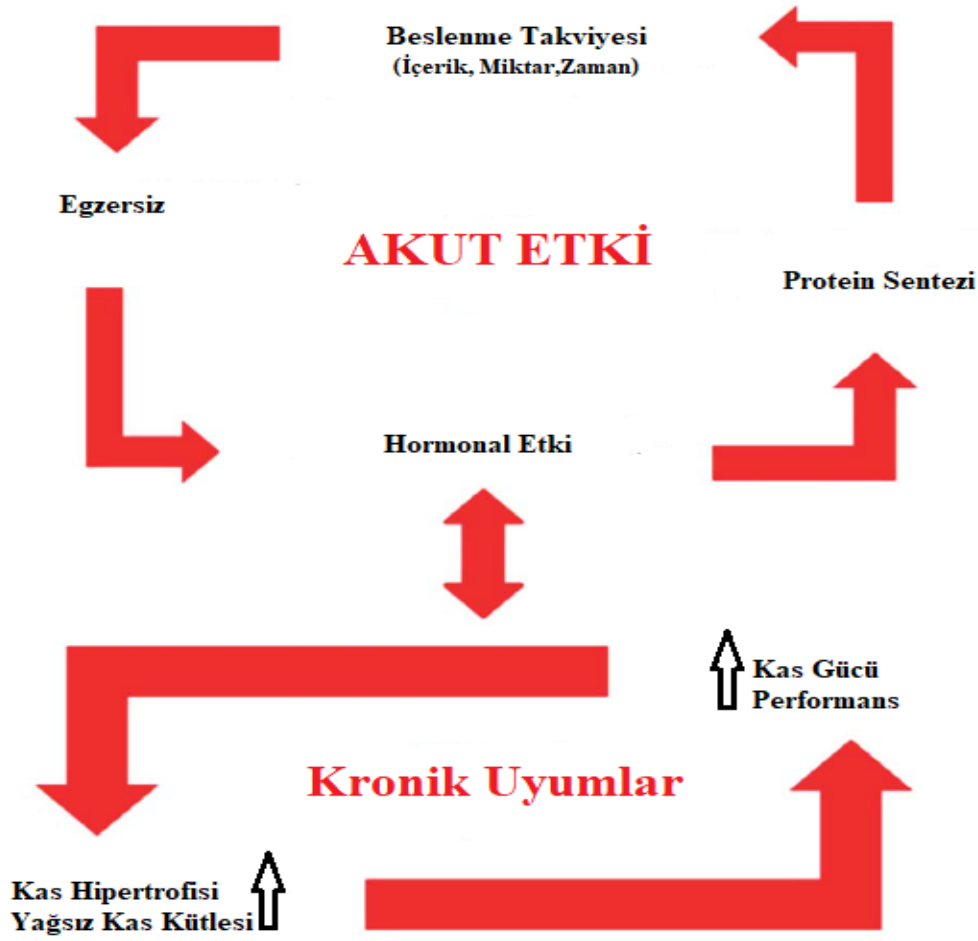


Şekil 5. Uydu Hücre Aktivasyon Mekanizması (Shamim ve diğerleri, 2018)

2.10.BCAA ve Hormonlar

Egzersiz ve beslenme takviyelerinin kullanımını neticesinde hormonların salınım miktarları artar ve protein sentezlenmesinde artış meydana gelir (Şekil 6). Akut elde edilen bu sonuç, tekrar eden antrenmanlarla kas hipertrofisini ve yağsız vücut kütlelerinin artışına olanak sağlayacak kronik etkiler kazandırır. Sonucunda kas gücünde ve

performansta artış meydana gelebilmektedir (Bird, 2010). BCAA'lar da anabolik etkiye sahip uyarıcı besin takviyeleridir. Özellikle Lösin' in protein sentezini arttırdığı öne sürülmektedir (Jackman ve diğerleri, 2017). Ancak BCAA'ların TT, BH, kortizol ve insülin hormonu üzerine etkileri tam olarak bilinmemektedir. Hangi oran ve miktarlarda ya da ne zaman kullanılması gerektiği konusunda net bir bilgi de bulunmamaktadır. BCAA'nın antrenmandan önce alınmasının, daha hızlı toparlanmayı sağlayacağı ve daha fazla anabolik etki yapacağı tespit edilmiştir (Stark ve diğerleri, 2012; Tipton ve diğerleri, 2001).



Şekil 6. Beslenmenin konik etkisi (Bird, 2010)

Hormonlar anabolik süreçlerin yukarı düzenleyicileri olmaları açısından çok önemli rol üstlenmişlerdir. Artmış olan anabolik hormonlar sonucunda reseptör etkileşimleri artar, protein sentezini pozitif yönde etkiler ve kas gelişimi elde edilir. Buna ek olarak, uydu hücre aktivasyonunun başlaması, farklılaşması ve hasara uğramış olan kası onarması süreçleri de bu hormonların etkileri arasındadır. IGF-1, kortizol, insülin, TT ve BH anabolik etki yaptığı gösterilmiştir (Schohefeld, 2012). Bu hormonlar içerisinde TT ve BH hormonları, egzersizlerle oluşan anabolik etki mekanizmasının anlaşılabilmesi adına çokça araştırma konusu olmuş hormonlardır (Bird, 2010).

2.10.1.Büyüme hormonu. Sağlıklı erkek bireylerde (18 yaş ve üzeri) büyüme hormonu aralığı 0,06-5 μ g/L' dir. BH, peptit yapıdadır ve ön hipofiz bezinden salgılanır. BH salınımı egzersiz, stres ve derin uykuda artmaktadır. Hücrelerin yenilenmesini indükleyerek büyümeyi sağlar ve yağ yıkımına yardımcı olur. Aynı zamanda hücrelerde (kemik, kıkırdak, yumuşak doku, iç organ) mitoz aktiviteyi uyarmaktadır (Kurtoğlu, Akın ve Leyla, 2013). Mitoz aktiviteyi uyarması sonucu, hücrelerde bölünme ve çoğalma başlamaktadır (Civan, Özdemir, Gencer ve Durmaz, 2018). Ayrıca amino asitlerin kas hücrelerine geçişini arttırarak protein metabolizması üzerine net anabolik etki sağlayabilmektedir (Kurtoğlu ve diğerleri, 2013). Bu etkiyi direkt olarak ve insülin benzeri büyüme hormonu üzerinden de yapmaktadır. Amino asitlerin oksidasyonunu azaltır ve bu sayede hücre içinde ki fosforilasyonu arttırarak bütün vücutta kas protein sentezi artışına yardım etmektedir (Kurtoğlu ve diğerleri, 2013). Ayrıca protein katabolizmasını da önlediği tespit edilmiştir. Bütün bu etkilerle kas hipertrofine olumlu katkı sağlamaktadır (Fink ve diğerleri, 2018).

Yapılan araştırmalar; BCAA'nın (lösin, izölösin, valin) BH salınımını yaklaşık %10 oranda arttırdığını göstermiştir (Chromiak ve Antonio, 2002). Lösinin de kendi başına BH salınımını arttırdığını öne süren çalışmalar da bulunmaktadır (Valenzuela ve diğerleri, 2019). Bu bulguların aksine, egzersizden 1 saat önce tüketilen BCAA'nın egzersizden sonraki büyüme hormonu salınımını azaltabileceği yönünde bulgular da mevcuttur (Civan ve diğerleri, 2018). Carli ve arkadaşları (1992) yaptıkları çalışmada maraton koşucularında, ortalama maraton koşu hızlarının %85 (30 dk) ve % 100' ünde (30 dk) yaptıkları 1 saatlik egzersizden önce alınan BCAA'nın (2:1:1/5.14 lösin: 2.57 valin: 2.57 izölösin) BH salınımını azalttığını tespit etmişlerdir. Bir diğer çalışmada ise plazmadaki yüksek BCAA'nın, BH için uyarıcı özelliği olan serotonin salınımını

baskıladığı ve bunun sonucunda da BH' nin salınımını azalttığı öne sürülmüştür (Chromiak ve Antonio, 2002).

2.10.2.Total testosteron. Sağlıklı erkek bireylerde (18 yaş ve üzeri) TT aralığı 2,4-8,7 µg/L' dir. Bazı anabolik hormonlar, egzersizden sonraki yanıt ve adaptasyonlar için kritik öneme sahiptir. TT bu hormonların içerisinde yer almaktadır (Koz, 2016). TT androjen grubuna ait steroid hormondur. Erkek cinsiyet hormonudur ve bir anabolik steroiddir. Erkeklerde testislerde, dişilerde yumurtalıklardan üretilmektedir. Sağlık, enerji, bağışıklık sistemi, kemik erimesi ve libido ile yakından ilgilidir (Civan ve diğerleri, 2018). Büyüme hormonu gibi anabolik etkiye sahiptir ve kas protein sentezini arttırmaktadır. Bu yüzden kas gelişimi ve performansın arttırmasıyla ilgili çalışmalarda kullanılmaktadır (Küüsmaa, Schumann, Sedliak, Kraemer, Newton ve diğerleri, 2016). Yapılan bir çalışmada kuvvet antrenmanı sonucunda (şiddet %80-100) testosteron seviyesini akut olarak yükseltebildiği saptanmıştır. Bu artışın hem TT' nin sentezle hızının artmasından hem de eliminasyonunun azalmasından kaynaklandığı öne sürülmektedir (Harbili, 2008).

2.10.3.Kortizol. Sağlıklı erkek bireylerde (18 yaş ve üzeri) kortizol hormonu aralığı 3,7-19,4 µg/dl' dir. Kortizolün vücudun metabolik sistemleri üzerindeki başlıca etkilerinden biri, karaciğer depoları dışındaki tüm vücut hücrelerinde protein depolarının azaltılmasıdır. Buna hem azalmış protein sentezi hem de zaten hücrelerde bulunan protein katabolizması neden olmaktadır. Bu etkilerin her ikisi de ekstrahepatik dokulara amino asit taşınmasının azalmasından kaynaklanabilir. Bu muhtemelen en büyük neden değil. Çünkü kortizol ayrıca, özellikle kas ve lenfoid dokularında birçok ekstrahepatik dokularda ribo nükleik asit (RNA) oluşumunu ve ardından protein sentezini baskılamaktadır (Hall, 2015; Kraemer ve diğerleri, 2011).

İzole dokulardaki çalışmalar, kortizolün, kas asitlerine ve belki de diğer ekstrahepatik hücrelere amino asit taşınımını baskıladığını göstermiştir. Bununla birlikte, hücrelerdeki proteinlerin katabolizması, mevcut proteinlerden amino asitleri salmaya devam eder ve bunlar, plazma amino asit konsantrasyonunu arttırmak için hücrelerden yayılır. Bu nedenle kortizol, nonhepatik dokulardan amino asitleri harekete geçirir ve böylece protein dokusunun depolarını azaltır (Hall, 2015; Kraemer, 2011).

Kortizol, egzersiz sırasında ve sonrasında, kas üzerinde yağ asidi mobilizasyonu (Johnson, 1997) katabolik etkileri ve immün baskılayıcı ve anti-enflamatuar eylemler dahil olmak üzere önemli rol oynayan bir glukokortikoiddir (Fuqua, 2013). Testosteron ve kortizolün, egzersizle indüklenen önemli hormonal yanıtlar olduğu ve sırasıyla anabolik ve katabolik hormon kontrolünün biyobelirteçleri olduğu düşünülmektedir (Zinner, 2014; Wahl, Mathes, Köhler, Achtzehn, Bloch ve Mester, 2013). Benzer şekilde, testosteron/kortizol oranının, anabolik/katabolik durumun bir göstergesi olduğu öne sürülmüştür (Sylta, Tønnessen, Sandbakk, Hammarström, Danielsen, 2017). Böylece,

testosteronda bir artış, kortizolde bir azalma veya her ikisinin bir kombinasyonu, anabolizmin potansiyel genel durumunu gösterecektir (Vuru ve Vuru, 2004).

2.10.4.İnsülin. Sağlıklı erkek bireylerde (18 yaş ve üzeri) İnsülin hormonu aralığı 2,6-24,9 mikro ünite/L (mU/L)' dir. Pankreas, sindirim fonksiyonlarına ek olarak, glikoz, lipid ve protein metabolizmasının düzenlenmesi için çok önemli olan iki önemli hormondan biri olan insülini salgılar. Enerji metabolizmasını düzenlemede en önemli hormonlardan birisidir. Yemekten sonraki birkaç saat boyunca dolaşımdaki kanda fazla miktarda besin bulunduğunda, sadece karbonhidratlar ve yağlar değil, proteinler de dokularda depolanır. Bunun gerçekleşmesi için insülin gereklidir. Fakat İnsülinin protein depolamasına neden olma şekli hem glikoz hem de yağ depolamanın mekanizmaları kadar iyi anlaşılmamaktadır (Hall, 2015; Fink, 2018).

İnsülin, amino asitlerin çoğunun hücrelere taşınmasını uyarır. En güçlü şekilde taşınan amino asitler arasında valin, lösin, izolösin, tirozin ve fenilalanin bulunur. Böylece, insülin büyüme hormonu ile amino asitlerin hücrelere alımını arttırma özelliğini paylaşır. İnsülin, proteinlerin katabolizmasını önler, böylece hücrelerden, özellikle de kas hücrelerinden amino asit salınım oranını azaltır. Muhtemelen bu, insülinin proteinlerin hücreli lizozomlar tarafından normal yıkımını azaltma kabiliyetinden kaynaklanmaktadır. İnsulin aynı zamanda hücre akresyonunun düzenlenmesi ve hücreli besin, oksijen ve enerji seviyelerinin belirlenmesinde kritik rolü olan mTOR'un da anabolik etkilerinin aktive edilmesinde önemlidir (Fink, 2018; Hall, 2015; Gannon, Schnuck, Vaughan, 2018).

Hayvan çalışmaları sonuçları incelendiğinde büyüme hormonu veya insülinde sadece birinin verilmesi, neredeyse hiç büyümeye neden olmamaktadır. Ancak bu hormonların bir kombinasyonu dramatik bir büyümeye neden olabilmektedir. Böylece,

iki hormonun, her biri diğ erinden ayrı şekilde özel bir işlevi yerine getirerek büyümeyi teşvik etmek için sinerjistik olarak fonksiyon gördüğü anlaşılmaktadır. Direkt anabolik özellikleri bilinmese de, insülin kullanımı vücut geliştiriciler arasında ve kas kütlesini arttırmak isteyen atletler arasında da yaygındır (Holt ve Sönksen, 2008) . İnsülinin anabolik etkisinin proteien sentezini arttırmaktan ziyade protein yıkımını önleyici özelliklere sahip olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Fink, 2018). İnsülinin proteinlerin ve peptitlerin, enzimle peptit bağının hidrolizi ile amino asitlere parçalanması süreci olan proteolizi azaltma mekanizması (Pacy, Nair ve Ford, 1989) henüz tam olarak anlaşılammakla beraber kas hipertrofinin miyofibriler protein sentezi ve proteoliz arasındaki farkı olduğu düşünüldüğünde, protein yıkımındaki bir azalmanın, kontraktıl proteinlerin birikmesini ve böylece daha fazla hipertrofiyi teşvik edecek bir mekanizma olarak düşünülmektedir (Kafkas ve Kurt, 2019; Schoenfeld, 2016; Kızılay, 2018). Bu noktada insülinin, direnç antrenmanları sonrası artan hipertrofik yanıtı nasıl artırdığına dair en güçlü kanıt protein yıkımı azaltıcı etkiye sahip olması olarak gösterilmektedir (Baron, 1991; Heslin, Newman, Wolf, Pisters, Brennan, 1992; Hall, 2015).

Egzersizin ilk kısmında insülin miktarında ani artış olduğu ve daha sonra azalmaya başladığı bilinmektedir. Bu, kanda hazır bulunan glikozun hücre içine taşınmasından kaynaklanmaktadır (Gökdemir ve Cicioğlu, 2000). İnsülin hormonun anabolik etki mekanizması tam olarak anlaşılammıştır. Bu etkisinin yanın da bazı çalışmalarda BCAA'ların insülin hormonu salınımını fazla arttıracığı ve uzun süre kullanımlarda zararlı etki göstereceğı tespit edilmiştir. Bir dizi epidemiyolojik çalışma, özellikle lösin içeriğı çok yüksek olan BCAA'ların pankreasta bulunan β hücreleri aktive ederek aşırı insülin salınımına ve böylece hiperinsülinemiye yol açacağını, insülin direnci ve obezite başta olmak üzere kardiyometabolik hastalıklara yol açabileceğini

belirtmişlerdir (Tai, Tan ve Stevens, 2010; Huffman ve diğçerleri, 2009; Uğur, 2107; Yoon, 2016; Jäger, 2017).

3. Bölüm

Yöntem

Bu araştırma 2018-15-16 nolu Bursa Uludağ Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurul onayı ve DDP(SBF) 2018/16 onay kodu ile Bursa Uludağ Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi desteği ile yürütülmüştür.

3.1.Katılımcılar

Araştırmaya Bursa Uludağ Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesinde öğrenci olan 18-23 yaş arasında, yaş ve vücut ağırlık ve BMI ortamları sırasıyla; $21,25 \pm 1,8$ yıl, $74,11 \pm 9,48$ kg ve $22,87 \pm 1,84$ BMI olan aktif erkek katılmıştır. Katılımcılar araştırmaya dahil edilmeden önce, aşağıda belirtilen araştırmaya katılım için gerekli ön koşulları taşıyıp taşımadıklarına dair bir bilgilendirme formu doldurmaları istenmiştir. Aşağıda belirtilen kriterlere sahip olan 12 katılımcı çalışmaya dahil edilmiştir.

*Yakın geçmişte herhangi ilaç tedavisi almamış olması,

*Herhangi bir spor branşında aktif sporcu olmaması,

*Son altı ay içerisinde herhangi ek gıda kullanmamış olması (protein, vitamin vb),

*Bilinen herhangi bir hastalığının olmaması,

3.2.Deneysel Prosedür

Bu çalışma modelinde, egzersiz ve kontrol grubunu aynı kişiler oluşturmaktadır. Bu araştırmada, aşağıdaki Şekil 7'de görülen çapraz desen modeli ile tek körleme yöntemi ile yapılmıştır.

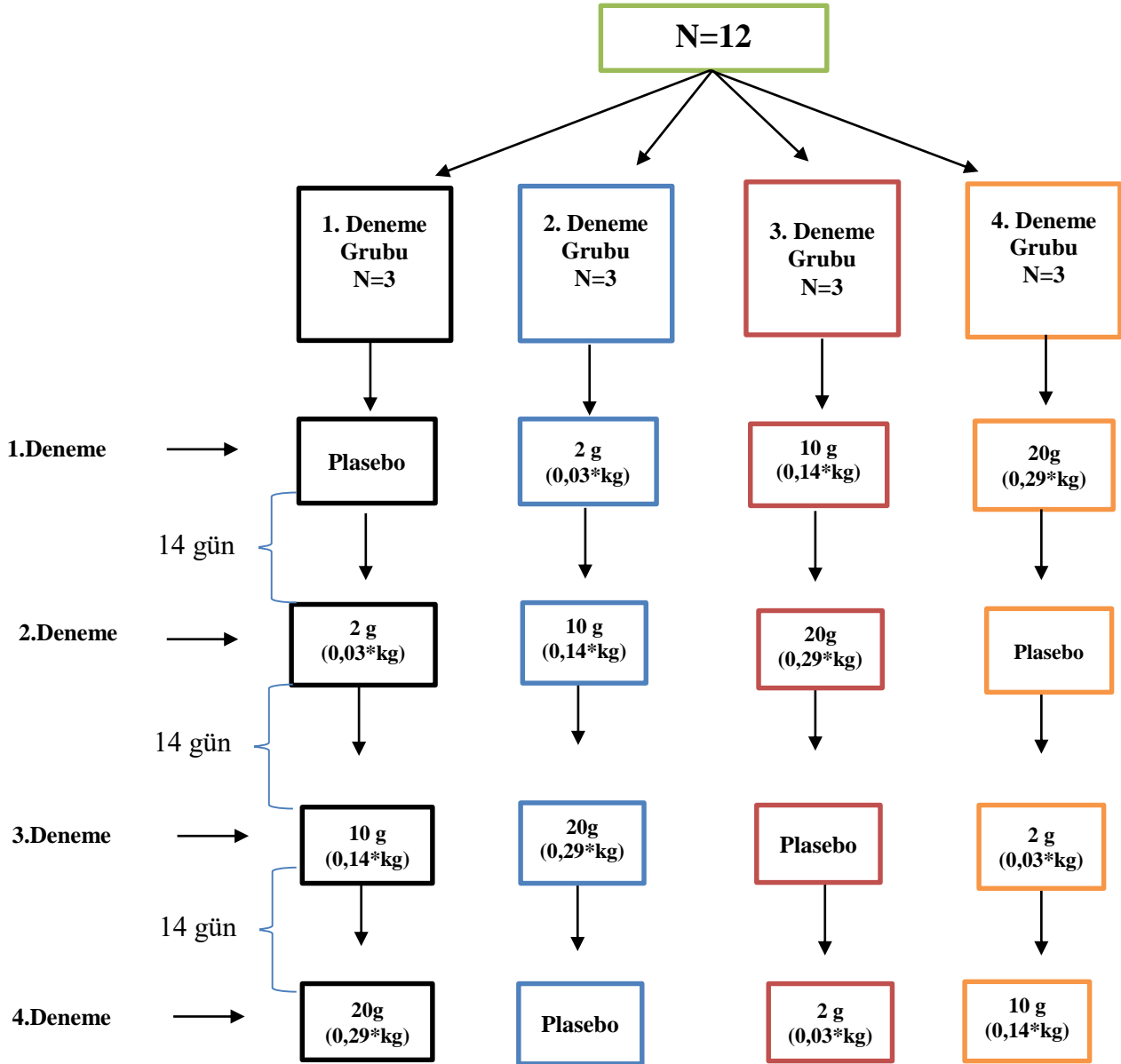
Çalışmaya katılmak isteyen kişilerle çalışmadan 2 hafta önce toplantı yapıldı ve kriterleri uyan 12 kişiye içinde 1' den 12'ye kadar sayıların yazdığı kapalı zarflardan seçmeleri istendi. 1-2-3 nolu zarfları seçenler 1. Deneme grubu, 4-5-6 nolu zarfları seçenler 2. Deneme grubu, 7-8-9 nolu zarfları seçenler 3. Deneme grubu, 10-11-12 nolu

zarfları seçenler 4. Deneme grubuna ayrıldılar. Bu şekilde 12 kişiden oluşan katılımcılar, rastgele 3'erli gruplara ayrılmış oldu. Katılımcılara, hangi grupta olduklarını, hangi denemeyi (plasebo, 2, 10, 20 g BCAA) ne zaman yapacakları hakkında bilgi verilemedi.

Toplam da 4 deneme (plasebo, 2, 10, 20 g BCAA) yapılan bu çalışmada, denemeler arasında yenilenme için 14 gün ara verilmiştir. Katılımcılar 30 dk ara ile BCAA alımı yapmaları ve egzersize 30 dk ara ile başlamaları sağlanmıştır. Bu sayede her katılımcının BCAA alımından 30' sonra egzersize başlamaları sağlanmıştır. Sirkadiyen ritmin etkisini ortadan kaldırmak için, yapılan bütün denemeler (plasebo, 2, 10, 20 g BCAA) haftanın aynı gününde ve aynı saatinde yapıldı.

Çalışmada plasebo (n=3), 2 g BCAA (n=3), 10 g BCAA (n=3) ve 20 g BCAA (n=3) olmak üzere toplamda 4 farklı deneme grubu bulunmaktadır. 4 denemede grupların hangi denemeleri yaptıkları aşağıda belirtilmiştir.

1. *Deneme*; 1. deneme grubu plasebo, 2. deneme grubu 2 g BCAA (0.03*kg), 3. deneme grubu 10 g BCAA (0.14*kg), 4. deneme grubu 20 g BCAA (0.29*kg) alımı gerçekleştirmiştir.
2. *Deneme*; 1. deneme grubu 2 g BCAA (0.03*kg), 2. deneme grubu 10 g BCAA (0.14*kg), 3. deneme grubu 20 g BCAA (0.29*kg), 4. deneme grubu plasebo alımı gerçekleştirmiştir.
3. *Deneme*; 1. deneme grubu 10 g BCAA (0.14*kg), 2. deneme grubu 20 g BCAA (0.29*kg), 3. deneme grubu plasebo, 4. deneme grubu 2 g BCAA (0.03*kg) alımı gerçekleştirmiştir.
4. *Deneme*; 1. deneme grubu 20 g BCAA (0.29*kg), 2. deneme grubu plasebo, 3. deneme grubu 2 g BCAA (0.03*kg), 4. deneme grubu 10 g BCAA (0.14*kg) alımı gerçekleştirmiştir.



Çapraz Desen ile toplamda 4 deneme yapıldı ve her ölçüm haftası sonrası, yapılan egzersiz etkisinin geçmesi için 14 gün yenilenme süresi verildi. Bütün katılımcılar rastgele şekilde 3' erli gruplara (Plasebo, 2g BCAA, 10 G BCAA ve 20G BCAA) ayrıldı. Venöz kan alımları, BCAA alımından hemen önce, son testler ise egzersiz protokolünden hemen sonra, 30 dk, 60 dk, 24, 72 saat ve 7. Gün de yapıldı. Algılanan yorgunluk EÖ, EHS, 24, 72 saat ve 7. gün de yapıldı.

Şekil 7. Deneysel prosedür

3.3.Venöz Kan Alımları ve Analizler

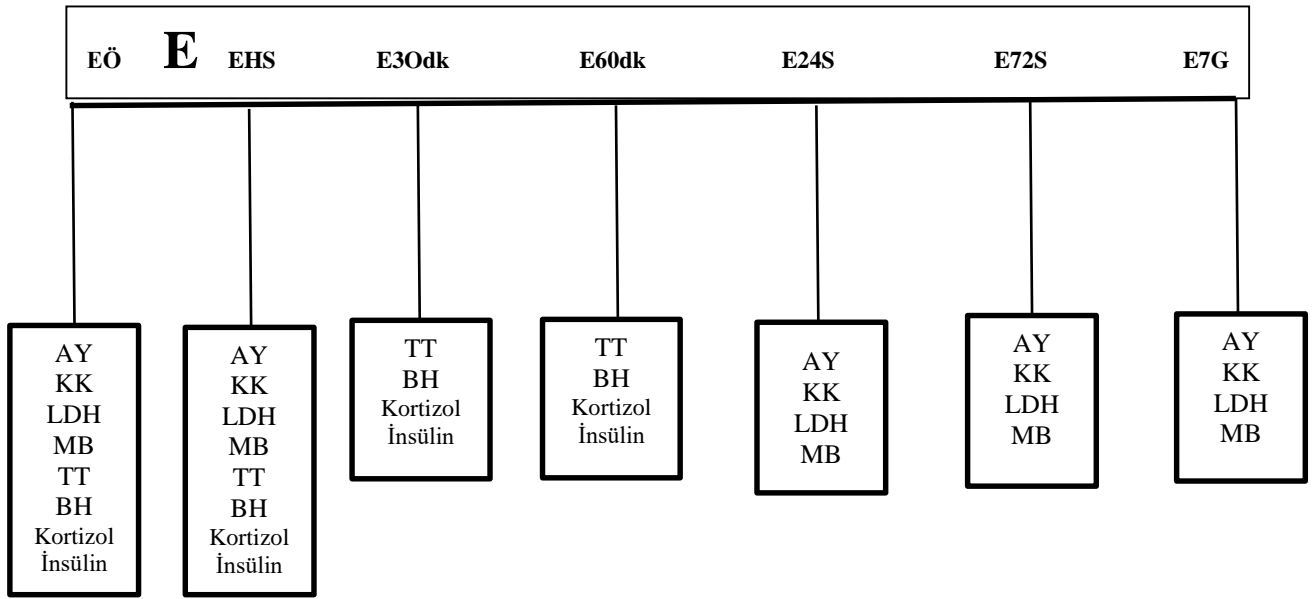
Her denemede, egzersize başlamadan ve BCAA alımı yapmadan önce (EÖ-4cc) egzersizden hemen sonra (EHS-4cc), egzersizden 30 dk sonra (E30dk-4cc), egzersizden 60dk sonra (E60dk-4cc), egzersizden 24 saat sonra (E24S-4cc), egzersizden 72 saat sonra (E72S-4cc), egzersizden 7 gün sonra (E7G-4cc) olmak üzere toplamda 7 defa venöz kan alımları gerçekleştirilmiştir (Şekil 8). Uzman hemşire tarafından venöz kanlar, katılımcılar uzanır pozisyondayken, sarı kapaklı vacumlu plastik jelli tüplere alınmıştır.

Egzersiz öncesi, katılımcının venöz kanı (EÖ-4cc) alındıktan sonra, o deneme de tüketeceği içeceği (plasebo, 2, 10, 20 g BCAA) katılımcının göremeyeceği yerde, koyu renkli şişede sulandırıldı (400 ml) ve içmesi sağlandı. 30 dk pasif şekilde bekledikten sonra araştırmacı tarafından ısınma yapması sağlandı ve egzersiz protoklü uygulandı. Araştırmacı tarafından kontrol edilen 100 derinlik sıçraması biter bitmez sedyede uzanması sağlandı ve EHS (4cc) venöz kan alımı yapıldı. Daha sonra katılımcının pasif şekilde beklemesi sağlandı ve egzersizin bitiminden itibaren 30 dk ve 60 dk sonra da venöz kanlar alındı. Egzersizin bitiminden itibaren geçen 24.-72. saat ve 7.gün de katılımcılar, Bursa Uludağ Üniversitesi Merkez Acil Laboratuvara giderek, uzanır pozisyonda venöz kan alımları yapıldı.

Alınan venöz kan numuneleri 30 dk bekletildikten sonra Nüve marka NF-1200R model cihaz ile santifirij edildi. Daha sonra Nüve marka (4000 RPM de 5 dk) DF-490 model derin dondurucuda -80 derece ısıda son kan numunesi alımına kadar bekletildi. Son kan numuneleride derin dondurucuda 2 gün bekletildikten sonra bütün venöz kanlar aynı gün içerisinde analiz edildi.

BH (ng/dl); “Siemens marka, Immulite 2000 xpi” model cihazda (interassay CV % 15.71), MB, TT, kortizol ve insülin; “Abbott” marka, Architect Plus i-2002 model

cihazda (Miyogloblin interassay CV % 4.74, TT interassay CV % 4.97, kortizol interassay CV % 3.8, insülin interassay CV %2.91), KK ve LDH, “Abbott” marka, Architect C-16000 model cihazda analiz edilmiştir (KK interassay CV % 11.3, LDH interassay CV % 3.81).



E: Egzersiz Protokolü, EÖ: Egzersizden önce, EHS: Egzersizden hemen sonra, E30dk: Egzersizden 30 dk sonra, E60dk: Egzersizden 60dk sonra, E24S: Egzersizden 24 saat sonra, E72S: Egzersizden 72saat sonra, E7G: Egzersizden 7 gün sonra, AY: Algılanan Yorgunluk, LDH: Laktat Dehisrogenaz, KK: Kreatin Kinaz, MB: Miyogloblin, BH: Büyüme Hormonu, TT: Total Testosteron,İnsülin,Kortizol

Şekil 8. Ölçüm zamanları

3.4.İsınma Protokolü

10 dk jogging koşusunun son 1 dakikasında sporcular kolları sırayla öne, arkaya çevirerek ve yana açıp kapatarak koşular ve skipping yaptılar. Ardından farklı yönlere bacakları yana açarak yan koşmaları sağlandı. Ardından squat (10 defa), çift ayak öne sıçrama (10 defa) yapmaları istendi. Daha sonra toplamda 10 dk süren germe hareketlerini yapmaları istendi. Bunlar; Statik: Calf Germe, Hamstring Germe, Adductor (iç bacak) germe, Hip rotator germe, Quadriceps germe, Gluteus maximus germe, Dinamik; Sırasıyla Rising Torso Twist, Squat,

Walking lunge/Twist, Frankenstein walk, Alternating high kicks, Alternating Toe touch, Butt Kicks hareketlerinden oluşmaktadır (Jung, Lee ve Lee, 2018).

3.5.Egzersiz Protokolü

100 adet derinlik sıçraması içeren egzersiz protokolü uygulandı (Şekil 9). 5 setten oluşan protokolde her sıçrama arasında 10 saniye, her 20 sıçramadan sonra 2 dakika ara verildi. 60 cm yükseklikte olan sıçrama tahtasından kendisini yere bıraktıktan sonra, yere temas eder etmez maksimal güçle yukarı doğru sıçraması istendi (Goodall ve Howatson, 2008; Howatson ve diğerleri, 2012; Miyama ve Nosaka, 2004; Osmond, 2017).



Şekil 9. Derinlik sıçraması (Drop Jump)

3.6.Besin Kontrolü

Çalışmadan başlamadan önce katılımcılardan, 7 günlük besin takibi yapmaları sağlandı (Kraemer ve diğerleri, 2006). Bu süreçte hangi besini (yiyecek ve içecek) ne zaman ve ne kadar tükettiklerini yazmaları konusunda bilgilendirmeler yapıldı. Yapılan besin takibini sonucunda, bütün deneme haftalarında aynı saatlerde benzer içerikte ve ölçüde besinler almaları gerektiği konusu önemle vurgulandı. Çalışma süresinde katılımcılar yediklerini kendilerine verilen besin takip çizelgelerine yazmaları ve ihtiyaç duyduklarında, çalışmada bulunan beslenme uzmanına tükettikleri besinlerin benzerlerini alabilmeleri için danışabilecekleri açıklandı. Egzersiz protokolünden 24 saat önce alkol, kafein tüketmemeleri, uygulamada spor kıyafet giyilmesi ve en son yemekten sonra 2 saat geçmesi gerektiği konusunda bilgilendirildiler. Ayrıca gece uyku düzenlerinde hiçbir değişiklik yapmamaları gerektiği söylendi (Borgenvik ve diğerleri, 2011). Katılımcıların besin takipleri, günlük alınan toplam kalori, protein ve karbonhidrat hesaplamaları için Beslenme Bilgi sistemi (Nutrition Information System/BEBIS) programına yüklendi (Güven, Özdemir ve Ersoy, 2009).

3.7.BCAA İçeriği, Miktarının Hesaplanması

Sedanter genç erkeklerin ortalama vücut ağırlıkları 70 kg olduğundan (Baysal, 2011) 2 g BCAA için=0,03g*Vücut ağırlığı, 10 g BCAA için=0,14g*Vücut ağırlığı, 20 g BCAA için=0,29g*Vücut ağırlığı olarak hesaplamalar yapıldı. BCAA ölçüleri, 0.001 g hassasiyeti olan WL 303L dijital hassas terazi ile gerçekleştirildi.

Lösinden zenginleştirilmiş formda olan BCAA (4: 1: 1/lösün, izolösün ve valin) kullanıldı. İçecekler koyu renkli şişelerde hazırlandı ve katılımcıya içmeden hemen önce sulandırarak (400ml) verildi. Protein metabolizmasını değiştirebilecek bir insülinin yükselmesini önlemek için karbonhidrat esaslı bir plasebo yerine Aspartam kullanıldı

(Howatson ve diğerleri, 2012). Tüm içecekler BCAA'ların acı tadını maskeleyerek için aspartam kullanılarak tatlandırıldı.

3.8.Boy lm

Katılımcıların boy uzunlukları Dijital olan (0.01 m. Hassas) mekanik boy ölçer ile ölçüldü.

3.9.Beden Kütle İndeksi (BKİ)

Beden kütle indeksi hesaplamaları Biyoelektrik impedans analizörü (TANITA-TBF300/Japonya) ile yapıldı. Alet zerindeki metal kısımlara, çoraplarını çıkartarak basmaları ve ölçüm süresince tutamaları bırakmadan beklemeleri istendi. Analiz bitinceye kadar, sabit durmaları istendi. lm, üzerlerinde hafif kıyafetler varken (ort, tirt) ve üzerlerinde metal eşya olmadan yapıldı.

3.10. Subjektif Algılanan Yorgunluk

Katılımcılara egzersizden önce, egzersizden hemen sonra, egzersizden 24, 72 saat ve 7. gün sonra quadriceps femoris kasına dokunarak ne kadar ağrı hissettikleri soruldu. Katılımcılardan, kas ağrısını "0" hiç ağrı yok, "10" ok Şiddetli ağrı var Şeklinde görsel ağrı skalası üzerinden puanlamaları istenildi (Howatson ve diğerleri, 2012; Waldron ve diğerleri, 2017).

3.11.Verilerin Analizi

Verilerin analizinde tekrarlı ölçümlerde iki yönlü varyans analizi kullanıldı. Gruplar arası karşılaştırmalar küresellik sağlanamadığı zaman, Greenhouse-Geisser ıktıları ile analiz yapıldı. Gruplar arası fark tespit edildiğinde, çoklu karŐılaŐtırmalarda Bonferroni post-hoc test kullanıldı. Bütün istatistiksel analizlerde SPSS 22 paket programı kullanıldı ve anlamlılıkları 0.05 ile sınınanmıŐtır.

4. Bölüm

Bulgular

4.1. Besin Profili

Deneme süresince (4 hafta) boyunca yapılan beslenme takipleri BEBİS programında yapılan analizle (Güven, Özdemir ve Ersoy, 2009) değerlendirildi. Tekrarlı şekilde elde edilen veriler iki yönlü varyans ile karşılaştırmaları yapıldı. Karşılaştırma sonuçlarına göre, gruplar arasından toplam kalori, protein, karbonhidrat ve lösin miktarlarında istatistiksel açıdan anlamlı farklılıklar tespit edilmemiştir (Tablo 1).

Tablo 1.

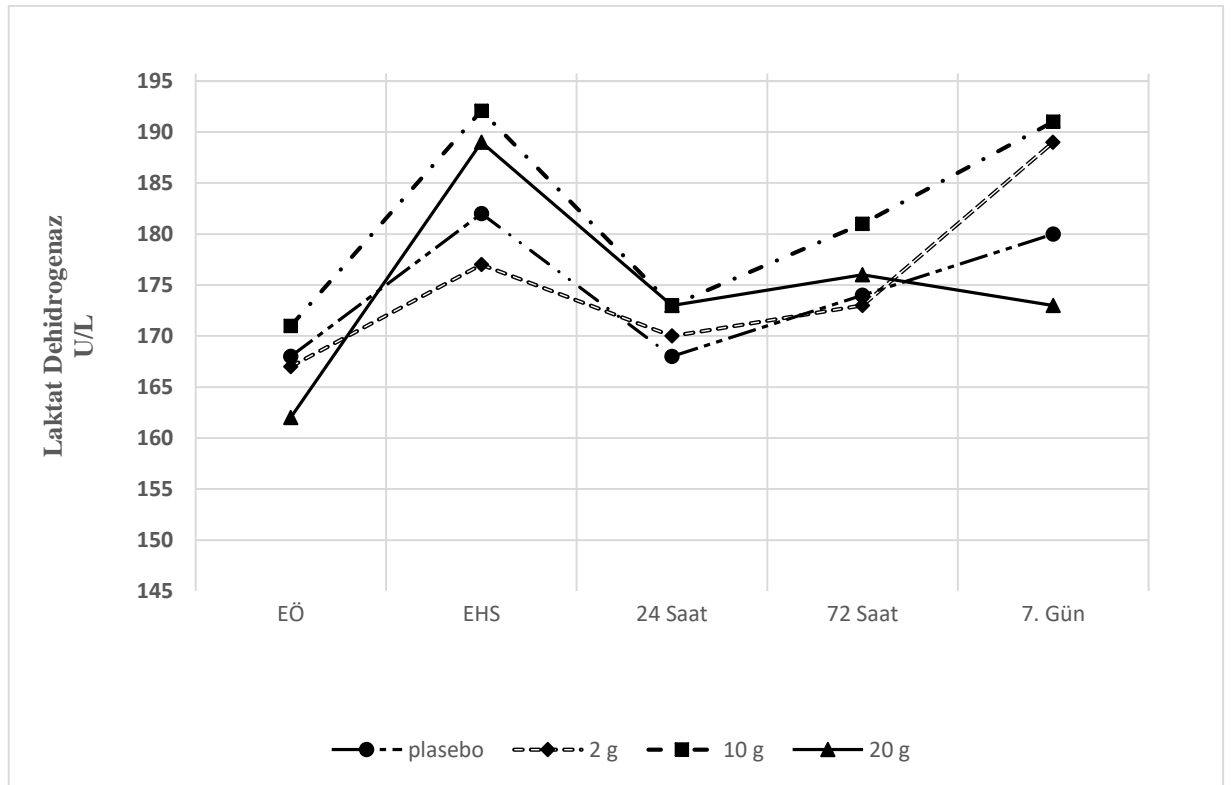
Grupların Beslenme İçeriklerinin Karşılaştırılması

Grup	Değişken	N	Ort.	SS	P			
Plasebo	Toplam Kalori	12	1965,88 kcal	287,77	0,136			
2 g (0,3*kg)			2053,51 kcal	363,20				
10 g (0,14*kg)			2047,73 kcal	358,90				
20 g (0,29*kg)			2093,74 kcal	434,10				
Plasebo			78,48 g	15,78				
2 g (0,3*kg)	Protein	12	80,16 g	14,27	0,530			
10 g (0,14*kg)			79,73 g	14,56				
20 g (0,29*kg)			80,23 g	13,31				
Plasebo			Karbonhidrat	12		203,02 g	24,76	0,480
2 g (0,3*kg)						197,57 g	25,47	
10 g (0,14*kg)	205,68 g	29,73						
20 g (0,29*kg)	208,30 g	42,74						
Plasebo	Elzem Amino Asit	12			42,07 g	7,48	0,573	
2 g (0,3*kg)			42,38 g	8,36				
10 g (0,14*kg)			43,11 g	8,43				
20 g (0,29*kg)			43,03 g	7,56				
Plasebo			Lösin	12	6060,33 mg	1385,57		0,637
2 g (0,3*kg)	5818,70 mg	1550,38						
10 g (0,14*kg)	6110,54 mg	1279,51						
20 g (0,29*kg)	5846,13 mg	1843,91						

Toplam kalori, protein, karbonhidrat değerlerinde denemeler arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılık yok ($p>0.05$).

4.2.Laktat Dehidrogenaz

Tekrarlı ölçümlerden elde edilen LDH verilerinde yapılan iki yönlü varyans analizi sonucunda; deneme ve deneme*zaman etkileşimlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmezken ($p>0.05$), zamanda anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p<0.05$). Zamanda bütün deneme gruplarında artma ve azalma görülürken, deneme grupları (Plasebo, 2, 10, 20 g BCAA) arasında LDH seviyesinde anlamlı farklılık ($p>0.05$) tespit edilmemiştir (Şekil 10).

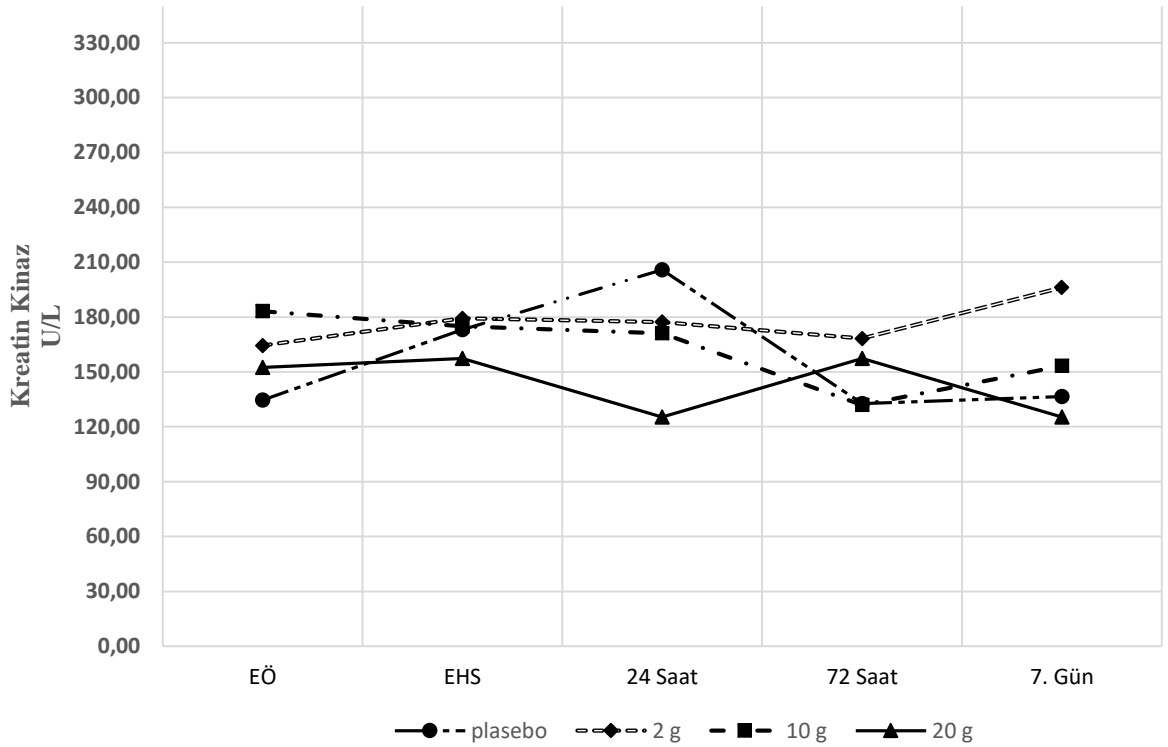


Tekrarlı Ölçümlerde İki Yönlü Varyans analizi sonucunda Laktat Dehidrogenaz açısından zamanda istatistiksel olarak anlamlı fark ($p<0.05$) olmasına rağmen deneme, deneme x zaman etkileşimi açısından anlamlı fark ($p>0.05$) yoktur. U/L; Ünite/litre; EÖ=Egzersiz Öncesi; EHS=Egzersizden Hemen Sonra; E24S= Egzersizden 24 saat sonra; E72S= Egzersizden 72 saat sonra; Gün 7= Egzersizden 7 Gün Sonra. Sağlıklı 18 yaş üstü erkeklerde normal değer aralıkları;125-243 U/L' dir

Şekil 10.Grupların laktat dehidrogenaz seviyelerinin karşılaştırılması

4.3.Kreatin Kinaz

Tekrarlı ölçümlerden elde edilen KK verilerinde yapılan iki yönlü varyans analizi sonucunda; deneme grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmezken ($p>0.05$), zaman ve deneme*zaman etkileşiminde anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p<0.05$). Zamanda bütün deneme gruplarında artma ve azalma görülürken, deneme grupları (Plasebo, 2, 10, 20 g BCAA) arasında KK seviyesinde anlamlı farklılık ($p>0.05$) tespit edilmemiştir (Şekil 11).

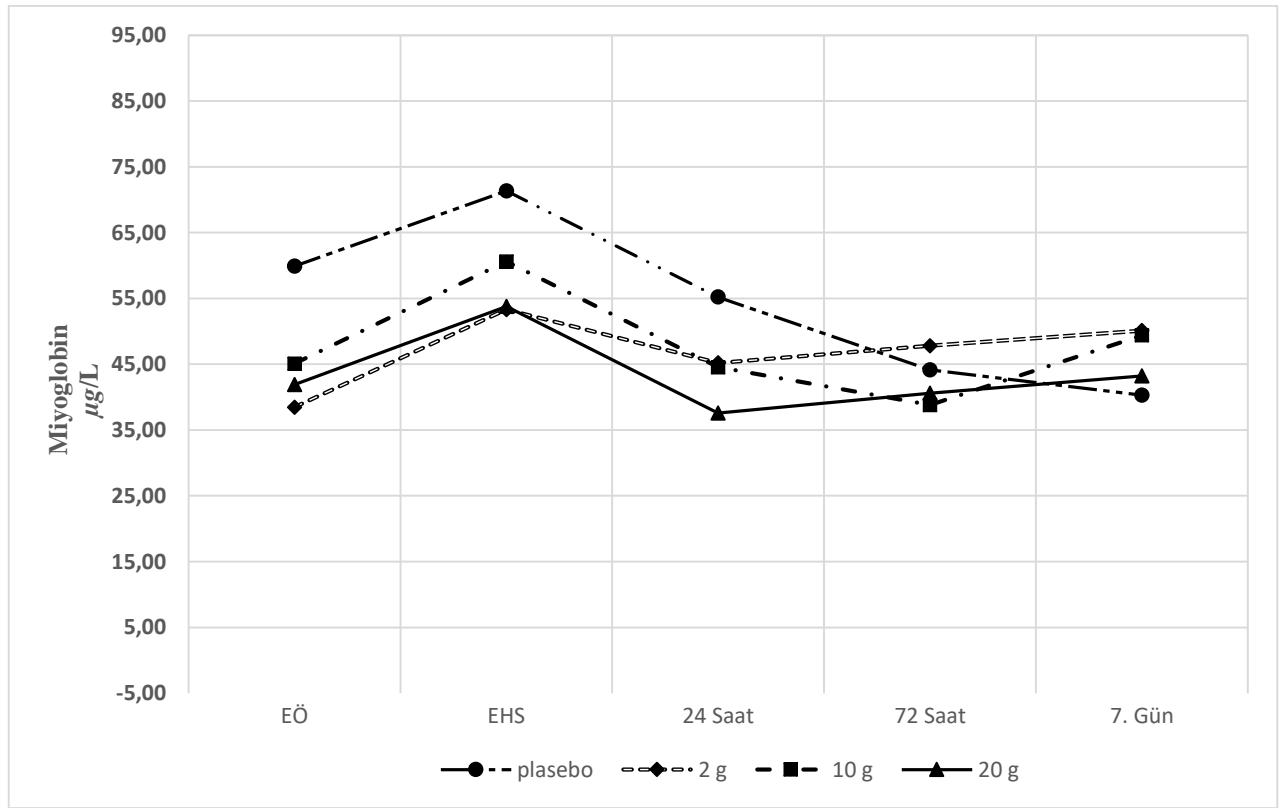


*Tekrarlı Ölçümlerde İki Yönlü Varyans analizi sonucunda Kreatin Kinaz açısından zamanda ve deneme*zaman etkileşiminde istatistiksel olarak anlamlı fark ($p<0.05$) olmasına rağmen denemeler arasında anlamlı fark ($p>0.05$) yoktur. U/L; Ünite/litre; EÖ=Egzersiz Öncesi; EHS=Egzersizden Hemen Sonra; E24S= Egzersizden 24 saat sonra; E72S= Egzersizden 72 saat sonra; Gün 7= Egzersizden 7 Gün Sonra. Sağlıklı 18 yaş üstü erkeklerde normal değer aralıkları; 48-227 U/L'dir.*

Şekil 11. Grupların kreatin kinaz seviyelerinin karşılaştırılması

4.4.Miyogloblin

Tekrarlı ölçümlerden elde edilen MB verilerinde yapılan iki yönlü varyans analizi sonucunda; deneme ve deneme*zaman etkileşimlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmezken ($p>0.05$), zamanda anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p<0.05$). Zamanda bütün deneme gruplarında artma ve azalma görülürken, deneme grupları (Plasebo, 2, 10, 20 g BCAA) arasında MB seviyesinde anlamlı farklılık tespit edilmemiştir (Şekil 12).

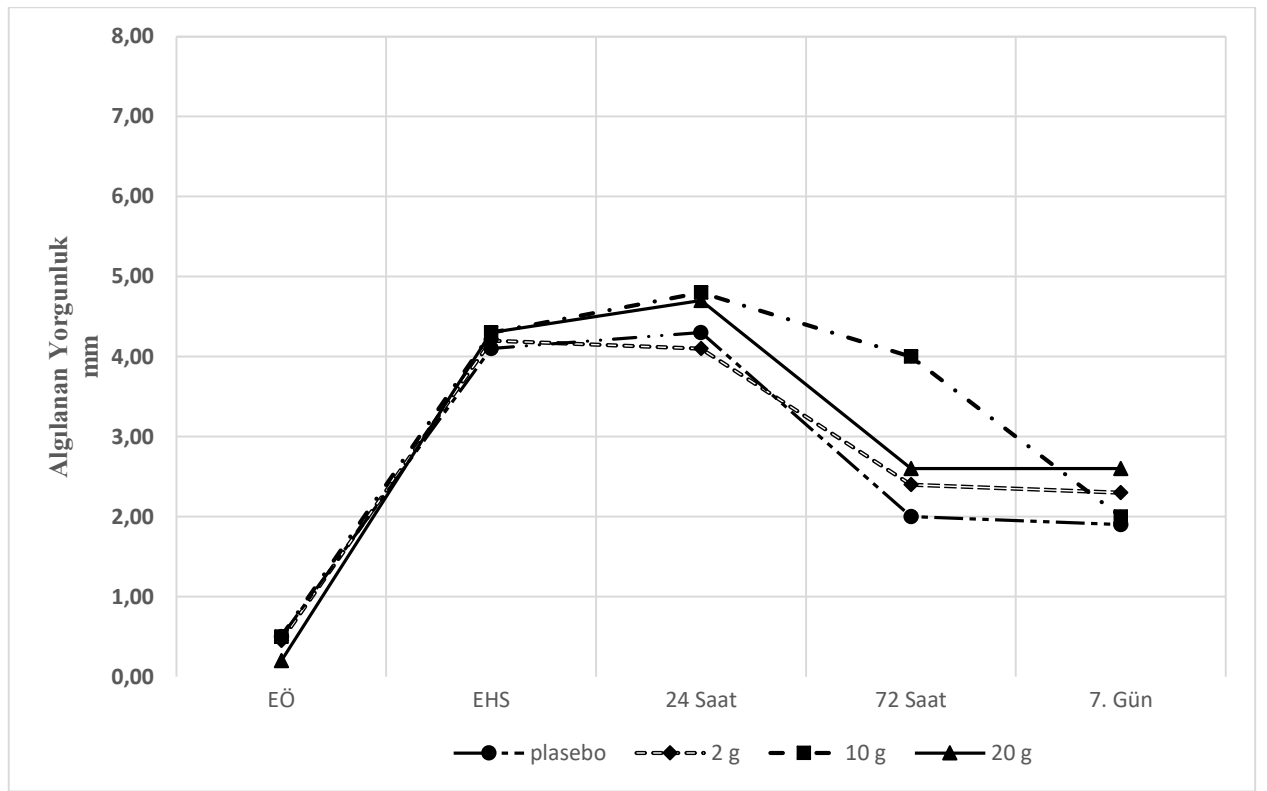


Tekrarlı Ölçümlerde İki Yönlü Varyans analizi sonucunda Miyogloblin açısından zamanda istatistiksel olarak anlamlı fark ($p<0.05$) olmasına rağmen deneme ve deneme x zaman etkileşimi açısından anlamlı fark ($p>0.05$) yoktur. µg/L; mikrogram/litre; EÖ=Egzersiz Öncesi; EHS=Egzersizden Hemen Sonra; E24S= Egzersizden 24 saat sonra; E72S= Egzersizden 72 saat sonra; Gün 7= Egzersizden 7 Gün Sonra. Sağlıklı 18 yaş üstü erkeklerde normal değer aralıkları; 0-154,9 µg/L'dir.

Şekil 12. Grupların miyogloblin seviyelerinin karşılaştırılması

4.5. Subjektif Algılanan Yorgunluk

Tekrarlı ölçümlerden elde edilen AY verilerinde yapılan iki yönlü varyans analizi sonucunda; deneme ve deneme*zaman etkileşimlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmezken ($p>0.05$), zamanda anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p<0.05$). Zamanda bütün deneme gruplarında artma ve azalma görülürken, gruplar (Plasebo, 2, 10, 20 g BCAA) arasında AY seviyesinde anlamlı farklılık tespit edilmemiştir (Şekil 13).

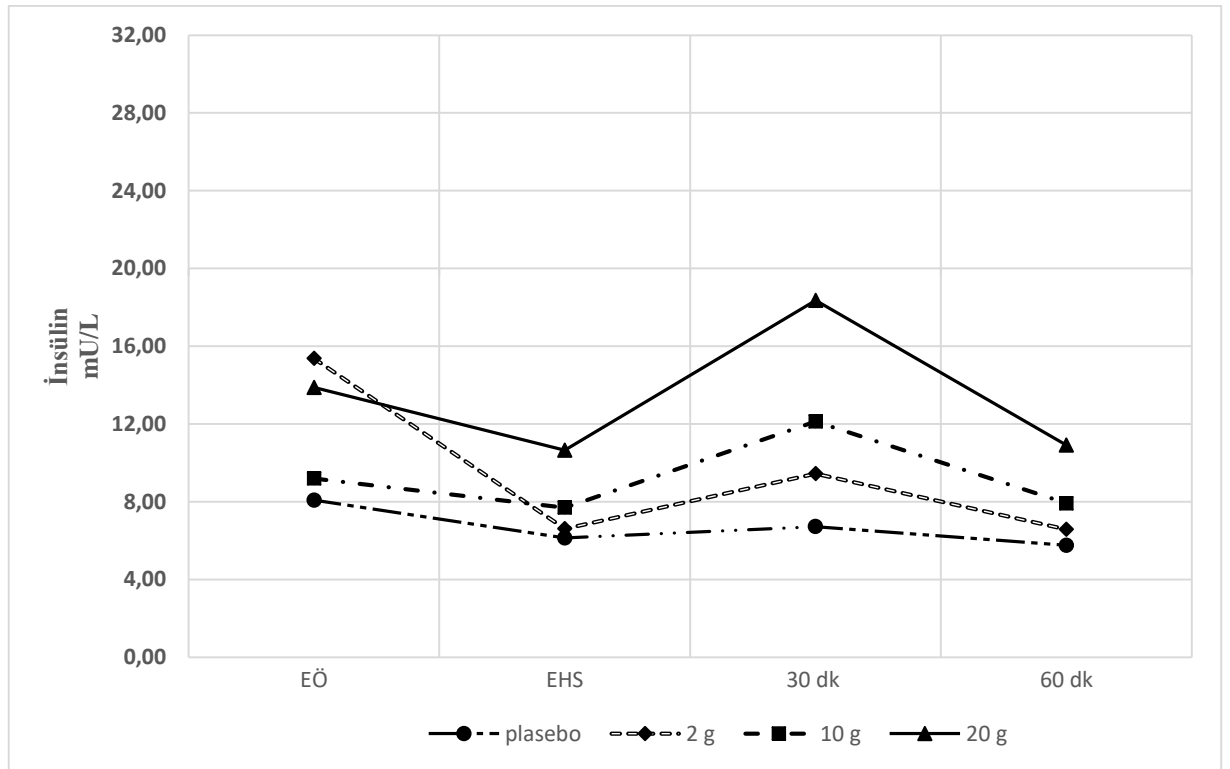


Tekrarlı Ölçümlerde İki Yönlü Varyans analizi sonucunda Algılanan Yorgunluk açısından zamanda istatistiksel olarak anlamlı fark ($p<0.05$) olmasına rağmen deneme ve deneme x zaman etkileşimi açısından anlamlı fark ($p>0.05$) yoktur. Mm: milimetre; EÖ=Egzersiz Öncesi; EHS=Egzersizden Hemen Sonra; E24S= Egzersizden 24 saat sonra; E72S= Egzersizden 72 saat sonra; Gün 7= Egzersizden 7 Gün Sonra

Şekil 13. Grupların algılanan yorgunluk seviyelerinin karşılaştırılması

4.6.İnsülin Hormonu

Tekrarlı ölçümlerden elde edilen insülin hormonu verilerinde yapılan iki yönlü varyans analizi sonucunda; deneme, zaman ve deneme*zaman etkileşimlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ($p<0.05$). Plasebo ve 20 g BCAA tüketen deneme grupları arasında insülin seviyelerinde anlamlı farklılık bulunmaktadır. Bütün gruplarda (Plasebo, 2, 10, 20 g BCAA) zamanla insülin hormonu seviyesinde değişiklik meydana gelmiştir (Şekil 14).

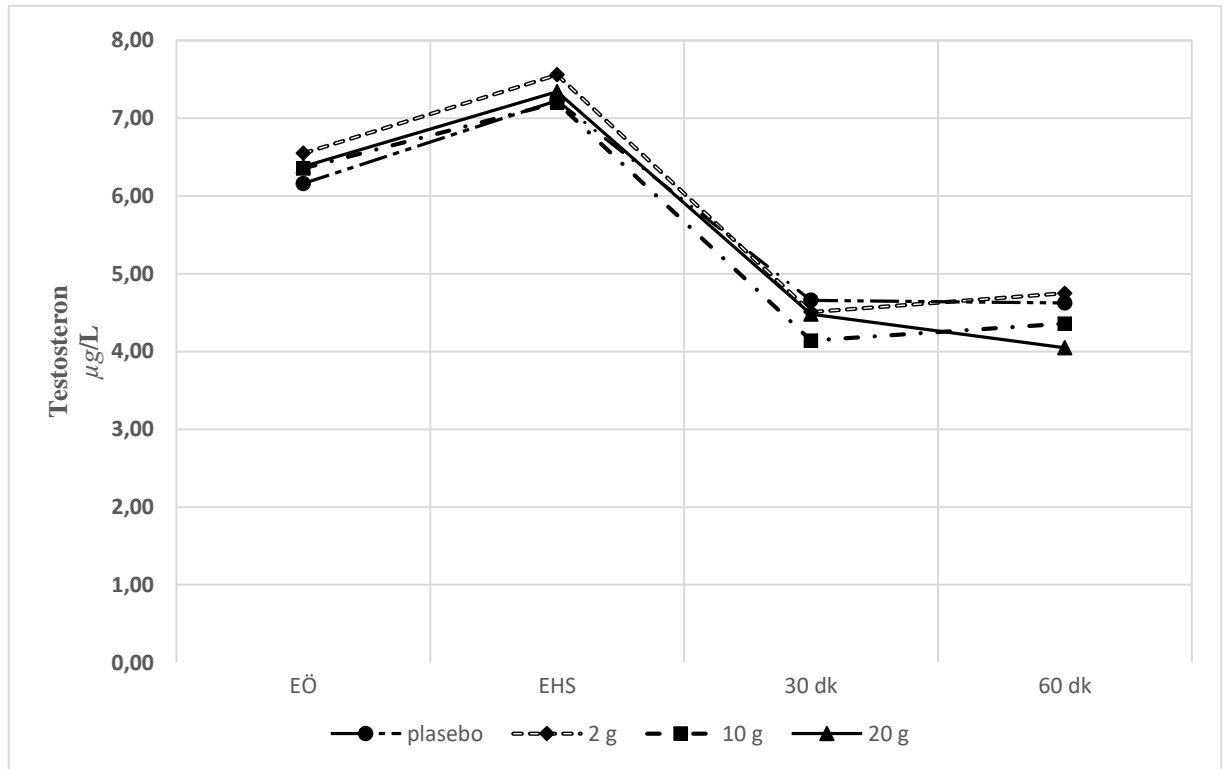


*Tekrarlı Ölçümlerde İki Yönlü Varyans analizi sonucunda İnsülin Hormonu seviyelerinde deneme, zaman, deneme*zaman etkileşimi açısından istatistiksel olarak anlamlı fark ($p<0.05$) olduğu tespit edilmiştir. mU/L; mikroünite/Litre; EÖ=Egzersiz Öncesi; EHS=Egzersizden Hemen Sonra; E30dk=Egzersizden 30 dk Sonra; E60dk=Egzersizden 60 dk Sonra. Sağlıklı 18 yaş üstü erkeklerde normal değer aralıkları; 2,6-24,9 mU/L'dir.*

Şekil 14. Grupların insülin seviyelerinin karşılaştırılması

4.7. Testosteron Hormonu

Tekrarlı ölçümlerden elde edilen total testosteron hormonu verilerinde yapılan iki yönlü varyans analizi sonucunda; deneme ve deneme*zaman etkileşimlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmezken ($p>0.05$), zamanda anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p<0.05$). Zamanda bütün deneme gruplarında artma ve azalma görülürken, deneme grupları (Plasebo, 2, 10, 20 g BCAA) arasında TT seviyesinde anlamlı farklılık tespit edilmemiştir (Şekil 15).

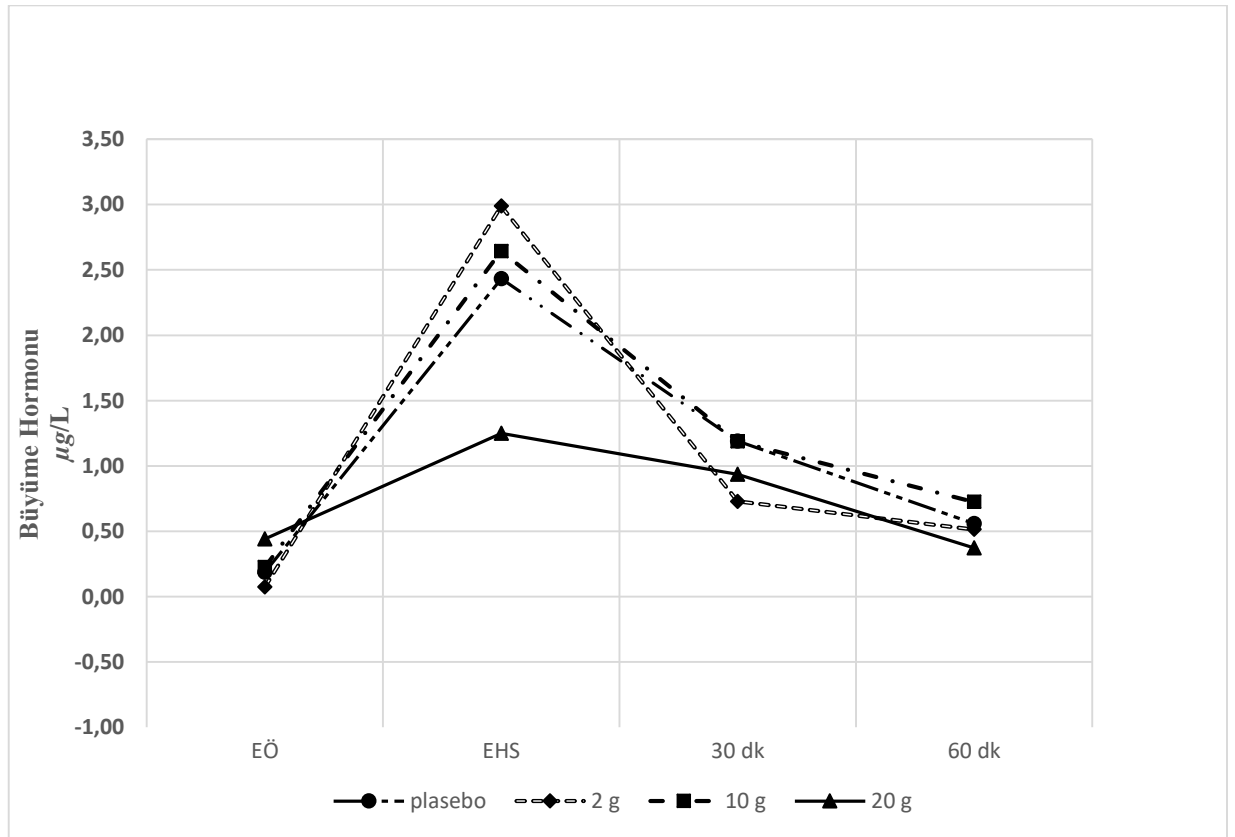


Tekrarlı Ölçümlerde İki Yönlü Varyans analizi sonucunda Total Testosteron hormonu seviyelerinde zamanda istatistiksel olarak anlamlı fark ($p<0.05$) olmasına rağmen deneme, deneme x zaman etkileşimi açısından anlamlı fark ($p>0.05$) yoktur. µg/L; mikrogram/litre; EÖ=Egzersiz Öncesi; EHS=Egzersizden Hemen Sonra; E30dk=Egzersizden 30 dk Sonra; E60dk=Egzersizden 60 dk Sonra. Sağlıklı 18 yaş üstü erkeklerde normal değer aralıkları; 2,4-8,7 µg/L' dir

Şekil 15. Grupların total testosteron seviyelerinin karşılaştırılması

4.8.Büyüme Hormonu

Tekrarlı ölçümlerden elde edilen BH verilerinde yapılan iki yönlü varyans analizi sonucunda; deneme ve deneme*zaman etkileşimlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmezken ($p>0.05$), zamanda anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p<0.05$). Zamanda bütün deneme gruplarında artma ve azalma görülürken, deneme grupları (Plasebo, 2, 10, 20 g BCAA) arasında BH seviyesinde anlamlı farklılık tespit edilmemiştir (Şekil 16).

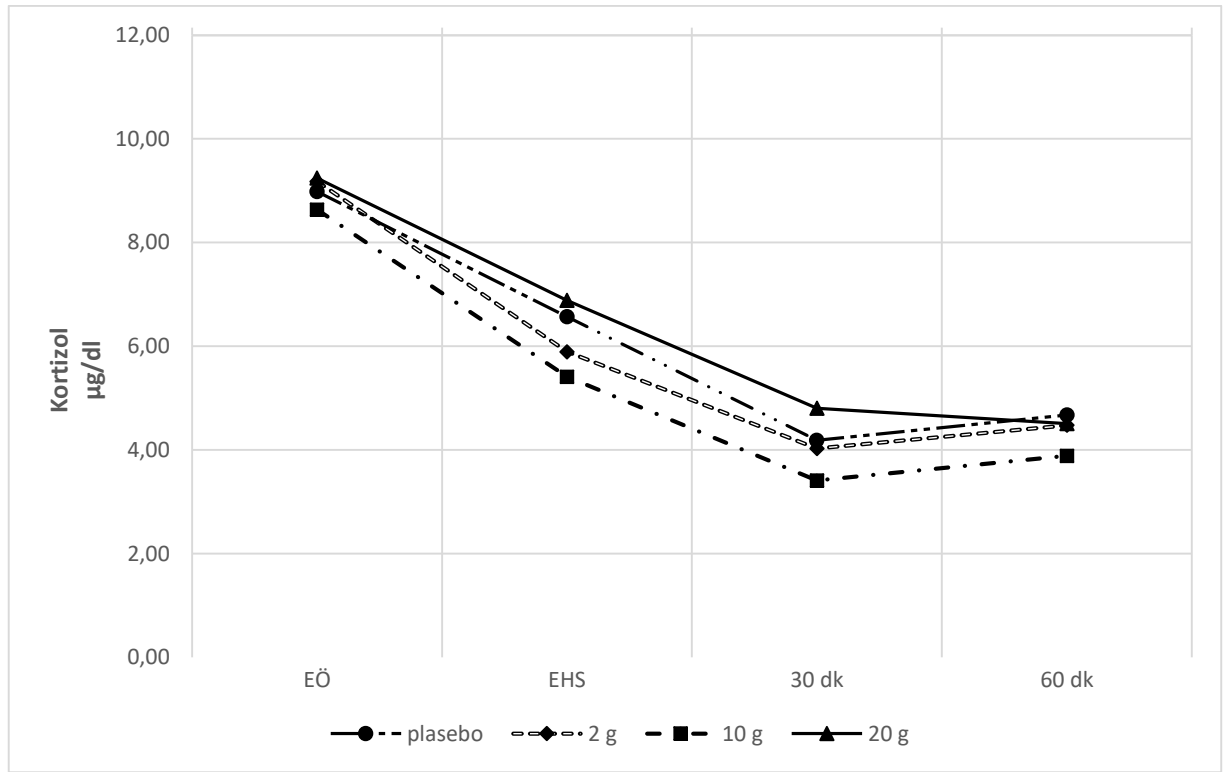


Tekrarlı Ölçümlerde İki Yönlü Varyans analizi sonucunda Büyüme Hormonu seviyelerinde zamanda istatistiksel olarak anlamlı fark ($p<0.05$) olmasına rağmen deneme, deneme x zaman etkileşimi açısından anlamlı fark ($p>0.05$) yoktur. µg/L; mikrogram/litre; EÖ=Egzersiz Öncesi; EHS=Egzersizden Hemen Sonra; E30dk=Egzersizden 30 dk Sonra; E60dk=Egzersizden 60 dk Sonra. Sağlıklı 18 yaş üstü erkeklerde normal değer aralıkları; 0,06-5µg/L' dir

Şekil 16. Grupların büyüme hormonu seviyelerinin karşılaştırılması

4.9.Kortizol Hormonu

Tekrarlı ölçümlerden elde edilen Kortizol verilerinde yapılan iki yönlü varyans analizi sonucunda; deneme ve deneme*zaman etkileşimlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmezken ($p>0.05$), zamanda anlamlı farklılık gözlenmiştir ($p<0.05$). Zamanda bütün gruplarda artma ve azalma görülürken, deneme grupları (Plasebo, 2, 10, 20 g BCAA) arasında kortizol hormonu seviyesinde anlamlı farklılık tespit edilmemiştir (Şekil 17).



Tekrarlı Ölçümlerde İki Yönlü Varyans analizi sonucunda Kortizol Hormonu seviyelerinde zamanda istatistiksel olarak anlamlı fark ($p<0.05$) olmasına rağmen deneme, deneme x zaman etkileşimi açısından anlamlı fark ($p>0.05$) yoktur. µg/dl; mikrogram/desilitre; EÖ=Egzersiz Öncesi; EHS=Egzersizden Hemen Sonra; E30dk=Egzersizden 30 dk Sonra; E60dk=Egzersizden 60 dk Sonra. Sağlıklı 18 yaş üstü erkeklerde normal değer aralıkları; 3,7-19,4 µg/dl'dir.

Şekil 17. Grupların kortizol seviyelerinin karşılaştırılması

5. Bölüm

Tartışma Ve Sonuç

Bu çalışmanın birinci amacı, egzersizden önce farklı miktarlarda tüketilen BCAA'nın kas hasarı ve kas hipertrofisi belirteçleri üzerine etkisini incelemektir. Çalışmamızın ikinci amacı ise, BCAA'nın olumlu etkisi görülmesi halinde, kas hasarı oluşumunu azaltan, toparlanma dönemini hızlandıran ve kas hipertrofisini sağlayacak olan en uygun miktarı belirlemektir.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre; egzersizden önce alınan 2, 10 ve 20 g BCAA'nın kas hasarı oluşumunu azaltmadığı, toparlanma süresini kısaltmadığı ve kas hipertrofisine (total testeosteron, büyüme ve kortizol hormonu) etkisi olmadığı tespit edilmiştir. Ancak, egzersizden önce 20g BCAA alan grupta, insülin hormonu plasebo grubuna göre anlamlı seviyede arttırdığı görülmüştür.

Kas Hipertrofisi Belirteçleri Üzerine Etkisi

Çalışmadan elde edilen bulgular doğrultusunda, egzersizden önce farklı miktarlarda alınan BCAA'nın kas hipertrofisi belirteçleri olan kortizol, TT ve BH'ye etkisi olmadığı tespit edilmiştir. Ancak 20 g BCAA alan grubun plasebo grubuna göre insülin seviyeleri anlamlı seviyede yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde, sonuçların çelişkili olduğu görülmektedir (Kephart ve diğerleri, 2016; Ghaderi ve Azizbeigi, 2014; Waldron, 2017; Matsumoto ve diğerleri, 2009).

Ghaderi ve Azizbeigi' nin (2014) yaptığı çalışmada egzersizden önce BCAA alımının anabolik etkisi olduğu gösterilmiştir. 20 futbolcunun egzersizden 30 dk önce BCAA (200 mg*kg) alımı yapmasını sağlamışlardır. Egzersizde, 7 farklı direnç egzersizi (3*8-10 tekrar) hareketinden oluşan protokolü seçmişlerdir. Çalışma sonucunda kortizol

hormonu seviyesinde, BCAA kullanan grup ve plasebo grubu arasında fark olmadığını tespit etmişlerdir. Buna ek olarak, BCAA alan grubun insülin ve TT hormon seviyelerinin plasebo grubuna göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bu bulguları destekler nitelikte Sharp ve Pearson (2010) 8 aktif genç ile gerçekleştirdiği çalışmada, sabah 6 g ve akşam 6g olmak (28 gün) üzere BCAA alımının etkisini incelemişlerdir. Çalışmalarında TT'nin, BCAA grubunda anlamlı düzeyde yüksek olduğunu rapor etmişlerdir. Buna ek olarak, kortizolün egzersizden hemen sonra azaldığını göstermişlerdir. Bu çalışmalardan farklı olarak Kraemer ve diğerleri (2006) 17 direnç antrenmanı yapan katılımcı ile 4 hafta direnç egzersizi protokolü uyguladıkları araştırmada kompleks BCAA ieeğinin (0.4g*kg) hormonlara etkisini incelemişlerdir. Bütün alışma boyunca sabah, öğlen, antrenmandan sonra ve akşam olmak üzere 4 farklı zamanda BCAA tüketmelerini sağlamışlardır. Çalışma sonuçlarına göre, BCAA'nın IGF-1 ve kortizole etkisi olmadığı görülmüştür. BCAA'nın hormonlar üzerine etkisinin incelendiği çalışmalarda, çelişkili sonuçlar görülmemesinin yöntemsel farklılıklardan kaynaklandığını düşünmekteyiz. Çalışmalarda, BCAA ile beraber farklı besinlerin verilmesi (Kraemer ve diğerleri, 2006), besin takibinin yapılmaması (Ghaderi ve Azizbeigi, 2014), BCAA'nın farklı zamanlarda verilmesi (EÖ+EHS/sabah+akşam), BCAA'nın tek sefer (Ghaderi ve Azizbeigi, 2014) ya da yükleme yapılarak verilmesi (Kraemer ve diğerleri, 2006), denek gruplarının farklı olması ve seçilen egzersiz protokolündeki (şiddet ve egzersiz türü) farklılıklardan dolayı çelişkili sonuçlar elde edildiğini düşünmekteyiz.

BCAA'nın diğer anabolik hormon olan insüline etkisini inceleyen çalışmada, Karlsson ve ark. (2004) ısınmadan önce, egzersizden hemen önce, egzersizin 15., 30., 60. ve 90. dk'larında BCAA (%45 lösin, %30 valin, %25 izolösin) alımının insülin hormonuna etkisini incelemişlerdir. Çalışma sonuçlarına göre, BCAA (toplam 100

mg*kg) alımı yapan grubun egzersiz öncesi ve sırası dışında bütün zamanlarda insülin değerlerinin anlamlı düzeyde yüksek olduğunu ve aynı zamanda p70^{S6K} aktivasyonunun da arttığını tespit etmişlerdir. Ancak Kraemer ve diğerleri (2006) yaptıkları çalışmada kompleks BCAA'nın insüline ve IGF-1 hormonu seviyesini arttırmadığını tespit etmişlerdir. Sunulan çalışmada egzersizden önce 20 g BCAA alımının, insülin hormonu salınımını plasebo grubuna göre istatistiksel açıdan anlamlı seviyede arttırırken diğer anabolik hormonların artmadığı görülmüştür. Yapılan bir araştırmada, sadece insülin ya da büyüme hormonunun verilmesinin kas hipertrofisine etkisi olmadığı, ancak her iki hormon beraber verilirse kas hipertrofisinin gerçekleştiği tespit edilmiştir (Holt ve Sönksen, 2008). Bu yüzden, sunulan bu çalışmada sadece insülin hormonundaki artışın anabolik etkiden olmadığını düşünmekteyiz.

GKA/Kas Hasarı Belirteçleri Üzerine Etkisi

Çalışmadan elde edilen bulgular doğrultusunda, egzersizden önce farklı miktarlarda alınan BCAA'nın kas hasarı belirteçleri (KK, LDH ve MB) ve AY üzerine etkisi olmadığı tespit edilmiştir. Literatür incelendiğinde BCAA'nın toparlanma dönemini hızlandırdığı, egzersiz sırasında ve hemen sonrasında performans düşüşünü engellediği yönünde bulgular olsa da (Greer ve diğerleri, 2007; Howatson ve diğerleri, 2012) toparlanma süresine ve performansa etkisinin olmadığına dair çalışmalar da bulunmaktadır (Gee ve Deniel, 2016; Kephart ve diğerleri, 2016; Ra ve diğerleri, 2013). Waldron ve diğerleri (2017) 3 gün süreyle egzersiz öncesi ve sonrası BCAA alımının %70 şiddette 10*6 setten oluşan squat egzersiz protoklüyle oluşan GKA'ya (AY ve KK) etkisini incelemiştir. Çalışma sonucunda her iki grubunda KK seviyelerinde 24 ve 48. saatlerde artış meydana gelmiş ve AY seviyelerinde benzerlik rapor etmişlerdir. Ancak

ilginç şekilde BCAA alan grubun egzersizden sonraki 24. saatte placebo grubuna göre anlamlı düzeyde daha yüksek KK seviyesi olduğu görülmüştür.

Farklı yönde Howatson ve ark. (2012) 12 günlük BCAA yüklemesinin (240g) egzersizden (20*5 derinlik sıçraması) sonra oluşan GKA'ya (AY ve KK) etkisini inceledikleri çalışmada, plasebo grubunun bütün zamanlarda (24, 48, 72, 96 saat) KK seviyelerinin yüksek olduğu tespit edilmiştir. Buna ek olarak, plasebo grubunda AY seviyelerinin 1. ve 2. günde yüksek olduğu görülmüştür. Benzer şekilde Shimomura ve diğerleri (2010) sadece egzersiz öncesi alınan BCAA'nın egzersiz sonrası oluşan MB miktarını azaltarak GKA'yı azalttığını tespit etmiştir. Bu bulgularla örtüşmeyen çalışmalarda bulunmaktadır. Areces ve diğerlerinin (2014) maraton koşucularına (n=25 kontrol, n=25 BCAA) 7 gün boyunca BCAA yüklemesinin maraton koşusu sonrasında oluşan GKA'ya etkisini inceledikleri çalışmada, BCAA'nın GKA'ya (idrar MB) herhangi bir etkisinin olmadığını bulmuşlardır. Benzer şekilde Kephart ve diğerlerinin (2016) direnç antrenmanı yapan 30 sporcu ile egzersizden sonra BCAA ve BCAA+karbonhidrat alımının GKA'ya etkisini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda gruplar arasında algılanan yorgunluk ve MB'de fark olmadığını tespit etmişlerdir. Benzer şekilde çalışmamızda da KK, LDH ve MB'ye dolayısıyla da GKA'ya etkisinin olmadığı ortaya koyulmuştur.

Bu çalışmalar incelendiğinde, BCAA alımının toparlanma süresini uzattığı (Waldron, 2017), toparlanmayı hızlandırdığı (Howatson ve diğerleri, 2012; Shimomura ve diğerleri, 2010) ya da herhangi bir etkisinin olmadığı görülmektedir (Areces ve diğerleri, 2014; Kephart ve diğerleri, 2016). Çalışmalarda, BCAA ile beraber farklı besinlerin verilmesi (Kephart ve diğerleri, 2016), besin takibinin yapılmaması (Waldron ve diğerleri, 2017), BCAA'nın farklı zamanlarda verilmesi (EÖ+EHS/sabah+akşam), BCAA'nın tek sefer (Shimomura ve diğerleri, 2010) ya da yükleme yapılarak verilmesi

(Howatson ve diğeri, 2012), denek gruplarının farklı olması, seçilen egzersiz türü (direnç, koşu), egzersizin şiddeti (%70, 80, 90), incelenen kas hasarı biyobelirteçlerinin (KK/MB/LDH) farklı olması gibi değişkenlerden dolayı, çelişkili sonuçlar olduğunu düşünmekteyiz.

5.3.Sonuç

Çalışmadan elde edilen bulgular doğrultusunda, 4:1:1 (lösin, valin, izolösin) oranındaki BCAA'nın egzersizden önce tek sefer tüketilmesinin, LDH, MB, KK, AY oluşumunu azaltmadığı, toparlanmayı hızlandırmadığı, BH, TT, kortizol hormonuna etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Ancak 20 g BCAA alımı yapan grubun plasebo grubuna göre insülin hormonu seviyeleri daha yüksek olduğu görülmüştür. Sonuç olarak bu çalışmada, egzersizden önce alınan BCAA'nın kas hasarı ve kas hipertrofisi belirteçlerine etki etmediği söylenebilir.

5.4.Öneriler

Gelecekte yapılması planlanan çalışmalarda;

- Farklı oranlarda (düşük, orta, yüksek) kas hasarı oluşturabilecek egzersizlerde etkisi incelenebilir,
- Kan analizlerine ek olarak performans testleri eklenebilir,
- BCAA'nın egzersizlerle beraber uzun süre kullanımlarının etkileri incelenebilir,
- Katılımcıların yağsız kas kütle oranlarına göre BCAA alımları sağlanıp çalışmalar planlanabilir,

- Yapılmış çalışmalardan yola çıkararak benzer egzersiz protokolü ve denek grupları ile farklı zamanlarda (sabah+akşam/egz. öncesi+egz. sonrası) ve miktarlarda (düşük, orta, yüksek) kullanımının etkisi araştırılabilir.

6. Bölüm

Kaynakça

- Areces, F., Salinero, J. J., Abian-Vicen, J., González-Millán, C., Gallo-Salazar, C., Ruiz-Vicente, D., ... ve Del Coso, J. (2014). A 7-day oral supplementation with branched-chain amino acids was ineffective to prevent muscle damage during a marathon. *Amino acids*, 46(5), 1169-1176.
- Ayça, İ. B., Bakan, K., ve Oral, O. (2018). Sporda Ergojenik Destek Olarak Dallı Zincirli Aminoasitler (Bcaa). *TURAN: Stratejik Arastirmalar Merkezi*, 10(39), 246-251.
- Baron AD. Proteolysis in skeletal muscle and whole body in response to euglycemic hyper- insulinemia in normal adults. *Am J Physiol*. 1991;261(6 Pt 1):809-14.
- Baysal, A. (2011). Beslenme (pp.70). Ankara; Hatipoğlu Yayınevi.
- Bifari, F., ve Nisoli, E. (2017). Branched-chain amino acids differently modulate catabolic and anabolic states in mammals a pharmacological point of view. *British journal of pharmacology*, 174(11), 1366-1377.
- Biolo, G., Tipton, K. D., Klein, S., ve Wolfe, R. R. (1997). An abundant supply of amino acids enhances the metabolic effect of exercise on muscle protein. *American Journal of Physiology-Endocrinology And Metabolism*, 273(1), E122-E129.
- Bird, S. (2010). Strength nutrition: maximizing your anabolic potential. *Strength ve Conditioning Journal*, 32(4), 80-86.
- Borgenvik, M., Apró, W., ve Blomstrand, E. (2011). Intake of branched-chain amino acids influences the levels of MAFbx mRNA and MuRF-1 total protein in resting and exercising human muscle. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 302(5), E510-E521.

- Carli, G., Bonifazi, M., Lodi, L., Lupo, C., Martelli, G., ve Viti, A. (1992). Changes in the exercise-induced hormone response to branched chain amino acid administration. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 64(3), 272-277.
- Cheung, K., Hume, P. A., ve Maxwell, L. (2003). Delayed onset muscle soreness. *Sports medicine*, 33(2), 145-164.
- Chromiak, J. A., ve Antonio, J. (2002.) Use of amino acids as growth hormone-releasing agents by athletes. *Nutrition*, 18(7-8), 657-661.
- Civan, A., Özdemir, İ., GENCER, Y. G., ve Durmaz, M. Egzersiz ve Stres Hormonları. *Türkiye Spor Bilimleri Dergisi*, 2(1), 1-14.
- Cynober, L., ve Harris, R. A. (2006). Symposium on branched-chain amino acids: conference summary. *The Journal of nutrition*, 136(1), 333S-336S.
- Da Luz, C. R., Nicastro, H., Zanchi, N. E., Chaves, D. F., ve Lancha, A. H. (2011). Potential therapeutic effects of branched-chain amino acids supplementation on resistance exercise-based muscle damage in humans. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 8(1), 23.
- Damas, F., Phillips, S. M., Libardi, C. A., Vechin, F. C., Lixandrão, M. E., Jannig, P. R., ... ve Tricoli, V. (2016). Resistance training-induced changes in integrated myofibrillar protein synthesis are related to hypertrophy only after attenuation of muscle damage. *The Journal of physiology*, 594(18), 5209-5222.
- Dokumacı, B., ve Atabek, H. Ç. (2016). Gecikmiş Kas Ağrısı ve Oluşum Mekanizmaları: Oksidatif Stres ile İlişkisi. *Turkiye Klinikleri Journal of Sports Sciences*, 8(1), 22-34.

- Dorrell, H., ve Gee, T. (2016). The acute effects different quantities of branched-chain amino acids have on recovery of muscle function. *Sports Nutrition and Therapy, 1*(3), e115-e115.
- Fink, J., Kikuchi, N., ve Nakazato, K. (2018). Effects of rest intervals and training loads on metabolic stress and muscle hypertrophy. *Clinical physiology and functional imaging, 38*(2).
- Fouré, A., ve Bendahan, D. (2016). Is branched-chain amino acids supplementation an efficient nutritional strategy to alleviate skeletal muscle damage A systematic review. *Nutrients, 9*(10), 1047.
- Fuqua JS, Rogol AD. Neuroendocrine alterations in the exercising human: implications for energy homeostasis. *Metabolism 2013;62*(7):911–21.
- Gannon, N. P., Schnuck, J. K., ve Vaughan, R. A. (2018). BCAA metabolism and insulin sensitivity—Dysregulated by metabolic status?. *Molecular nutrition ve food research, 62*(6), 1700756.
- Gee, T. I., ve Deniel, S. (2016). Branched-chain aminoacid supplementation attenuates a decrease in power-producing ability following acute strength training. *The Journal of sports medicine and physical fitness, 56*(12), 1511-1517.
- Ghaderi, M., ve Azizbeigi, K. (2014). Hormonal responses to acute resistance exercise after branched-chain amino acids supplementation. *International Medical Journal, 22*(1), 1-5.
- Goodall, S., ve Howatson, G. (2008). The effects of multiple cold water immersions on indices of muscle damage. *Journal of sports science ve medicine, 7*(2), 235.

- Gökdemir, C. A. K., ve Cicioğlu, İ. (2000). Aerobik Ve Anaerobik Egzersiz Sonrası İnsülin Ve Kan Glikoz Değerlerinin İncelenmesi. *Spor Bilimleri Dergisi*, 11(1), 47-55.
- Greer, B. K., Woodard, J. L., White, J. P., Arguello, E. M., ve Haymes, E. M. (2007). Branched-chain amino acid supplementation and indicators of muscle damage after endurance exercise. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 17(6), 595-607.
- Günay M, Tamer K, Cicioğlu G. Spor Fizyolojisi ve Performans Ölçümü. Ankara Gazi Kitapevi:2006:5;205,219,225,227
- Güven, Ö., Özdemir, G., ve Ersoy, G. (2009). Ankara İlindeki Veteran Atletlerin Beslenme Bilgi ve Alışkanlıklarının Saptanması. *Spormetre Beden Eğitimi*
- Hall, J. E. (2015). *Guyton and Hall textbook of medical physiology e-Book*. Elsevier Health Sciences.
- Harbili, S. (2008).İnsülin benzeri büyüme faktörleri (IGF) Egzersiz metabolizması ve kas dokusu üzerine etkileri. *Genel Tıp Dergisi*, 18(4).
- Heslin MJ, Newman E, Wolf RF, Pisters PW, Brennan MF. Effect of hyperinsulinemia on whole body and skeletal muscle leucine carbon kinetics in humans. *Am J Physiol*. 1992;262(6 Pt 1):E911-8
- Holt R, Sönksen P. Growth hormone, IGF-I and insulin and their abuse in sport. *Brit J Pharm*. 2008;154(3):542–556.
- Howatson, G., Hoad, M., Goodall, S., Tallent, J., Bell, P. G., ve French, D. N. (2012). Exercise-induced muscle damage is reduced in resistance-trained males by branched chain amino acids: a randomized, double-blind, placebo controlled study. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 9(1), 20.

- Huffman KM, Shah SH, Stevens RD, et al. Relationships between circulating metabolic intermediates and insulin action in overweight to obese, inactive men and women. *Diabetes Care* 2009;32:1678–1683
- Hulmi, J. J., Lockwood, C. M., ve Stout, J. R. (2010). Effect of protein essential amino acids and resistance training on skeletal muscle hypertrophy: A case for whey protein. *Nutrition and metabolism*, 7(1), 51.
- Jackman, S. R., Witard, O. C., Jeukendrup, A. E., ve Tipton, K. D. (2010). Branched-chain amino acid ingestion can ameliorate soreness from eccentric exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 42(5), 962-970.
- Jackman, S. R., Witard, O. C., Philp, A., Wallis, G. A., Baar, K., ve Tipton, K. D. (2017). Branched-chain amino acid ingestion stimulates muscle myofibrillar protein synthesis following resistance exercise in humans. *Frontiers in physiology*, 8, 390.
- Jäger, R., Kerksick, C. M., Campbell, B. I., Cribb, P. J., Wells, S. D., Skwiat, T. M., ... ve Smith-Ryan, A. E. (2017). International society of sports nutrition position stand: protein and exercise. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 14(1), 20
- Johnson LG, Kraemer RR, Haltom R, Kraemer GR, Gaines HE, Castracane VD. Effects of estrogen replacement therapy on dehydroepiandrosterone, dehydroepiandrosterone sulfate, and cortisol responses to exercise in postmenopausal women. *Fertil Steril* 1997;68(5):836–43.
- Jones, A. A., Power, G. A., ve Herzog, W. (2016). History dependence of the electromyogram: Implications for isometric steady-state EMG parameters

- following a lengthening or shortening contraction. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 27, 30-38. doi:10.1016/j.jelekin.2016.01.008
- Jung, H. C., Lee, N. H., ve Lee, S. (2018). Jumping exercise restores stretching-induced power loss in healthy adults. *Montenegrin Journal of Sports Science and Medicine*, 7(2), 55.
- Kafkas, M. E., ve Kurt, C. (2019). Hipertrofi: Rasyonel Hücresel Mekanizmalar. *Türkiye Klinikleri Spor Bilimleri*, 11(1).
- Karlsson, H. K., Nilsson, P. A., Nilsson, J., Chibalin, A. V., Zierath, J. R., ve Blomstrand, E. (2004). Branched-chain amino acids increase p70^{S6k} phosphorylation in human skeletal muscle after resistance exercise. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*, 287(1), E1-E7.
- Kephart, W. C., Mumford, P. W., McCloskey, A. E., Holland, A. M., Shake, J. J., Mobley, C. B., ... ve Moon, J. R. (2016). Post-exercise branched chain amino acid supplementation does not affect recovery markers following three consecutive high intensity resistance training bouts compared to carbohydrate supplementation. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 13(1), 30.
- Kızılay F. (2018). Farklı Tempolarda Yapılan Direnç Egzersizlerinin Seçilmiş Sitokin, Hormon Ve Kas Hasarı Parametreleri Üzerine Etkileri (Yayınlanmış doktora tezi)
- Koz, Mitat (2016). Egzersizin Endokrin Sistem Üzerine Etkileri ve Hormonal Regülasyonlar. *Türkiye Klinikleri J Physiother Rehabil-Special Topics*, 2(1), 48-56.

- Kraemer RR, Francois MR, Sehgal K, Sirikul B, Valverde RA, Castracane VD. Amylin and selective glucoregulatory peptide alterations during prolonged exercise. *Med Sci Sports Exerc* 2011;43(8):1451–6.
- Kraemer, W. J., Adams, K., Cafarelli, E., Dudley, G. A., Dooly, C., Feigenbaum, M. S., . . . Medicine, A. C. o. S. (2002). American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine ve Science in Sports ve Exercise*, 34(2), 364-380.
- Kraemer, W. J., Ratamess, N. A., Volek, J. S., Häkkinen, K., Rubin, M. R., French, D. N., ... ve Spiering, B. A. (2006). The effects of amino acid supplementation on hormonal responses to resistance training overreaching. *Metabolism*, 55(3), 282-291.
- Kurtoğlu, S., Akın, M. A., ve Leyla, A. K. I. N. (2013). Büyüme Hormonunun Metabolik ve Yaşam Kalitesine Etkileri. *Türkiye Çocuk Hastalıkları Dergisi*, 7(3), 156-161.
- Küüsmäa, M., Schumann, M., Sedliak, M., Kraemer, W. J., Newton, R. U., Malinen, J. P., ... ve Häkkinen, K. (2016). Effects of morning versus evening combined strength and endurance training on physical performance, muscle hypertrophy, and serum hormone concentrations. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 41(12), 1285-1294.
- Manzo, M. (2017). The Effect of BCAA Supplementation on Mental Performance Following Exercise.
- Matsumoto, K., Koba, T., Hamada, K., Tsujimoto, H., ve Mitsuzono, R. (2009). Branched-chain amino acid supplementation increases the lactate threshold during an incremental exercise test in trained individuals. *Journal of nutritional science and vitaminology*, 55(1), 52-58.

- Miyama M, Nosaka K: Influence of surface on muscle damage and soreness induced by consecutive drop jumps. *J Strength Cond Res* 2004, 18:206–211.
- Nelson, N. (2013). Delayed onset muscle soreness: is massage effective?. *Journal of bodywork and movement therapies*, 17(4), 475-482.
- Nosaka, K. (2006). Effects of amino acid supplementation on muscle soreness and damage. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 16(6), 620-635.
- Osmond, A. (2017). The Effects of Leucine-Enriched Branched-Chain Amino Acid Supplementation on Exercise-Induced Skeletal Muscle Damage (Doctoral dissertation, California State Polytechnic University, Pomona).
- Pacy PJ, Nair KS, Ford C, et al. Failure of insulin infusion to stimulate fractional muscle protein synthesis in type I diabetic patients: anabolic effect of insulin and decreased proteolysis. *Diabetes*. 1989;38 (5):618–624.
- Paul, A. C., ve Rosenthal, N. (2002). Different modes of hypertrophy in skeletal muscle fibers. *The Journal of cell biology*, 156(4), 751-760.
- Ra, S. G., Miyazaki, T., Ishikura, K., Nagayama, H., Komine, S., Nakata, Y., ... ve Ohmori, H. (2013). Combined effect of branched-chain amino acids and taurine supplementation on delayed onset muscle soreness and muscle damage in high-intensity eccentric exercise. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 10(1), 51.
- Rahimi, M. H., Shab-Bidar, S., Mollahosseini, M., ve Djafarian, K. (2017). Branched-chain amino acid supplementation and exercise-induced muscle damage in exercise recovery: A meta-analysis of randomized clinical trials. *Nutrition*, 42, 30-36.

- Rebalka, I. A., ve Hawke, T. J. (2014). Potential biomarkers of skeletal muscle damage. *Biomarkers in medicine*, 8(3), 375-378.
- Rennie, M. J. (2001). Control of muscle protein synthesis as a result of contractile activity and amino acid availability: implications for protein requirements. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 11(s1), S170-S176.
- Santos, C. D. S., ve Nascimento, F. E. L. (2019). Isolated branched-chain amino acid intake and muscle protein synthesis in humans a biochemical review. *Einstein (São Paulo)*, 17(3).
- Schiaffino, S., Dyar, K. A., Ciciliot, S., Blaauw, B., ve Sandri, M. (2013). Mechanisms regulating skeletal muscle growth and atrophy. *The FEBS journal*, 280(17), 4294-4314.
- Schoenfeld, B. (2016). *Science and development of muscle hypertrophy. Human Kinetics*. bölüm2 66/106
- Schoenfeld, B. J. (2010). The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. *The Journal of Strength ve Conditioning Research*, 24(10), 2857-2872.
- Schoenfeld, B. J. (2012). Does exercise-induced muscle damage play a role in skeletal muscle hypertrophy?. *The Journal of Strength ve Conditioning Research*, 26(5), 1441-1453.
- Shamim, B., Hawley, J. A., ve Camera, D. M. (2018). Protein availability and satellite cell dynamics in skeletal muscle. *Sports Medicine*, 48(6), 1329-1343.
- Sharp, C. P., ve Pearson, D. R. (2010). Amino acid supplements and recovery from high-intensity resistance training. *The Journal of Strength ve Conditioning Research*, 24(4), 1125-1130.












- Shimomura, Y., Inaguma, A., Watanabe, S., Yamamoto, Y., Muramatsu, Y., Bajotto, G., ... ve Mawatari, K. (2010). Branched-chain amino acid supplementation before squat exercise and delayed-onset muscle soreness. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 20(3), 236-244.
- Singleton, J. R., ve Feldman, E. L. (2001). Insulin-like growth factor-I in muscle metabolism and myotherapies. *Neurobiology of disease*, 8(4), 541-554.
- Stark, M., Lukaszuk, J., Prawitz, A., ve Salacinski, A. (2012). Protein timing and its effects on muscular hypertrophy and strength in individuals engaged in weight-training. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 9(1), 54.
- Stokes, T., Hector, A. J., Morton, R. W., McGlory, C., ve Phillips, S. M. (2018). Recent Perspectives Regarding the Role of Dietary Protein for the Promotion of Muscle Hypertrophy with Resistance Exercise Training. *Nutrients*, 10(2), 180.
- Sylta Ø, Tønnessen E, Sandbakk Ø, Hammarström D, Danielsen J, Skovereng K, et al. Effects of High-Intensity Training on Physiological and Hormonal Adaptions in WellTrained Cyclists. *Med Sci Sports Exerc.* 2017;49(6):1137-46
- Tai ES, Tan ML, Stevens RD, et al. Insulin resistance is associated with a metabolic profile of altered protein metabolism in Chinese and Asian Indian men. *Diabetologia* 2010;53:757–767
- Tiidus, P. M. (2008). Skeletal muscle damage and repair. *Human Kinetics*.
- Tipton, K. D., Rasmussen, B. B., Miller, S. L., Wolf, S. E., Owens-Stovall, S. K., Petrini, B. E., ve Wolfe, R. R. (2001). Timing of amino acid-carbohydrate ingestion alters anabolic response of muscle to resistance exercise. *American Journal of Physiology-Endocrinology And Metabolism*, 281(2), E197-E206.

- Trommelen, J., Van Vliet, S., ve Burd, N. A. (2013). Postexercise ‘window of potential’ for the stimulation of muscle protein synthesis. *Agro FOOD Industry Hi Tech*, 24, 5.
- Uğur, E., ve Ünal, R. N. (2017). Metabolic Effects of Dietary Proteins, Amino Acids and The Other Amine Consisting Compounds on Cardiovascular System. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 5(1), 71-83.
- Valenzuela, P. L., Morales, J. S., Emanuele, E., Pareja-Galeano, H., ve Lucia, A. (2019). Supplements with purported effects on muscle mass and strength. *European journal of nutrition*, 1-26.
- Viru A, Viru M. Cortisol--essential adaptation hormone in exercise. *Int J Sports Med*. 2004;25(6):461-4.
- Wahl P, Mathes S, Köhler K, Achtzehn S, Bloch W, Mester J. Acute metabolic, hormonal, and psychological responses to different endurance training protocols. *Horm Metab Res*. 2013;45(11):827-33.
- Waldron, M., Whelan, K., Jeffries, O., Burt, D., Howe, L., ve Patterson, S. D. (2017). The effects of acute branched-chain amino acid supplementation on recovery from a single bout of hypertrophy exercise in resistance-trained athletes. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 42(6), 630-636.
- Wolfe, R. R. (2017). Branched-chain amino acids and muscle protein synthesis in humans myth or reality. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 14(1), 30.
- Yoon, M. S. (2016) The emerging role of branched-chain amino acids in insulin resistance and metabolism. *Nutrients*, 8(7), 405

Zinner C, Wahl P, Achtzehn S, Reed JL, Mester J. Acute hormonal responses before and after 2 weeks of HIT in well trained junior triathletes. *Int J Sports Med.* 2014;35(4):316-2

EKLER

1-Etik Kurul Onay

ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU									
ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI					Esansiyel Aminoasitlerin Gecikmiş Kas Ağrısına ve Kas Hipertrofinine Etkisi				
Karar No: 2019-19/18					Tarih: 20 Kasım 2019				
KARAR BİLGİLERİ					Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulununun 17 Eylül 2018 tarih ve 2018-15/16 nolu kararı ile uygun bulunan ve yukarıda başvuru bilgileri verilen araştırmada yapılan değişikliklerin uygun bulunduğu oybirliği ile karar verildi.				
					Yapılan değişiklikler: -Çalışma protokolünde "kas gücü ölçümü" işleminin yapılmayacağı, -Araştırmaya 1(bir) yıl ek süre verilmesi				
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU									
ÇALIŞMA ESASI					İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik, İyi Klinik Uygulamalar Kılavuzu				
BAŞKANIN UNVANI/ADI SOYADI					Prof.Dr.Mustafa HACIMUSTAFAOĞLU				
ÜYELER									
Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet		Araştırma ile ilişki		Katılım *		İmza
Prof.Dr.Mustafa HACIMUSTAFAOĞLU Başkan	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	U.Ü.T.F. Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları AD.	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof.Dr.Elif BAŞAĞAN MOĞOL Başkan Yardımcısı	Anesteziyoloji	U.Ü.T.F. Anesteziyoloji ve Reanimasyon AD.	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof.Dr.Mehmet CANSEV Üye	Farmakoloji	U.Ü.T.F. Tıbbi Farmakoloji AD.	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Doç.Dr.Alpaslan TÜRKKAN Üye	Halk Sağlığı	U.Ü.T.F. Halk Sağlığı AD.	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Doç.Dr.Pınar VURAL Üye	Psikiyatri	U.Ü.T.F. Çocuk ve Ergen Ruh Sağlığı ve Hastalıkları AD.	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	İzinli
Doç.Dr.Hilal ÖZKAN Üye	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	U.Ü.T.F. Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları AD.	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Doç.Dr.Hasan ARI Üye	Kardiyoloji	Bursa Yüksek İhtisas EAH Kardiyoloji Kliniği	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Doç.Dr.Kağan HUYSAL Üye	Biyokimya	Bursa Yüksek İhtisas EAH Biyokimya	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Doktor Öğretim Üyesi Çiğdem Mine YILMAZ Üye	Hukuk	U.Ü.Hukuk Fakültesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Doktor Öğretim Üyesi Engin SAĞDİLEK Üye	Biyofizik	U.Ü.T.F. Biyofizik AD.	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Doktor Öğretim Üyesi Sezer ERER KAFA Üye	Tıp Tarihi ve Etik	U.Ü.T.F. Tıp Tarihi ve Etik AD.	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Selen MIĞAL Üye	Sağlık mesleği mensubu olmayan üye	Serbest Meslek	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
*:Toplantıda Bulunma									
Sayfa 2									

Öz Geçmiş

Adı- Soyadı: Serkan PANCAR

Doğum Yeri ve Yılı: Adana - 1984

Öğrenim Gördüğü Kurumlar

	Başlangıç Yılı	Bitirme Yılı	Kurum Adı
Lisans	2002	2006	Çukurova Üniversitesi - Antrenörlük Bölümü / Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği (Çift Anadal)
Yüksek Lisans	2012	2015	Uludağ Üniversitesi / Beden Eğitimi Spor Anabilim Dalı
Doktora	2016	2020	Uludağ Üniversitesi / Beden Eğitimi Spor Anabilim Dalı

Bildiği Yabancı Diller ve Düzeyi

İngilizce (92.5 YÖKDİL)

Çalıştığı Kurumlar

Anestezi ve Reanimasyon Tek. -	2006-2010	Adana SSK Hastanesi
Beden Eğitimi Öğretmenliği-	2010- ...	Bursa-Osmangazi-Yeniceabat AL

Uzmanlıklar

3. Kademe Voleybol Antrenörlüğü

Dalış Eğitmeni

*1 Yıldız Cmas (Confederation Mondiale Des Activites Subaquatiques) Eğitmeni

*Padı Open Water Scuba Eğitmeni

Sağlık Bakanlığı / Kızılay İlk Yardım Eğitmenliği

Bronz Cankurtaran Eğitmenliği/Ilisf(*International Life Saving Federation*)

Yayınlar

1. **Pancar S.**, Vatansever Ş., Pancar Z. (2018). Investigation of Balance and Coordination Skills of Sedanter and Active Individuals. *Scholars Journal of Arts, Humanities and Social Sciences (SJAHSS)*
2. **Pancar, S.**, Tokgöz, O., & Topçu, H. (2018). The Effect of 8-Weeks Exercise Program On Some Hematological Parameters In Obese Children. *European Journal of Physical Education and Sport Science*.
3. Birinci Y., Şahin Ş., Vatansever Ş., Pancar S., (2019).The Effect of Physical Exercise on Brain-Derived Neurotrophic Factor (BDNF) in Elderly: a Systematic Review of Experimental Studies. *Spor Hekimliği Dergisi*
4. Birinci, Y. Z., Şahin, Ş., & **Pancar, S.** (2018). Investigation of The Reaction Times of 13-14 Years Old Video Game Players and Racket Athletes. *European Journal of Physical Education and Sport Science*.
5. Pancar, Z., Özdal, M., **Pancar, S.**, & Biçer, M. (2016). Investigation of visual and auditory simple reaction time of 11-18 aged youth. *European Journal of Physical Education and Sport Science*.
6. Korkmaz N., **Pancar S.**, Alparslan T., Ayan A. (2017). Examination of the Effect of High School Students Physical Activity Levels on Their Problem Solving Skills. *Sport Mont 15 (2017) 2: 15–19*
7. Bastık, C., Sahin, Ş., Şahin, E., **Pancar, S.**, Sağdilek, E., & Kızıltan, E. (2018). Examination Of The Finger Tapping Test And Mental Rotation Achievement Level Of The Orienteering Athletes. *European Journal of Physical Education and Sport Science*.