

T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TIBBİ BİYOKİMYA ANABİLİM DALI

ANTEP FISTIĞI'NIN (Pistacia Vera)
DÜZENLİ İDMANLI FUTBOLCULARIN
METABOLİT PROFİLİ ÜZERİNDEKİ
ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Çimen SABAZ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi İsmail KOYUNCU

ŞANLIURFA

2019

T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TIBBİ BİYOKİMYA ANABİLİM DALI

ANTEP FISTIĞI'NIN (Pistacia Vera)
DÜZENLİ İDMANLI FUTBOLCULARIN
METABOLİT PROFİLİ ÜZERİNDEKİ
ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Çimen SABAZ
YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi İsmail KOYUNCU

Bu tez, Harran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 19001 proje numarası ile desteklenmiştir.

ŞANLIURFA

2019

HARRAN ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Çimen SABAZ' ın hazırladığı "Antep Fıstığı'nın (*Pistacia vera*) Düzenli İdmanlı Futbolcuların Metabolit Profili Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi" başlıklı çalışması 20/06/2019 tarihinde jüri üyeleri tarafından değerlendirilerek Biyokimya Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

BAŞKAN

Dr. Öğr. Üyesi İsmail KOYUNCU

Harran Üniversitesi, Tıp Fakültesi

Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

ÜYE

Doç. Dr. Nihayet BAYRAKTAR

Harran Üniversitesi, Tıp Fakültesi

Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı Başkanı

ÜYE

Dr. Öğr. Üyesi Davut Sinan KAPLAN

Gaziantep Üniversitesi, Tıp Fakültesi

Fizyoloji Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Harran Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 18/07/2019 tarih ve 2019.12/07 sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Fuat DİLMEÇ
Enstitü Müdürü



TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimin süresince her zaman bilgi ve görüşleriyle beni yönlendiren, deneyimlerini aktararak yetişmeme katkıda bulunan, Tıbbi Biyokimya Dr. Öğr. Üyesi. İsmail KOYUNCU hocama en içten dileklerle teşekkür ediyorum.

Antrenman ve maç sürelerinde katılımcılar ile olan bağlantımızın kurulmasında ve devamında değerli yardımlarını esirgemeyen, Şanlıurfa Büyükşehir Belediyesi futbol takımına ve antrenörü Abdurrahman ESKİCİ hocama, Tarım Spor Kulübü futbol takımına ve antrenörü Adlan ALPEP hocama teşekkür ediyorum.

Her zaman yanımda olan, desteklerini hissettiren, yoluma ışık tutan anneme ve babama sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çimen SABAZ

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	II
ŞEKİLLER DİZİNİ	V
TABLolar DİZİNİ	VI
GRAFİKLER DİZİNİ	VIII
KISALTMALAR	IX
ÖZET.....	XIII
ABSTRACT.....	XV
1.GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	4
2.1. Egzersiz	4
2.1.1. Fizyolojisi.....	4
2.1.2. Enerji Metabolizması.....	5
2.1.3. Beslenme Metabolizması	11
2.2. Amino Asitlerin Genel Özellikleri	18
2.2.1. Amino Asitlerin Sınıflandırılması	18
2.3. Futbol Metabolizması.....	30
2.3.1. Enerji Metabolizması.....	30
2.3.2. Organizmaya Etkileri	33
2.3.3. Futbolcularda Ergojenik Yardımcılar	35
2.4. Metabolomik	40
2.4.1. Protein ve Amino Asit Metabolizması	43
2.4.2. L- Karnitin Metabolizması	45
2.5. Antep Fıstığı'nın (Pistacia Vera) Genel Özellikleri	50
2.5.1. Antep Fıstığının Temel Bileşenleri	50
2.5.2. Antep Fıstığının (Pistacia V.) Fitokimyasal ve Antioksidan Özelliği.....	52
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	57
3.1. Amino Asit Profilinin LC-MS/MS Yöntemi İle İncelenmesi	58
3.2. Karnitin Profilinin LC-MS/MS İle İncelenmesi.....	58
3.3. İstatistiksel Analiz	58
4. BULGULAR	59
4.1. Demografik Veriler	59

4.2. Serbest Amino Asit Verileri	59
4.3. Karnitin Profili Verileri	71
5. TARTIŞMA	74
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	80
7. KAYNAKLAR	81
8. EKLER.....	94
8.1. Ek-1. Etik Kurul Onay Formu	94
8.2. Ek- 2. Orjinallik Beyan Formu.....	95
8.3. Ek- 3. Turnitin Raporu	96
8.4. Ek- 4. Tez Veri Giriş Formu	97
8.5. Ek-5. Özgeçmiş	98

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. Aerobik Enerji Üretimi (8).....	8
Şekil 2.2. Aerobik Metabolizma Sonucu Üretilen ATP Miktarı (20).....	10
Şekil 2.3. Amino Asitlerin Genel Yapısı.....	18
Şekil 2.4. Alanin Genel Formülü.....	20
Şekil 2.5. Karnozin Metabolizması.....	20
Şekil 2.6. İzolosin Genel Formülü.....	21
Şekil 2.7. Lösin Genel Formülü.....	21
Şekil 2.8. Valin Genel Formülü.....	21
Şekil 2.9. Glisin Genel Formülü.....	22
Şekil 2.10. Metiyonin Genel Formülü.....	22
Şekil 2.11. Prolin Genel Formülü.....	23
Şekil 2.12. Fenilalanin Genel Formülü.....	24
Şekil 2.13. Triptofan Genel Formülü.....	24
Şekil 2.14. Serin Genel Formülü.....	25
Şekil 2.15. Treonin Genel Formülü.....	26
Şekil 2.16. Sistein Genel Formülü.....	26
Şekil 2.17. Asparagin Genel Formülü.....	27
Şekil 2.18. Glutamin Genel Formülü.....	27
Şekil 2.19. Lizin Genel Formülü.....	28
Şekil 2.20. Histidin Genel Formülü.....	29
Şekil 2.21. Aspartik Asit Genel Formülü.....	30
Şekil 2.22. Glutamik Asit Genel Formülü.....	30
Şekil 2.23. Taurin Metabolizması (83).....	38

TABLolar DİZİNİ

Tablo 2.1. Kas Glikojeni ve Enerji (20).	10
Tablo 2.2. Çeşitli Aktivitelerde Kat Edilen Mesafe ve Süre (8).	31
Tablo 2.3. Futbol ve Aerobik-Anaerobik Enerji Üretim Mekanizmaları (8).	31
Tablo 2.4. Antep Fıstığının Temel Bileşenleri (16).	50
Tablo 2.5. Antep Fıstığının Yağ Bileşenleri (16).	51
Tablo 2.6. Pistacia Vera L. Meyve Tohumu ve Dış Kabuğunun Antioksidan Madde İçeriği (112).	53
Tablo 2.7. Pistacia Vera L. Dış Kabuğunun ve Tohumunun Kantitatif Fenolik Bileşen Analizi (112).	54
Tablo 2.8. Pistacia Vera L. Dış Kabuk ve Tohum Kısımının Kantitatif Fenolik Analizi (112).	55
Tablo 4.1. Demografik Veriler.	59
Tablo 4.2. Fıstık Grubu İdman Öncesi ve İdman Sonrası Serbest Amino Asit Değerleri.	60
Tablo 4.3. Kontrol Grubu İdman Öncesi ve İdman Sonrası Serbest Amino Asit Değerleri.	61
Tablo 4.4. Fıstık ve Kontrol Grubunun İdman Öncesi ve İdman Sonrası Serbest Amino Asit Değerleri.	63
Tablo 4.5. Fıstık Grubu İdman Öncesi ve İdman Sonrası Esansiyel Olmayan Amino Asit Değerleri.	64
Tablo 4.6. Fıstık Grubu İdman Öncesi ve İdman Sonrası Esansiyel Amino Asit Değerleri.	65
Tablo 4.7. Kontrol Grubu İdman Öncesi ve İdman Sonrası Esansiyel Olmayan Amino Asit Değerleri.	66
Tablo 4.8. Kontrol Grubu İdman Öncesi ve İdman Sonrası Esansiyel Amino Asit Değerleri.	67
Tablo 4.9. Fıstık ve Kontrol Grubunun İdman Öncesi ve İdman Sonrası Esansiyel Olmayan Amino Asit Değerleri.	68
Tablo 4.10. Fıstık ve Kontrol Grubunun İdman Öncesi ve İdman Sonrası Esansiyel Amino Asit Değerleri.	70

Tablo 4.11. Fıstık Grubu İdman Öncesi ve İdman Sonrası Karnitin Değerleri.....	71
Tablo 4.12. Kontrol Grubu İdman Öncesi ve İdman Sonrası Karnitin Değerleri	72
Tablo 4.13. Fıstık ve Kontrol Grubu İdman Öncesi ve İdman Sonrası Karnitin Değerleri.	73



GRAFİKLER DİZİNİ

Grafik 4.1. Fıstık Tüketen Grubun İdman Öncesi ve İdman Sonrası Bazı Amino Asit Değerlerinin Karşılaştırılması.	60
Grafik 4.2. Kontrol Grubunda İdman Öncesi ve İdman Sonrası Bazı Amino Asit Değerlerinin Karşılaştırılması.	62



KISALTMALAR

µg	: Mikrogram
aCatE	: Kateşin
ACSM	: Amerikan Spor Sağlığı Yüksek Dkili
ADP	: Adenozin Difosfat
AHB	: 2-Hidroksibutirat
Ala	: Alanin
AMP	:Siklik Adenozin Monofosfat
AMPK	: Aktifleştirilmiş Protein Kinaz
AMPY	: Adenozin Monofosfat
APCI	: Atmosferik Basınç Kimyasal İyonizasyonu
APPI	: Atmosferik Basınç Fotoyonizasyonu
Arg	: Arginin
Asn	: Asparagin
Asp	: Aspartik Asit
ATP	: Adenozin Trifosfat
ATP-PC	: Fosfojen Sistem
BCAA	: Dallı Zincirli Amino Asit
BMI	: Vücut Kitle İndeksi
bQE	: Quercetin
C Cy-G	: Siyanidin- 3-0-glukozit
C	: Karbon
C₆H₁₂O₂	: Glikojen
C₆ H₃₂ O₂	: Palmitik Asit
Ca	: Kalsiyum
CH₃	: Metil Grubu
CHO	: Karbonhidrat

Cm	: K�riyum
CO₂	: Karbondioksit
CoASH	: Canlı Serbest Ko-enzim A
COO	: Karboksil İyonu
CPT1	: Karnitin Palmitol Transferaz
CPTI	: Karnitin Palmitol Transferaz
Csy	: Sistein
d Cy	: Siyanidin Klorid
DNA	: Deoksiribo Nükleik Asit
ESİ	: Elektrosprey İyonizasyonu
ETC	: Elektron Taşıma Zinciri
f.w	: Ağırlık
FA	: Yağ asidi
FAB	: Hızlı Atom Bombardımanı
FABP	: Yağ Asidi Bağlayıcı Protein
FAD	: Flavin Adenine Dinükleotid
FATP	: Yağ Asidi Taşıma Proteini
FATTY	: Yağ Asidi
Fe	: Demir
FFA	: Serbest Yağ Asidi
g	: Gram
GH	: Growth Hormon
Gln	: Glutamin
Glu	: Glutamik Asit
Gly	: Glisin
H	: Hidrojen
H₂O	: Su
His	: Histidin

I GF-1	: İnsülin Benzeri Büyüme Hormonu
IMTG	: Kas içi Trigliserit
IOC	: Uluslararası Olimpiyat Komitesi
ISSN	: Uluslararası Spor Beslenme Derneği
K	: Potasyum
Kcal	: Kilo Kalori
Kg	: Kilogram
LCFA	: Albümine bağlı uzun zincirli yağ asidi
LC-MS/MS	: Kütle Spektrometre
LDL	: Düşük Yoğunluklu Lipoprotein
Lev	: Lösün- İzolosin
LPL	: Lipoprotein Lipaz
Lys	: Lizin
MAPK	: Mitojenle Aktive Olan Protein Kinaz
MCAD	: Orta Zincirli Asil- CoA Dehidrojenaz
Met	: Metiyonin
mg	: Miligram
MPS	: Mukopolisakkaridoz
MUT	: Metilmalonil- CoA Mutaz
N	: Azot
NAD	: Nikotinamide Adenine Dinükleotid
NADPH	: Nikotinamid Adenin Dinükleotit Fosfat
NH₃	: Amonyak
NMR	: Nükleer Manyetik Rezonans
O₂	: Oksijen
OCTNZ	: Organik Katyon Taşıyıcı
OMIM	: Dünya Gen Hastalıkları Sistemi
OXPITOS	: Oksidatif Fostorilasyon

P	: Fosfor
PDC	: Pirüvat Dehidrokinaz Kompleks
PFK	: Fosfofruktakinaz Enzimi
Phe	: Fenilalanin
Pİ	: İnorganik Fosfat
PKA	: Protein Kinaz
Pro	: Prolin
RNS	: Reaktif Nitrojen Türleri
RONs	: Reaktif Oksijen Azot Türleri
ROS	: Reaktif Oksijen Türleri
S6K1	: Ribozomal S6 Protein Kinaz
SAM	: S-Adenosil Metiyonun
SCAD	: Kısa Zincirli Asil- CoA Dehidrojenaz
SE	: Sterol Esterler
Ser	: Serin
-SH	: Sülfidril
SO₄	: Sülfat
SOD	: Süperoksit Dismutaz
TAG	: Triasilgliserit
TCA	: Trikarboksilik Asit
TE	: Toplam Enerji
TG	: Trigliserit
Thr	: Treonin
Trp	: Triptofan
Try	: Tirozin
Val	: Valin
VLDL	: Çok düşük yoğunluklu Lipoprotein

ÖZET

ANTEP FISTIĞI'NIN (*Pistacia Vera*) DÜZENLİ İDMANLI FUTBOLCULARIN METABOLİT PROFİLİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Çimen SABAZ

Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi

Futbolcuların iyi bir performans gösterebilmeleri, sağlıklarını ve performanslarını koruyabilmeleri için beslenmelerine önem göstermeleri gerekmektedir. Futbolcuların enerji ihtiyaçlarını karşılamaları, kas yapılarını korumaları ve güçlendirmeleri için karbonhidrat, yağ, protein, vitamin ve mineral yönünden zengin ek gıdalarla beslenmeleri gerekmektedir.

Yapılan birçok çalışmada Antep fıstığının içeriğindeki tekli doymamış yağlar, vitaminler ve antioksidanlar sayesinde; anti-inflamatuar aktivite, glisemik kontrol ve endotel fonksiyonun idamesinin sağlanmasına yardımcı olarak kardiyovasküler hastalıklar gibi kronik hastalıklara karşı koruyucu rol oynayabildiği tespit edilmiştir. Bu çalışmada antioksidan potansiyeli ve serbest amino asit içeriği yüksek olan antep fıstığının düzenli idman yapan futbolcuların amino asit ve karnitin metabolizması üzerindeki etkisi incelenerek, futbolcu performansı üzerindeki etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

Çalışma, futbolcuların hazırlık dönemi bitiminden hemen sonra sezonun başlaması ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmaya 20 kontrol, 20 deney olmak üzere 40 erkek futbolcu gönüllü olarak katıldı. Deney ve kontrol gruplarına 20 gün süre ile aynı idman programı uygulandı. Deney grubuna her gün idman öncesi Antep fıstığı içi (25 g/gün) verildi. Katılımcıların, çalışmaya başlamadan bir gün önce ve çalışma bittikten bir gün sonra açlık venöz kan örnekleri alınarak 50 amino asit ve 27 karnitin LC-MS/MS

yöntemi ile incelendi. Çalışma sonucunda; Treonin, Valin esansiyel amino asitleri ve Alanin ve Tirozinin idman sonrasında anlamlı olarak azaldığı, Serin'in idman sonrasında anlamlı olarak arttığı tespit edilmiştir. Fıstık verilen grupta idman sonrasında CO, C2, C4, C5: 1, C5DC, C6, C10, C10: 1, C12, C14, C14: 1 ve C14: 2 karnitin değerlerinin anlamlı olarak arttığı tespit edilmiştir. Bu çalışmada; Antep Fıstığı'nın gıda takviye ürünü olarak kullanılma potansiyeline sahip olduğu tespit edilmiş olup, bu çalışmanın farklı spor alanlarında fazla sayıda bireylerin olacağı çalışmalarla desteklenmesi gereklidir.

Anahtar kelime:Futbol, İdman, Amino Asit, Karnitin, Antep Fıstığı.

ABSTRACT

THE INVESTIGATION EFFECT OF PISTACHIO NUT (*Pistia Vera*) ON THE METABOLITE PROFILING OF REGULAR EXECUTIVE FOOTBALLERS

Çimen SABAZ

Department of Medical Biochemistry, Master Thesis

Football players may nominate a good performance, to maintain their health and their performance must present the importance of nutrition for them. Football players energy needs, increase muscle structures for protection and carbohydrate, fat, protein, vitamin and mineral addition to foods rich in nutrition.

The many study the content of monounsaturated oils of pistachios, vitamins and antioxidants; anti-inflammatory activity, glycemic control and the maintenance of endothelial function as help provide protection against chronic diseases such as cardiovascular diseases may play a role. In this study, the antioxidant potential and free amino acid content of regular training for the pistachio, which are high in amino acids and carnitine metabolism by examining the impact, effect on performance of football players It is intended to investigate.

After the end of the preparatory work, the players with the start of the season soon after. Including 20-20 working control, experiment 40 male football player joined voluntarily. Experimental and control groups performed the same workout program for 20 days. Pre workout every day to the experimental group Pistachios (25 g/day). The participants started the day before and one day after the end of the hunger study venous blood samples were taken from 50 amino acid and 27 carnitine LC-MS/MS method with. As a result of working; Threonine, valine essential amino acids and Alanine were significantly decreased after practice and Tirozinin, Serin has been found to be significantly increased after the training. After training in the Group given after peanut

butter CO, C2, C4, C5:1, C5DC, C6, C10, C12, C14, C10:1, C14:1 and C14:2 carnitine significantly increases the values of have been identified. In this study; Pistachio used as dietary supplements of the product has been found to be have the potential to, a large number of different sports areas of this study will work with the support of individuals is required.

Keywords: Football, Exercise, Amino Acids, Carnitine, Pistacia Nut.



1.GİRİŞ

Fiziksel aktivite ve egzersiz iskelet kaslarının kasılması sonucu açığa çıkan, bazal düzeyin üzerinde enerji harcamayı gerektiren bedensel hareketlerdir (1). Egzersizin insan vücudundaki amacı; oksijen dağılımını sağlamak, metabolik süreçleri yoluna koymak, kuvveti, dayanıklılığı geliştirmek, vücut lipitini azaltmak ve kas-eklem hareketlerini iyileştirmektir. İnsanlarda egzersize uyumun kardiyovasküler sistemin adaptasyonu, fiziksel ve fizyolojik dengeye fizyolojik cevapların düzenlenmesi gibi birçok etken önemli rol oynamaktadır (2,3).

Egzersizin başında enerji gereksinimi daha çok kas içinde hazır olarak bulunan Adenozin Trifosfat'lardan (ATP) karşılanmaktadır. Daha sonra egzersizin şiddet ve süresine göre üç enerji sistemi devreye girmektedir. Egzersiz bittikten sonrada organizmadaki enerji tüketimi bir süre daha hızla devam etmektedir (4). Egzersiz sonrasında organik faaliyetler dinlenme durumuna hemen dönmemekle beraber toparlanma periyodunda da oksijen tüketimi yüksek düzeyde devam etmektedir (5). Egzersizin şiddet ve süresindeki artış ile birlikte, aktif kaslarda kullanılan oksijen miktarı, dinlenmeye oranla neredeyse yüz kat artmaktadır. Sonuç itibari ile daha fazla reaktif oksijen türleri (ROS) üretilmektedir. Reaktif oksijen türleri, vücutta serbest halde dolaştığı için organlara ve dokulara zarar verebilir. Serbest radikallerin oluşturduğu doku hasarı oksidatif stresin sebebini oluşturmaktadır (6).

Serbest radikaller proteinler üzerinde doğrudan veya dolaylı etki gösterebilir. Peptit bağları, prolin ve lizin gibi amino asitler serbest radikallerden oldukça kolay etkilenir. Protein lipid peroksidasyonunu, aldehit yapıdaki ürünleri, sisteinin sülfidril grupları ile veya lizin ve histidinler ile kovalent bağlar oluşturarak prolinlerde çapraz bağlanmalara yol açar. Bu olaylar proteinlerin yapı ve fonksiyonlarının bozulması ile sonuçlanır (7).

Futbolda başarıya giden yolun anahtarı öncelikle futbol için uygun olan oyuncuların bulunması ve bu oyuncuların performansının artırılmasına bağlıdır. Antrenmanların performansı arttırmak amacıyla yapılmasının yanı sıra, fizyolojik ilkelere uyumlu olması bir zorunluluktur. Futbol, vücudun bütün enerji kaynaklarının

kullanıldığı, yüksek yoğunluktaki aralıklarla yapılan bir egzersizdir. Futbolda, beslenme antrenman ve maç iç içedir. Doğru ve dengeli beslenme performansı olumlu yönde etkilerken, kötü beslenme antrenman ve maçların başarısını olumsuz yönde etkilemektedir (8). Bu sebeple futbolcular sürekli olarak performanslarını olumlu yönde etkileyecek takviye besin maddeleri arayışı içerisindeyler. Bu arayış bitkisel kaynaklı besin maddelerine yönelimi arttırmıştır.

Ergojenik yardım, fiziksel performansı arttırmak amacıyla futbolcular tarafından kullanılan değişik yöntem, araç ya da maddeleri içermektedir. Bu alanda fizyolojik yardımcılar ve beslenmeye bağlı yardımcılar ön plana çıkmaktadır. Fizyolojik olarak karnitin; enerji metabolizması için zorunlu doğal bir maddedir. Endojen olarak, vücut tarafından amino asitlerden sentezlenen ya da oksijen olarak hayvansal besinlerden alınan Karnitin'in %95'i kalp ve iskelet kasında bulunur. Yüksek karnitin içeriği bu kasların enerji gereksinimlerini genellikle serbest yağ asitlerinin oksidasyonundan elde etmelerinden kaynaklanmaktadır. Karnitin, vücut tarafından alınan besinlerin içerisinde bulunan amino asitlerden oluşturulur ve ayrıca besinlerde hazır olarakta bulunur (9).

Futbolcu beslenmesinde özellikle kas çalışmasını gerektiren egzersizlerde proteinlerin ve proteinleri oluşturan amino asitlerin öneminin arttığı bilinmektedir. Bu konu ile ilgili yapılan çalışmalar iskelet kasının, en az sekiz amino asidi mitokondri yoluyla okside ettiğini ancak egzersiz esnasında dallı zincirli amino asitlerin (izölosin, lösin, valin) daha çok okside edildiğini bildirmektedir (10,11).

Diyet ile alınan pekçok bitkinin antioksidan aktiviteye sahip kimyasallar içerdiği son yıllarda yapılan çalışmalar tarafından ispatlanmıştır. Bu kimyasalların, çeşitli dejeneratif hastalıkları engellemedeki rolü belirlenmiştir. Özellikle polifenolik fitokimyasalların antibakteriyel, bağışıklığı düzenleyici, karaciğer hasarını önleyici, antitümör ve antioksidan kapasiteye sahip olduğu gösterilmiştir (12).

Birçok çalışmada Antep fıstığının içeriğindeki tekli doymamış yağlar, vitaminler ve antioksidanlar sayesinde; anti-inflamatuar aktivite, glisemik kontrol ve endotel fonksiyonun idamesinin sağlanmasına yardımcı olduğu, aterogeneizde düşük yoğunluklu Lipoprotein (LDL) kolesterolünün okside olmasını engellediği, kanser ve

kardiyovasküler hastalıklar gibi kronik hastalıklara karşı koruyucu rol oynayabildiği tespit edilmiştir (13,14,15).

Antep fıstığının temel bileşenlerine baktığımız zaman diğer kabuklu kuruyemişlere (ceviz, fındık) oranla daha fazla karbonhidrat, protein ve yağ içeriğine sahip olduğu görölmektedir (16). Antep fıstığının bütün bu bileşenleri göz önünde bulundurulduğunda fıstığın futbolcu beslenmesine dahil edilmesinin hem enerji metabolizması, hem de amino asit metabolizması üzerinde olumlu etkiler yaratabileceği düşünölmüştür.

Bu çalışmada antioksidan potansiyeli ve serbest amino asit içeriği yüksek olan antep fıstığının düzenli idman yapan futbolcuların aminoasit metabolizması üzerindeki etkisi incelenerek, futbolcu performansı üzerindeki etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Egzersiz

2.1.1. Fizyolojisi

Egzersiz; kişinin, mevcut olan fiziksel kapasitesini arttırmak amacıyla yaptığı, planlı, düzenli ve tekrarlı vücut hareketleridir (17).

Egzersiz, iskelet kaslarının kas metabolik aktivitesinin artmasına neden olan veya artan metabolik aktiviteye yanıt veren birçok hücre, doku ve organda yaygın düzensizliklere neden olan tüm vücut homeostazı için büyük bir zorluktur (18).

Organizmaya verilen uyarılara cevabın oluşabilmesi ve sonucunda uyum gerçekleşebilmesi için enerjiye ihtiyaç duyulmaktadır. Enerji organlarının çalışabilmesi ve günlük hayatın devamı için gerekli olan yakıttır. Canlı organizmalar enerjii ortamda bulunan oksijen miktarına ve yapılan aktivitenin şiddetine bağlı olarak aerobik ve anaerobik enerji sistemlerinden farklı yollarla elde ederek kullanırlar (17).

Egzersiz fizyolojisi insan organizmasının kassal çalışmalara cevabını ve uyumunu, sportif performansı artırma amacı güden antrenmanların fizyolojik temellerini içerir. Egzersiz kardiovasküler sistem, solunum sistemi ve kas-iskelet sisteminin birlikte gerçekleştirdiği bir eylemdir. Bu sistemlerin birlikte çalışması vücudun enerji ihtiyacını arttırmaktadır. Kas-iskelet sisteminin aktif çalışması oksijen tüketimini ve vücudun besin maddesine olan ihtiyacını artırır (19).

Egzersiz esnasında ihtiyaç duyulan mekanik enerji diyet ile alınan besinlerin organizmada kimyasal enerjiye dönüşümü ile karşılanır. Kas aktivitesinde meydana gelen artış, enerji üretim ve tüketiminde de artışa sebep olmaktadır. Bu durum çalışan kasa olan kan akımını ve oksijen kullanımını önemli miktarda artırır (19).

Organizmaya alınan besin maddelerindeki (karbonhidratlar, yağlar ve nadiren proteinler) kimyasal enerji, çeşitli enerji sistemleri kullanılarak ATP'ye dönüştürülür ve ihtiyaç varsa kas kasılması, uyarı iletimi, madde taşınması ve madde sentezi gibi aktivitelerde kullanılır. İhtiyaç olmadığı durumlarda sınırlı oranda ATP ve Kreatin fosfat olarak depo edilirler. Tekrar ihtiyaç olduğunda ortamdaki oksijen varlığına istinaden aerobik ya da anaerobik yollarla alınan besin maddelerinden tekrar ATP elde edilerek fizyolojik süreçlerin devamlılığı sağlanmaya çalışılır (17).

2.1.2. Enerji Metabolizması

Organizmada enerji üretimi ile ilgili maddelerden ATP yapımı ve ATP yıkımı sonrasında ATP'nin tekrar sentezlenmesi sürecinde birçok metabolik olay meydana gelmektedir. Fiziksel aktivitenin sınırlarını belirleme yönünde süreçlerin belirlenmesi oldukça önemlidir. Kas kasılması enerji gerektiren bir olaydır. Kas kimyasal enerjiyi mekanik işe çeviren bir mekanizmadır. İnsan organizmasındaki yaşamsal fonksiyonlar özellikle sinir uyarılarının iletimi, kas kasılması gibi kimyasal reaksiyonlarla enerji açığa çıkarılmasına bağlıdır. Bu enerjinin kaynağı kasta enerjiden zengin organik fosfat bileşikleridir ve kaynağını karbonhidrat, yağ ve protein metabolizmalarından almaktadır (20).

Kas kasılması için gereken temel enerji kaynakları şunlardır:

1. Fosfojen sistem, Adenozin Trifosfat (ATP) ve fosfokreatin
2. Anaerobik glikojen laktik asit sistemi
3. Aerobik sistem

Bu sistemlerin amacı kasta varolan ATP 'yi yeniden sentezlemektir (20).

Adenozin Trifosfat (ATP)

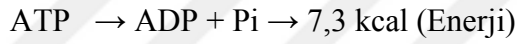
Besin maddelerinin parçalanması sonucu oluşan enerji direk olarak mekanik enerjiye dönüştürülemez. Bu enerji kasta depo edilen kimyasal bir maddenin (ATP) yapımında görev alır. Hücre fonksiyonlarını yerine getirebilmek için sadece ATP'nin parçalanması ile oluşan enerjiyi kullanabilir. Hemen hemen tüm vücut hücrelerinde enerji oluşumu ATP molekülü vasıtasıyla olmaktadır. Hücre içerisinde depo halde bulunan ATP miktarı sınırlı olup, sporcunun günlük aktivitelerinin şiddetine bağlı olarak devamlı olarak yenilenmektedir (21).

ATP'nin moleküler yapısında bir adenozin ve 3 fosfat grubu mevcuttur. Son iki fosfat grubu arasında yüksek enerji bağı olarak adlandırılan fosfat bağı bulunmaktadır. Bu bağı önemli bir kimyasal enerji kaynağı olarak kabul edilmektedir. Bu bağlardan biri koparak diğerlerinden ayrıldığında, yani kimyasal olarak parçalandığında 7000-12000 kalorilik bir enerji açığa çıkar. Adenozin difosfat ve serbest bir fosfat (Pi) meydana gelir. ATP'nin parçalanması sonucunda meydana gelen bu enerji kas hücrelerinin çalışabilmesi için kullanabileceği enerji şeklidir (21).

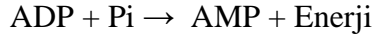
Kaslarda, hatta iyi antrenmanlı sporcularda bile maksimal kas gücünü ancak birkaç saniye sürdürebilecek, ortalama 50 m. hız koşusuna ancak yetecek düzeyde ATP bulunmaktadır. Bu nedenle egzersiz sırasında ATP'nin sürekli olarak yeniden yapımı gereklidir (20).

ATP'nin kimyasal reaksiyonlarla yıkımı sonucu enerji açığa çıktığı gibi, tekrar kullanılmak üzere yapımı içinde enerji gerekmektedir. ATP yıkımı ve yapımı iki yönlü bir kimyasal reaksiyon olarak adlandırılmaktadır. ATP'nin yeniden yapılması için gerekli enerji ATP-PC (fosfojen), laktik asit ve oksijen (aerobik) sistem ile sağlanmaktadır. Dolayısıyla ATP'nin yıkım ve yapımı için anaerobik ve aerobik metabolizmaya ihtiyaç duyulur (20).

ATP, bir yüksek enerjili fosfat kökünün ayrılmasıyla adenosin difosfata (ADP)'ye dönüşür. ATP miyozin iplikçiliği ile birleşirken bu enerji kas kasılması için kullanılır. Bir fosfat radikalinin daha ayrılması ADP'yi adenosin monofosfata (AMP) dönüştürürken ADP'nin molü başına 7300 kaloringin serbestlenmesine neden olur (22).

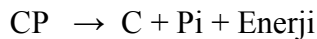


Nadiren;



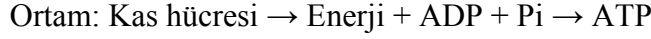
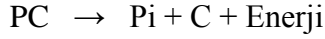
Anaerobik Enerji Metabolizması

ATP - PC (Fosfojen Sistemi): ATP'nin tekrar sentezi için ADP molekülüne bir fosfat grubu eklenmesi gerekir. Fosfokreatin fosfat ve kreatin gruplarına hidrolize olurken önemli miktarda enerji serbestlenmesine neden olur. Fosfokreatin kasta depo halinde olan, yüksek enerji bağı içeren başka bir kimyasal bileşiktir ve ATP gibi parçalandığında önemli miktarda enerji açığa çıkar (20).



Yüksek enerjili fosfat bağının kreatinden ayrılması sonucu enerji açığa çıkar. Kasların çoğunda ATP'nin iki- üç katı kadar PC bulunur. Ancak kas içinde depo halinde

bulunan PC miktarı sınırlıdır (0.3- 0.5 mol). Çok yüksek şiddet ve çok kısa süreli egzersizlerde (10 saniyeden kısa süren eforlarda) kas kasılması için gerekli olan enerjinin önemli bir kısmı bu yolla sağlanmaktadır (21).



Bu reaksiyonun sonucunda açığa çıkan enerji direkt olarak ATP'nin sentezlenmesinde kullanılır. PC'de ATP gibi kasın acil enerji kaynağıdır. ATP- PC sistem 10- 15 saniyelik enerji ve maksimal kas gücü sağlayabilir. Bu da 100 metre koşusuna ancak yeterli olabilir. ATP-PC sistemi kasların kullandığı ATP'nin en hızlı sentezlendiği sistemdir (22).

Laktik Asit Sistemi: Glikojen laktik asit sistemi anaerobik yolla enerji sağlar. Kasta depolanmış olan enerji hızla glikoz moleküllerine bölünür ve glikoz enerji için kullanılır. Bu işlemin ilk basamağına glikoliz denir. Bu basamak için oksijen kullanımına gerek yoktur ve anaerobik metabolizma olarak isimlendirilir. Glikozun parçalanması ile iki pirüvik asit molekülü oluşur. Ortamda oksijen olmadığı için sitrik asit döngüsüne giremeyen pirüvik asit laktik aside dönüşür. Bu işlem sırasında parçalanan her glikoz molekülü için üç ATP molekülü oluşur. Bu yolla ATP oluşturulurken son ürün olarak ortaya laktik asit çıkar. Laktik asit daha sonra kas hücrelerinden difüzyon yolu ile intertisyel sıvı ve kana geçer. Laktik asit kas ve kanda yüksek yoğunluğa ulaşırsa yorgunluğa yol açmaktadır. Asit ortamda Ph'ı düşürür ve mitokondrideki bazı enzim aktivitelerini engelleyerek karbonhidratların yıkım hızını azaltabilir (8).

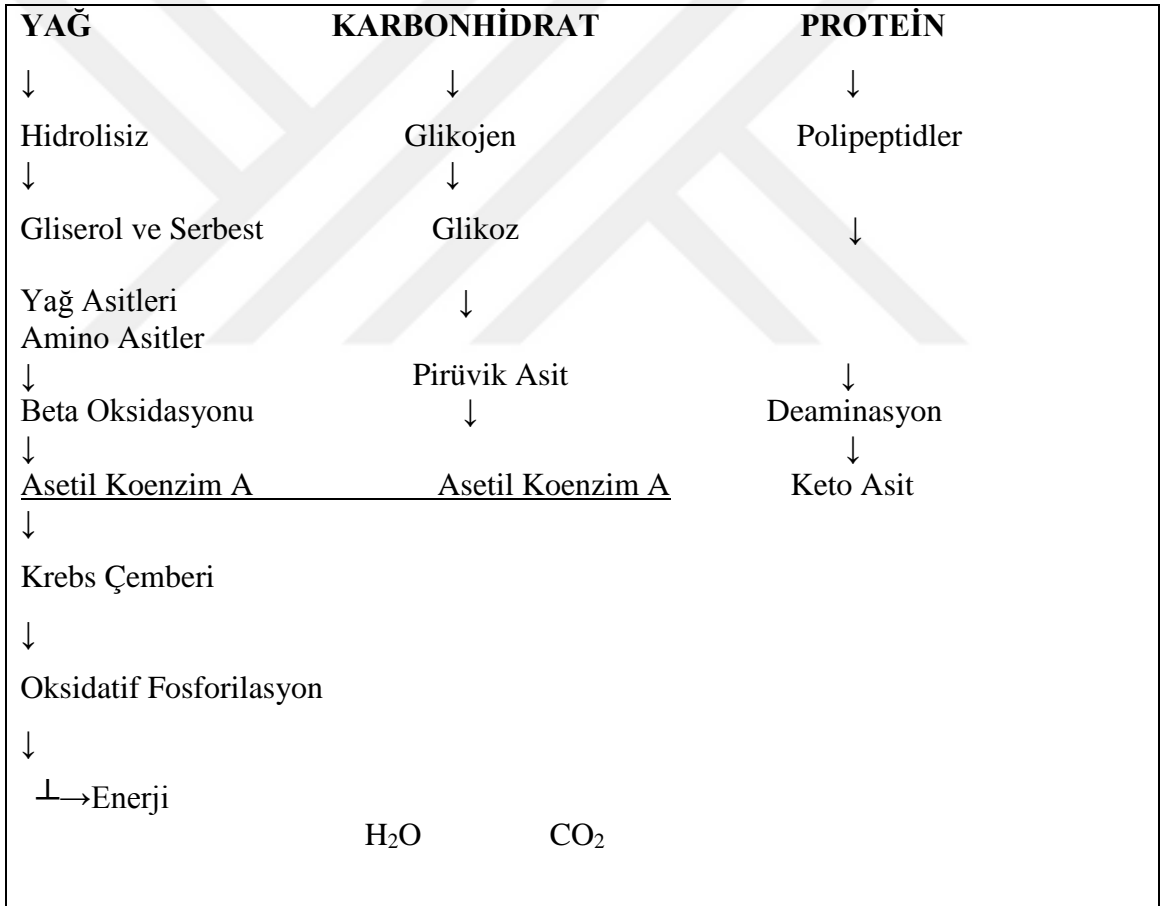
Glikojen laktik asit sisteminin üstünlüğü, glikozun mitokondrilerde metabolize edilmesine oranla 2,5 kat hızlı olmasıdır. Bu sistem maksimal kas kasılmasını 1.3- 1.6 dakika kadar sağlayabilir. Kasların daha uzun süreli kullanılması gerekirse kas kasılması için gereken enerji aerobik sistemle karşılanmalıdır. Bu sistemde glikoz, yağ asitleri ve amino asitler mitokondrilerde oksitlenerek ATP oluştururlar (22).

Egzersiz sonlandıktan sonra kasın enerji kaynaklarının yeniden doldurulması gerekir. Egzersiz sırasında oluşan tüm laktik asit pirüvik aside dönüştürülür. Sonra ya

oksidatif olarak metabolize edilir ya da karaciğerde yeniden glikoza çevrilir. Karaciğerde oluşan fazla glikoz glikojen halinde depolanarak kaslarda boşalmış olan glikojen depolarının dolmasını sağlar (22).

Aerobik Enerji Metabolizması

Aerobik yol, mitokondrilerde besin maddelerinin enerji sağlamak üzere oksidasyonu demektir. Aerobik yol oksijenin ortamda bulunması ile karbonhidrat ve yağların su ve karbondioksite kadar parçalanması sonucu enerji elde edilmesini sağlamaktadır (8).



Şekil 2.1. Aerobik Enerji Üretimi (8).

Oksijenin varlığında glikoz molekülü tam olarak CO₂ ve H₂O'ya ayrışır ve sonuç olarak toplam 38-39 mol ATP üretilir. Bunun yaklaşık 2-3 molü anaerobik yol ile

üretir. Aerobik enerji yolunda ilk basamaklar anaerobik glikoliz ile aynıdır ve 1 mol glikojen iki mol pirüvik asite çevrilir. Bu basamak sarkoplazmada gerçekleşir ve burada 2-3 mol ATP üretilir. Anaerobik yol ile aerobik sistem arasındaki temel fark laktik asidin oksijenli ortamda birikmemesidir (8).

Krebs Döngüsü: Eğer reaksiyonlar aerobik yolla devam ediyorsa işlemler mitokondride oluşmaktadır ve pirüvik asit iki karbonlu yapı olan asetil koenzim A'ya dönüşerek krebs döngüsüne girer. Aerobik yolla enerji oluşumuna yağlar ve kısmende proteinler katkıda bulunduğu halde proteinler vücudun koruma mekanizması, büyüme ve hormon sisteminde yer aldığından enerji veren bir madde olarak tercih edilmemektedir. Krebs döngüsünde iki önemli kimyasal süreç vardır (21) .

1. Karbondioksit üretimi

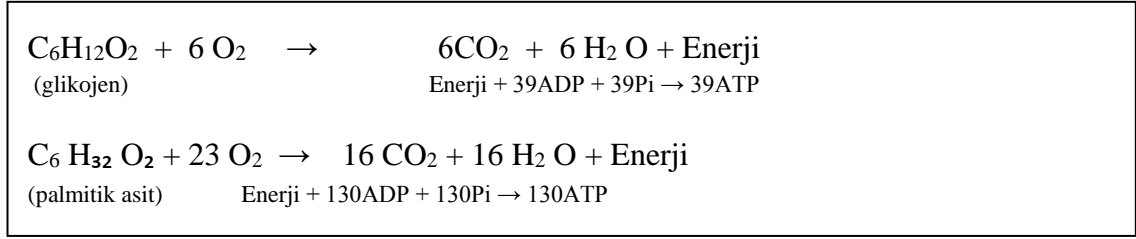
2. Elektronların taşınması (Oksidasyon)

Üretilen CO₂ solunum sistemi tarafından dışarı atılarak yok edilir. Taşınan elektronlar ise hidrojen atomları formundadır (21).

Elektron Taşıma Sistemi: Solunan oksijen ile krebs döngüsünden ayrılan-taşınan hidrojen iyonlarının birleşmesi sonucu su oluşmaktadır. Suyun meydana gelmesine sebep olan reaksiyonlar elektron taşıma sistemi veya solunum zinciri adını alırlar ve bu olaylarda mitokondride gerçekleşir. Elektron taşıma sisteminde dört hidrojen iyonu, dört elektron ve oksijen, 2 molekül su meydana getirirler. Bu elektron ve hidrojen iyonları yüksek enerji düzeyine sahiptirler. Yüksek enerji düzeyinden düşük enerji düzeyine geçişte:

$4 H^+ + 4 e^- + O_2 \rightarrow 2 H_2O$ meydana gelirken enerji açığa çıkar ve bu enerji ATP'nin resentezi için gerekli reaksiyonu sağlar (20).

Aerobik metabolizma sonucu bir mol glikojen ile 39 mol ATP, 1 mol yağ asidinin (palmirik asit) yıkımı ile 130 mol ATP üretilmektedir (20).



Şekil 2.2. Aerobik Metabolizma Sonucu Üretilen ATP Miktarı (20).

Organizmada aynı zamanda binlerce kimyasal reaksiyon gerçekleşir. Yani bir maddeden diğer bir maddeye elektron transfer edilir. Oksidasyon reaksiyonu O₂ ve H atomlarının veya elektronlarının transfer edilmesidir. Oksidasyon işleminde bir madde elektron kazanırken diğeri elektron kaybeder. İndirgenme sırasında bir elementin atomları elektron kazanırken diğeri azalır (21).

Krebs siklusunda H⁺ atomları oksidize edilmek için salınırlar ve buradan salınan H⁺ atomları NAD⁺ (nikotinamide adenine dinükleotid) ve FAD⁺ (Flavin adenine dinükleotid) adı verilen koenzimlerle birleşerek taşınırlar. Bu reaksiyonu hızlandıran enzimler dehidrogenaz veya oksidazdır. Hidrojenler NAD⁺ ve FAD⁺ 'la birleşerek NADH ve FADH₂ halini alırlar. Daha sonra solunum zincirinde H⁺ 'nin elektron ve protonlarından ayrışması ile enerji elde edilir ve H⁺ , O₂ ile birleşerek suya dönüşür (21).

ATP üretiminde aerobik sistem en verimli yoldur. Örneğin, aerobik metabolizma ile tüm vücut kaslarında 87-89 mol ATP açığa çıkabilir. Bu diğer iki sistemin birleşmesinden elde edilecek miktarın 50 katıdır ve yenilenmesi için 20-32 saatlik bir dinlenmeyi gerektirir (20).

Tablo 2.1. Kas Glikojeni ve Enerji (20).

	<u>Kas glikojeni</u>	
	kg / Kas	Toplam Kas Kütlesi
1. Kastaki miktarı (gr)	13 - 15	400 - 450
2. ATP formasyonu (mol)	2.8 - 3.2	87 - 98
3. Kullanılabilir enerji (kcal)	28 - 32	870 - 980

Aerobik yol tamamen submaksimal seviyedeki uzun süreli egzersizlerde kullanılır. Bu tür egzersizlerde yeteri kadar oksijenin kas hücrelerine taşınabilmesi için oldukça uzun bir zaman vardır. Bu da egzersizde ihtiyaç duyulan ATP'nin çoğunu sağlamaktadır (20).

2.1.3. Beslenme Metabolizması

Yeterli ve dengeli beslenme besin öğelerinin en uygun miktarda besin değerlerini yitirmeden, en ekonomik şekilde temin edilerek vücutta kullanma olarak tanımlanır (23).

Büyüme-gelişme, gebelik, emzirme, ağır egzersiz, hastalıklar ve travma vücudun besin ihtiyacını arttıran durumlar olarak bilinir (24).

Düzenli olarak egzersiz yapanlarda dikkatli planlanmış bir beslenme programının egzersiz performansı üzerinde önemli olumlu etkileri vardır (25). Son zamanlarda sporcular için uluslararası onaylı diyet rehberlerinde, gıda, sıvı ve besin takviyelerinin optimal alımı ve zamanlaması ile ilgili fikir birliği bildirilerinin yayınlanması yol gösterici olmuştur (26). Beslenme gereksinimlerini karşılamak için yeterli toplam enerji (TE) planlaması yapılmalıdır. Bu planlama; glikojen depolarını doldurmak için karbonhidrat (CHO), kas onarımı ve büyümesine yardımcı olmak için protein tüketmek ve hidrate kalmak için sıvı almaktır (27).

Diyet ile alınan major yakıtlar karbonhidrat, protein ve yağlardır. Bu yakıtlar hücrelerde CO₂ ve H₂O'ya okside edildiğinde elektronların O₂'e aktarılması ile enerji açığa çıkar. Bu oksidasyon işleminden açığa çıkan enerji ısı ve ATP üretir. Oksidasyon öncesi karbonhidratlar esas olarak glikoza, yağlar yağ asitlerine ve proteinler amino asitlere çevrilir. Glikoz, yağ asitleri ve amino asitleri okside etmekte kullanılan yolların birçok nitelikleri ortaktır. Bu yollarda yakıtlar önce trikarboksilik asit döngüsünün (TCA) bir öncülü olan asetil CoA'ya oksitlenir. TCA döngüsü yakıtların tümüyle CO₂'ye yıkılmasını tamamlayan bir dizi reaksiyondur. Oksidatif reaksiyonlar esnasında yakıtlardan kaybolan elektronlar elektron taşıma zincirindeki bir dizi protein tarafından O₂'ye aktarılır. Elektron transferine ait enerji oksidatif fosforilasyon adı verilen bir olayla ADP ve inorganik fosfat (Pi)'ı ATP'ye çevirmek için kullanılır (28).

Sporcu beslenmesi; sporcunun sağlıklı bir yaşam sürdürmesi, idman programına adapte olması, egzersiz sonrası hızla toparlanması ve yarışma performansını optimize etmeye yönelik beslenme ilkelerinin geliştirilmesi ve yaşama geçirilmesi açısından önemlidir. İdman programı ile birlikte sporculara verilen diyet programları, egzersize dayanıklılığı arttırmasına katkıda bulunur (29).

Bu sebeple sporcu performansının ve toparlanma döneminin etkinliğini geliştirmesi, net protein dengesinin sağlanması, egzersiz süresine göre enerji ve besin maddelerinin planlanması önemlidir (30).

Diyet enerjisinin %60'ı karbonhidratlardan, geri kalan kısmı ise protein ve lipitlerden karşılanması gerekmektedir. Sporcu beslenmesindeki amaç; sporcunun yaşı, cinsiyeti, yaptığı sporun türü göz önünde bulundurularak alması gereken enerji, protein, karbonhidrat, lipit miktarlarını karşılamaktır (31).

Besin öğelerinin rolü sporcuların sadece enerji ihtiyaçlarını karşılamak değildir. Çoğu sporcu spor hayatı boyunca gerek idmanlarda gerek yarışmalarda bir ya da daha fazla kez iskelet-kas yaralanmalarına maruz kalmıştır. Yüksek yaralanma prevalansı göz önüne alındığında yaralanma riskini azaltabilecek veya bir yaralanma meydana geldiğinde iyileşme süresini azaltabilecek faktörlerin başında beslenme gelmektedir (32).

Uzun süreli ve yoğun egzersiz geçici fizyolojik strese, inflamasyon ve oksidatif strese bağlı biyobelirteçlerde yükselmelere ve immün fonksiyon bozukluğuna neden olur (33). Ekzojen ve endojen antioksidanlar oksidatif stresi azaltır. Diyet antioksidanlarını, toparlanmayı arttırma, performansı optimize etme ve uzun süreli sağlığı korumak için oksidan yükünü azaltması nedeni ile kullanımı önerilmektedir (34).

Sporculara yönelik immün beslenme desteği gelişen bir bilimsel araştırma alanıdır. Çeşitli beslenme ürünleri egzersize bağlı fizyolojik stres göstergelerine karşı önlem olarak tespit edilmiştir (35).

Karbonhidrat Metabolizması

Karbonhidratlar (CHO) doğada en fazla bulunan organik moleküllerdir. Pek çok canlının diyetindeki enerji kaynaklarından başlıcası olması, vücutta bir çeşit enerji

deposu olarak görev yapması, hücreler arası iletişimi sağlayan hücre zarının ögesi olması karbonhidratların sahip olduğu özelliklerden bazılarıdır (36).

Karbonhidratlar yapılarına göre Monosakkarit, Disakkarit ve Polisakkarit olarak, fonksiyonlarına göre ise Glisemiks indekslerine göre sınıflandırılmaktadır (37).

Glisemiks indeks, 50 gr. karbonhidrat içeren bir besin maddesi tüketildikten sonra kan glikozunun bazal düzeyler üzerine yükselme derecesini ölçer (38).

İstirahatte, insan vücudu tarafından kullanılan enerjinin büyük bir kısmı karbonhidrat ve yağların oksidasyonundan elde edilir. Kan glikoz düzeyi, plazma içermeyen yağ asitleri, kas glikojeni ve kas içi trigliseritler, iskelet kaslarında enerji üretimi için temel substrat kaynaklarıdır (39,40).

Dinlenme halinde iken karbonhidratların tüketilmesi pankreastan insülin salgılamasına neden olur ve plazma insülin konsantrasyonlarında meydana gelen artışın sayısız metabolik etkisi vardır. İnsülinin önemli bir görevi, glikozun iskelet kası içine taşınmasını sağlamaktır. İnsülin ayrıca lipoprotein lipazın aktivasyonu ile yağ depolanmasını arttırırken yağ dokusundan yağ asidi salgılamasını da baskılar (41,42).

Fiziksel egzersiz sırasında iskelet kaslarının kasılması, kas için artan bir enerji talebiyle sonuçlanır. Çalışan kas için zorluk, ATP'nin üretimini arttırmaktır ve çeşitli hücresel süreçler bu ihtiyacı karşılamak için işlev görür. Buna göre, hem karbonhidratları hem de yağları oksitleyen metabolik yolların aynı anda aktive edilmesi gerekir (39,40).

ATPaz enzimi, hızlı kullanım için enerji üretmek üzere ATP'nin $ADP + Pi$ nin parçalanmasını kolaylaştırır; bununla birlikte, kas hücrelerinde sadece az miktarda ATP bulunur (43). Daha az miktarda depolanmış enerji kaynağı, tükenmiş ATP seviyelerini yenilemek için kreatin kinaz enzimi tarafından ATP'ye yeniden sentezlenebilen kreatin fosfattır. Bu nedenle, egzersiz sırasındaki ana enerji kaynakları karbonhidratlar ve yağlardır. Kas için karbonhidrat kaynakları arasında kan glukozu, kas glikojeni ve karaciğer glikojeni bulunur (44).

Glikoz ve glikojen, enerji üretmek için kullanılmadan önce glukoz-6-fosfata dönüştürülür. Glikoz-6-fosfat, glikoz molekülü başına üç ATP molekülü veya glikoz

molekölü başına iki ATP molekölü (anaerobik glikoliz) oluşmasıyla sonuçlanan laktik aside dönüşür. Anaerobik glikolizin ürettiği ATP, uzun süre devam eden kas aktivitesini sürdürecektedir kadar fazla değildir. Yoğun egzersiz ile oksijen alımı artar ve birkaç dakika içinde sabit bir duruma ulaşılır. Bu istikrarlı durum, aerobik işlemlerin, kasılan kasların gerektirdiği enerjinin çoğunu sağladığını göstermektedir. Glikoz molekülünden ATP'nin aerobik üretimi, glikolizin anaerobik reaksiyonundan birçok kez daha etkilidir. Glikolizin aerobik reaksiyonu sırasında, glikojen, piruvik aside dönüştürülür. Bu daha sonra asetil-CoA'ya dönüştürülür ve mitokondri içinde Krebs döngüsünde ATP üretimi için kullanılır. Egzersiz sırasında oksidatif metabolizmaya katkıda bulunan birincil yakıtlar yağlar ve karbonhidratlar olsa da, yoğun egzersiz ile amino asitler substrat oksidasyon kaynağı olarak da kullanılabilir (44).

Açlık durumunda ve düşük yoğunluklu egzersiz sırasında, kas tarafından ihtiyaç duyulan enerji kütlesi, ağırlıklı olarak plazmadan üretilen serbest yağ asitlerinin oksidasyonu ile sağlanır (45). Egzersiz orta derecede bir yoğunluğa (%60-70 VO₂ pik) yükseldiğinde, oksidasyon için yağ asitleri kaynağı kas içi trigliserit içerir. Her iki yağ asidi kaynağı da kasın enerji ihtiyacına katkıda bulursa da, bir araya geldiklerinde bile enerji talebini karşılamak için yeterli değildir. Bu nedenle, orta şiddette egzersiz sırasında, elde edilen toplam enerjinin yaklaşık yarısı, hem kas glikojeni hem de kan glikozundan gelen, karbonhidratların oksidasyonundan kaynaklanmaktadır (46). Yüksek yoğunluklu egzersiz sırasında, plazma yağ asidi oksidasyonunun katkısı daha da azalır ve karbonhidrat oksidasyonu, toplam enerji ihtiyacının yaklaşık üçte ikisini sağlar. Karbonhidrat metabolizması, bu koşullar altında tercih edilen enerji kaynağıdır. Çünkü ATP üretim hızı, yağ asitlerinden iki kat daha yüksektir (44).

Kas ve karaciğerdeki glikojen depoları orta ve yüksek yoğunluklu (%65- 85 VO₂ max) bir egzersizde 90 dk. ile 3 saate kadar tüketilmektedir (25). Bu durum egzersiz öncesi fazla miktarda karbonhidrat içeren bir öğünün tüketilmesi egzersiz esnasındaki dayanıklılığı göstermektedir.

Lipid Metabolizması

Lipitler polar olmayan çözücüler tarafından dokulardan ekstrakte edilebilen suda çözünmeyen organik moleküllerin heterojen bir grubudur (47). Lipitler tüm hücrelerin

temel yapı taşlarındandır ve birçok önemli olayda rol oynarlar. Plazma zarını ve hücre membranı, endoplazmik retikulum, golgi aygıtı, endozom, lizozom gibi hücresel bölümlerin temel bileşenleridir (48). Organizmada üstlendikleri en önemli iki görev; enerji kaynağı olarak depolanmaları ve membranların yapısında yer almalarıdır. Bunun dışında organizmada; termal ve elektriksel izolasyon sağlamak, yağda çözünen vitaminlerin organizmaya alınması, enzim kofaktörü olmak, hücre içi haberci olmak gibi görevleri bulunmaktadır (49).

Lipitler, biyolojik membranların, enerji kaynaklarının ve sinyal moleküllerinin temel bileşenleridir. Lipid sinyalleri yağ sentezini, depolanmasını veya katabolizmasını etkileyerek organizmaların besin kullanılabilirliğine, enerji taleplerine cevap vermesine veya değişen ortamlara adapte olmasına izin veren karmaşık metabolik ağlar oluşturur (50).

Birçok canlı organizma, yetersiz enerji kaynakları durumunda, metabolik enerji üretmek için hücrelerinde lipit depolar. Hücreler lipidleri, triasilgliseritler (TAG) ve sterol esterler (SE) gibi nötr lipitlere dönüştürerek korurlar. Lipitler yerini, adipozomlar, lipit cisimleri veya yağ cisimleri olarak da adlandırılan lipit damlacıklarına bırakırlar (51).

Lipit damlacıklarında depolanan lipidleri ve diğer bileşikleri kullanmak için hücreler, lipit damlacığı içeriklerini diğer bölmelere aktarmak için mekanizmalar geliştirmiştir. Lipoliz, lipit damlacıklarından lipidlerin salınması için en iyi karakterize edilmiş yoldur. Hücre dışı serbest yağ asitlerinin (FFA) tükenmesine cevap olarak, cAMP'ye bağlı protein kinaz (PKA) ve 5-AMP aktifleştirilmiş protein kinaz (AMPK) dahil protein kinazlar tarafından aktive edilir (52).

Egzersiz hızla yağ oksidasyonunu artırır ve dayanıklılık eğitimi yağları okside etme kapasitesini artırır (53). Egzersiz sırasında iskelet kası için mevcut olan lipit kaynakları dolaşımdaki çok düşük yoğunluklu lipoprotein-trigliseritleri (VLDL-TG), kas içi trigliseritleri (IMTG) ve dolaşımdaki albümine bağlı uzun zincirli yağ asitlerinin (LCFA) subkutan lipoliz ve visseral adipositlerden türetilir. İskelet kası egzersizindeki birincil yağ asitleri kaynağının (FA) özellikle uzun süreli veya düşük yoğunluklu egzersizlerde LCFA olduğu bilinmektedir. VLDL-TG'nin egzersiz sırasındaki toplam

yağ oksidasyonuna katkısı düşüktür. VLDL-TG hidrolizi, orta derecede egzersiz sırasında değişmeyen lipoprotein lipazın (LPL) aktivitesi ile düzenlenir, ancak glikojen tüketen egzersizin ardından belirgin şekilde yükselir (54) .

Egzersiz sırasında iskelet kası ile FFA alımı, birleştirilmiş difüzyon ve protein aracılı alım süreçleriyle sağlanır. Yağ asidi taşıma proteini (FATP) ve bir plazma zarı, yağ asidi bağlayıcı proteini (FABP_{PM}) bağlanır. Kas içinde LCFA taşınmasına ayrıca bir sitoplazmik yağ asidi bağlayıcı protein (FABP_c) aracılık eder (54).

Transmitokondral FA taşınması, taşıyıcı olarak karnitini ve iki karnitin palmitoil transferazını (CPTI/ CPTII) içeren bir taşıma sistemine bağlıdır. CPTI, asetil-CoA karboksilazın ürünü olan malonil-CoA ve malonil-CoA dekarboksilazın substratı tarafından inhibe edilir. Bu enzimlerin AMPK ile fosforilasyonu, egzersiz sonucu enerji açığının ortaya çıkması ile malonil CoA konsantrasyonlarında düşüşe neden olur. Malonil-CoA'ya bağımlı inhibisyonu hafifletir ve böylece mitokondriyal alımı ve oksidasyonu artırır (54).

Orta şiddetli egzersizde enerjinin yarısı karbonhidrat diğer yarısı da yağlardan sağlanabilir. Egzersiz süresi 1 saati aşarsa karbonhidrat depoları tükenir ve böylece yağların enerji kaynağı olarak kullanımı artar. Bu tür uzun süreli egzersizlerde enerjinin %80'i yağlardan sağlanır (55).

Protein Metabolizması

Proteinler kas, tendon ve diğer yumuşak dokuların yapı taşlarıdır. Aynı zamanda birçok vücut fonksiyonu için enzimler, hormonlar ve nörotransmitterler oluşturmak için de gereklidirler. Proteinler hem esansiyel hem de esansiyel olmayan amino asitlerden oluşur. Esansiyel amino asitler vücut tarafından üretilmediği için besin maddeleri ile alınması gerekmektedir (56).

İskelet kası, protein moleküllerinin ana birimidir. İnsanlarda toplam vücut proteinlerinin yaklaşık % 60'ını iskelet kaslarında bulunan protein molekülleri oluşturur (57).

Egzersiz süresince ve sonrasında protein alımı, iskelet kasının egzersize adaptasyonunu optimum düzeye çıkarmaktadır (58). Diyet ile alınan protein türü

amino asitler, iskelet kas dokusunda anabolik yolları aktive eder. Aynı zamanda kas protein sentezi için öncülük yapar (59). Diğer anabolik uyarıcı ise fiziksel aktivitedir. Fiziksel aktivite veya egzersiz iskelet kası protein sentezini doğrudan uyarır. Protein sentezi egzersiz sonlandırılmasından sonra 48 saate kadar sürmektedir (60).

Proteinler ağızdan alındıktan sonra, midede hidroklorik asit varlığında pepsin ile sindirimi başlatılır ve pankreas proteazlarının ve enteroksin proteazlarının salgılanması ile duodenumda devam eder. Proteinler azot (nitrojen) içeren ve amino asit denilen küçük parçalara ayrılırlar. Protein içerikli besin maddesinin %40-50'si amino asit olarak ince bağırsakta emilir. Amino asitlerin geri kalanı (~% 50) karaciğer tarafından alınmadan önce hepatik portal vene salınır. İnce bağırsak gibi, karaciğerde de lokal metabolizma için amino asitler kullanılır. Ancak öncelikle amino asitleri okside etmek yerine, hepatik ve karaciğerden türetilmiş kan proteinlerinin sentezi için önemli miktarda amino asit kullanılır (61).

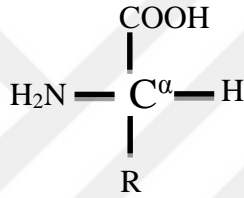
Amino asitler emilim sonrası dolaşım yolu ile karaciğere taşınırlar. Karaciğer bu amino asitlerin bir kısmını enzim ve yeni protein yapımı için kullanır. Karaciğer aynı zamanda amino asitlerin kanda serbest dolaşımını kontrol ederek, diğer dokulara taşınmasını ve yeni proteinlerin yapımını sağlar. Yemek yedikten sonra, serbest amino asitlerin konsantrasyonları kanda yükselir ve insülin ile birlikte özellikle iskelet kaslarında ve dokularda protein yapımını uyarırlar (62).

Protein için diyet referans alımı, sedanter bireyler için vücut ağırlığının kilogramı başına 0,8 g'dır (25). Ancak düzenli olarak egzersiz yapanlar için günlük protein gereksiniminin daha fazla olduğu bilinmektedir. Bu gereksinim kuvvet antrenmanları ve yaralanma durumları nedeni ile önem taşımaktadır. Amerikan Spor Sağlığı Yüksek Okulu (ACSM), Uluslararası Spor Beslenme Derneği (ISSN) ve Uluslararası Olimpiyat Komitesi (IOC), sporcuların günlük protein gereksinimlerinin günlük vücut ağırlığının kilogramı başına günde 1,2 ile 2,0 g arasında değiştiği konusunda fikir birliği sağlamaktadırlar (56).

2.2. Amino Asitlerin Genel Özellikleri

Proteinler, amino asitlerin dehidrate polimerleridir. Her bir amino asit kalıntısı yanındakine özel bir tip kovalent bağ ile bağlanmaktadır (63). Proteinler, Deoksiribo Nükleik Asit (DNA) tarafından kodlanan 20 farklı α - amino asitten meydana gelen, lineer ve dallanmamış polimerlerdir. Özel bir kovalent bağ olan peptid bağları ile birbirlerine bağlanırlar (49).

Prolin hariç, her bir amino asit karbon atomuna bağlı bir karboksilat grubu, bir amino grubu ve farklı bir yan kola (R-grup) sahiptir (36). Amino asitler birbirinden sudaki çözünürlüğü etkileyen elektrik yükü, büyüklük ve yapısal yönden farklı olan yan zincirleri veya R grupları ile ayrılır (64):



Şekil 2.3. Amino Asitlerin Genel Yapısı.

Fizyolojik pH'da, karboksil grubu dissosiyasyon olarak negatif yüklü karboksil iyonu ($-\text{COO}^-$) oluşturur ve amino grubu protonlanır ($-\text{NH}_3^+$). Proteinlerde bu karboksil ve amino gruplarının hemen hemen tamamı peptid bağının yapısında yer alır ve genellikle (hidrojen bağı oluşumu hariç) kimyasal reaksiyonlara girmez. Bu nedenle, bir amino asidin proteindeki rolünü belirleyen yan zincirlerin yapısıdır (36).

2.2.1. Amino Asitlerin Sınıflandırılması

Protein sentezi için kullanılan 20 amino asit, yan zincirlerinin yapısal özellikleri ve polaritelerine göre farklı sınıflandırmalar halinde gruplandırılmıştır. Bu gruplama amino asitlerin ortak fonksiyonel rollerini veya metabolik yollarını tanımlamaya yardımcı olabilir (28). Amino asitler vücuttaki fizyolojik etkilerine göre esansiyel amino asitler ve esansiyel olmayan amino asitler olarak sınıflandırılmaktadır (65). Amino asitler R gruplarının özelliklerine dayalı olarak beş ana grupta sınıflandırılabilir. Bu özellikler arasında en önemlisi, polarite ya da biyolojik pH'da (pH 7.0) suyla etkileşme eğilimi olarak bilinir. R gruplarının polaritesi, polar olmayan ve hidrofobiklikten,

yüksek oranda polar veya hidrofilikliğe kadar çok çeşitlidir. Her sınıfın kendi içinde polarite, büyüklük ve R gruplarının şekli yönünden derecelendirmeler vardır (63).

Esansiyel Amino Asitler

Vücutta sentezlenmeyen veya az miktarda sentezlenen amino asitlerdir. Valin, lösin, izolosin, histidin, metiyonin, fenilalanin, treonin, lizin ve triptofan esansiyel amino asitlerdir. Bu amino asitlerin dışarıdan alınmaları zorunludur (65).

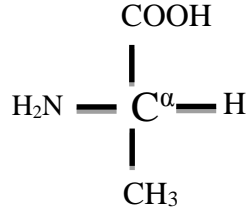
Esansiyel Olmayan Amino Asitler

Diyet proteinleri ile alınarak vücutta glikoliz ve sitrat döngüsü ara ürünü olan keto asitlere amino grubu sağlayarak sentezlenebilen amino asitlerdir. Glutamin, arjinin, aspartik asit, glutamik asit, alanin, tirozin, prolin, serin, asparajin, glisin ve sistein esansiyel olmayan amino asitlerdir (65).

Apolar, Alifatik R Grubu Amino Asitler

Bu gruptaki amino asitlerin R grupları polar değildir ve hidrofobiktir. Alanin, valin, lösin ve izolösünün yan zincirleri hidrofobik etkileşimleri sayesinde proteinlerle kümeler oluşturma eğilimindedir ve proteinin yapısını kararlı hale getirir. Glisin en basit yapıya sahiptir. En basit şekilde apolar amino asitlerle aynı grupta sınıflandırılabilirdiği halde, çok küçük olan yan zinciri hidrofobik etkileşimlere gerçek bir katkı sağlamamaktadır. Kükürt içeren iki amino asitten biri olan metiyonin yan zincirinde apolar bir tiyoeter grubu barındırır. Prolin, farklı bir halkalı yapısı olan alifatik bir yan zincire sahiptir. Prolin kalıntılarının ikincil amino grubu, prolin içeren polipeptit bölgelerinin yapısal esnekliğini azaltan sert bir düzlemdir (63).

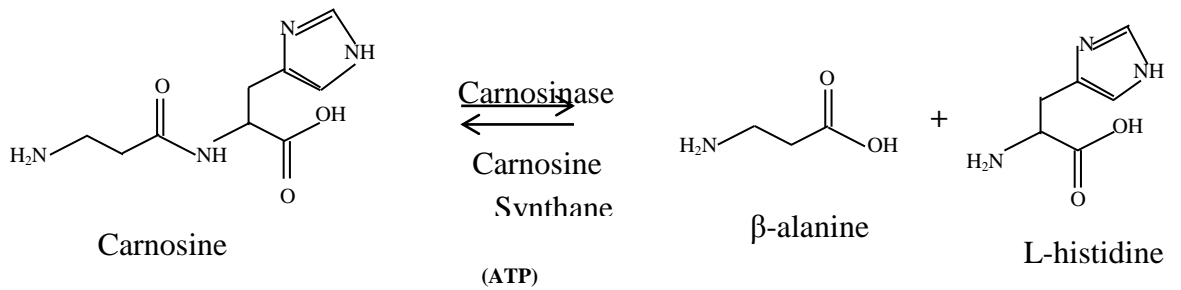
Alanin (Ala - C₃H₇NO₂): Yan zincir olarak hidrofobik bir metil grubu (-CH₃) taşır (49):



Şekil 2.4. Alanin Genel Formülü.

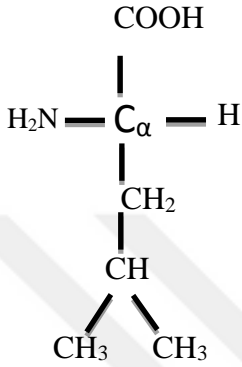
Diğer amino asitler yapısal olarak bunun türevi gibi düşünülür. En önemli görevi dolaşımında amonyak taşımaktır. Alanin aminotransferazın katalizlediği transaminasyon reaksiyonu sayesinde, amino asit ve karbonhidrat metabolizması arasında bağlantı kurar. Karbonhidrat metabolizmasında pirüvata dönüşerek kullanılır. Glukoz-alanin dönüşünde görev alır (49).

Beta-alanin, karaciğerde endojen olarak üretilen proteojenik olmayan bir amino asittir. Ek olarak, insanlar kümes hayvanları ve et gibi yiyeceklerin tüketilmesiyle beta-alanin elde eder. Kendi başına, beta-alaninin ergojenik özellikleri sınırlıdır. Bununla birlikte, beta-alaninin, karnosin sentezi için hızı sınırlayan öncü olarak tanımlanarak, iskelet kası içindeki karnosin seviyelerini artırır. Karnosin (β -Alanil-L-histidin), çeşitli potansiyel fizyolojik fonksiyonlarla doğal olarak oluşan bir dipeptittir ve kurucu amino asitleri, L-histidin ve beta-alanindir. Enzim karnosin sentetazının yardımı ile birleştirilerek oluşur (66):

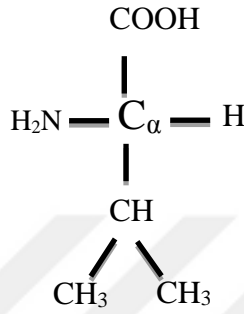


Şekil 2.5. Karnozin Metabolizması.

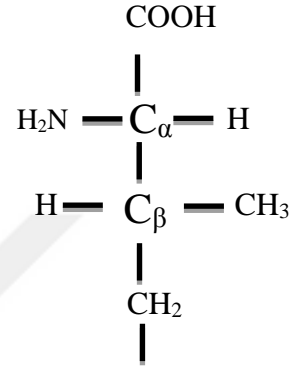
Valin (Val- C₅H₁₁NO₂), Lösin/ İzolosin (Leu- C₆H₁₃NO₂): Dallı zincirli amino asitler (BCAA) olarak bilinirler. Aynı zamanda esansiyel amino asitlerdir. Hidrofobik etkileşimlere katılırlar. İzolosin diğer amino asitlerden farklı olarak 2 asimetrik karbonu ve dört izomeri vardır. Metabolizmaları tek karbonlu yağ asidine benzer şekilde süksinil koA ile sonlanır (49):



Şekil 2.6. Lösin Genel Formülü.



Şekil 2.7. Valin Genel Formülü.

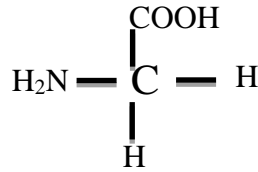


Şekil 2.8. İzolosin Genel Formülü.

BCAA'lar enerji homeostazı, beslenme metabolizması, bağırsak sağlığı ve kan glikoz seviyesinin düzenlenmesinde rol oynamaktadır. Glikoz, lipit ve protein sentezi metabolizmasında sinyal molekülleri olarak görev alırlar (67). Asetil CoA ve Süksinil CoA ile ara bileşiklerin TCA döngüsünün önemli öncüleridirler. Aynı zamanda egzersize bağlı serum BCAA oksidasyonunun modülasyonu yoluyla enerji üretiminde rol alırlar. Diğer esansiyel amino asitler karaciğerde metabolize olurken, BCAA'lerin iskelet kasında metabolize olması, egzersize bağlı kas hasarını önlemek ya da aza indirmek için faydalı olabilmektedir (68).

Glisin (Gly- C₂H₅NO₂): Glisin en küçük amino asittir ve yan zincir olarak bir H atomu taşır (R=H). α - karbonuna bağlı hidrojenler nedeni ile optik olarak aktif olmayan, asimetrik karbonu ve D-L izomerleri (stereoizomer, enantiomer) olmayan tek α -amino asittir. Glisin; kollojen, hem, pürin, kreatin, glutatyon sentezinde rol almaktadır. Safra asidi konjugasyonunda taurinle birlikte kullanılabilir. Protein yapısında esneklik sağlayan bir amino asittir. Spinal kordda inhibitör, serebral kortekste eksitatuar nörotransmitter olarak görev yapar. Glisin, hücre içi Ca²⁺ seviyelerini değiştirerek

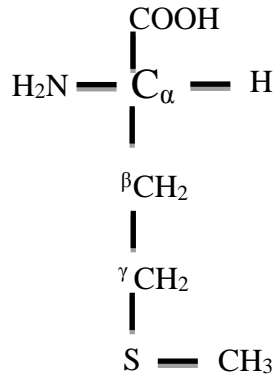
bağışıklık fonksiyonunu, süperoksit üretimini ve sitokinlerin sentezini düzenler. Glisin idrarla en çok atılan amino asittir. Glisin dolaylı olarak lipitte çözünen vitaminlerin ve lipitlerin emiliminde ve sindiriminde önemli bir rol oynar(69):



Şekil 2.9. Glisin Genel Formülü.

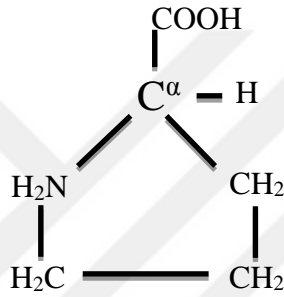
Metiyonin (Met- C₅H₁₁NO₂S): Yan zincir olarak kükürte bağlı bir metil grubu taşır (-CH₂CH₂SCH₃). Esansiyel bir amino asittir. Transmetilasyon reaksiyonlarında S-adenozil metiyonin (ATP'den adenozil bakiyesinin taşınması ile sentezlenir) şeklinde metil grubu vericisi olarak kullanılır (49).

Epinefrin, kreatin, melatonin ve poliaminlerin (spermin ve spermidin) sentezinde S-Adenosil Metiyonin (SAM) olarak kullanılır. Daima bir proteine katılan ilk amino asittir, bazen translasyondan sonra ayrılabilir. Vücuttaki metiyonin içeren bileşiklerin hemen hemen hepsi metiyoninden türemektedir. Bunun için önce metiyoninden sistein sentezlenmektedir. Daha sonra sistein kükürtlü proteinlerin sentezinde kullanılmaktadır. Metiyoninin oksidasyonu, proteinlerin oksidatif stresi algıladığı ve redoks sinyalleme işlevi gördüğü bir mekanizmadır (49):



Şekil 2.10. Metiyonin Genel Formülü.

Prolin (Pro- C₅H₉NO₂): Amino grubu yerine imino grubu taşır. Rotasyonu engelleyen katı bir halka yapısı vardır. α heliks ve β tabaka gibi protein yapılarında esnekliği sınırlamaktadır. Prolin ve hidroksprolin kollojen ve daha az oranda elastinin yapısında bulunmaktadır. Aynı zamanda dikarboksilik asitler olarak da bilinirler. Proton verici olarak proteinin yüzeyinde bulunmaktadır. Bazık yan zinciri olan amino asitlerle iyonik bağ yaparlar. Yan zincirlerinin pKa'sı ≈ 4 'tür. Fizyolojik pH'da (-) yüklüdürler. Diğer tüm aminoasitler birincil amin grubu taşımalarına rağmen, prolin, yan zincirindeki üç karbon atomu bir halka oluşturarak tekrar peptid bağındaki nitrojen atomuna bağlandığı için, birincil amin grubundan yoksundur (49):

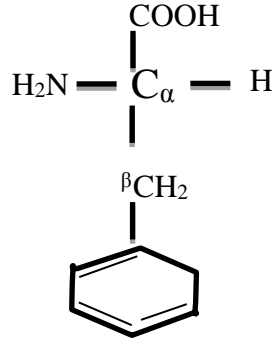


Şekil 2.11. Prolin Genel Formülü.

Aromatik R Grubu Amino Asitler

Aromatik yan zincirleri bulunan fenilalanin, tirozin ve triptofan nispeten polar değildir (hidrofobik). Tümü de hidrofobik etkileşimlere katılabilir. Tirozinin hidrojen bağı oluşturabilen hidroksil grubu, bazı enzimlerin önemli bir işlevsel grubudur. Tirozinin hidroksil grubu ve triptofanın indol halkasında bulunan azot atomu sayesinde tirozin ve triptofan fenilalanine kıyasla anlamlı derecede daha polardır (63).

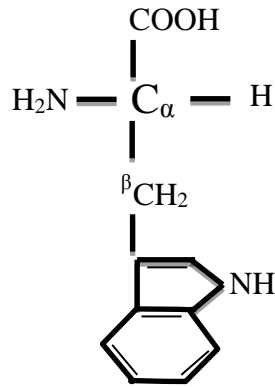
Fenilalanin (Phe- C₉H₁₁NO)₂: R grubunda bir hidrofobik fenil halkası bulunmaktadır. Esansiyel bir amino asittir. Aromatikler arasında en az absorbansı olan amino asittir. Metabolizması çoğunlukla tirozine dönüşüm üzerinden işlemektedir. Tirozine dönüşümü bozulduğunda fenilketonüri ortaya çıkar (49):



Şekil 1 2.12.Fenilalanin Genel Formülü.

Tirozin (Tyr- C₉H₁₁NO₃): Aromatik hidroksifenil halkası taşımaktadır. Yan zincirinin pKa'sı 10.1'dir. Alkali pH'da proton verebilir. Esansiyel olan fenilalanininden sentez edildiği için şartlı esansiyel bir amino asittir. Enzimlerin aktif bölgesinde yer almaktadır. Substrat ve fosfat bağlanması için kullanılmaktadır. Tiroid hormonları, melanin ve katekolaminlerin biyosentezinde ön madde olarak bulunmaktadır. Yapıda bulunan tirozinleri fosforlayan tirozin kinaz, bazı onkogenlerin ve hücre yüzey reseptörlerinin (insülin, epidermal büyüme faktörü, trombosit kökenli büyüme faktörü, insülin benzeri büyüme faktörü tip 1) etkisinde önemli bir amino asittir (49).

Triptofan (Trp- C₁₁H₁₂N₂O₂): Yapısında bir indol halkası bulunur. Esansiyel bir amino asittir. Aromatik amino asitler arasında absorbansı en fazla olan amino asittir. Triptofandan nikotinamid sentezi yapılabilir. Melatonin ve serotonin sentezinde kullanılır (49):



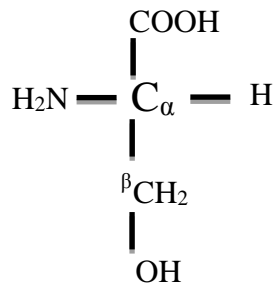
Şekil 2.13. Triptofan Genel Formülü.

Polar, Yüksüz R Grubu Amino Asitler

Bu amino asitlerin R grupları apolar amino asitlere kıyasla suda daha fazla çözünür, diğer bir ifadeyle daha hidrofilitir. Çünkü suyla hidrojen bağları oluşturan işlevsel gruplar taşırlar. Bu grup amino asitler içinde serin, treonin, sistein, asparagin ve glutamin bulunur. Serin ve treonin polaritesini hidroksil grupları; sisteinin polaritesini zayıf bir asit olan ve oksijen ve azot ile zayıf hidrojen bağları yapabilen sülfhidril grubu; ve asparagin ve glutaminin polaritesini amit grupları sağlar (63).

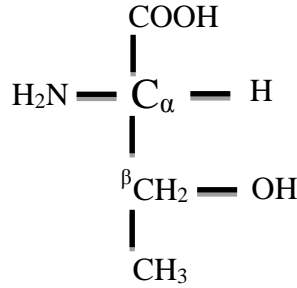
Asparagin ve glutamin asit bazlarla kolayca hidrolizlenerek sırasıyla aspartat ve glutamat adlı iki amino asidin amiti halini alırlar. Sistein, sistin adı verilen kovalent bağlı dimerik bir amino aside yükseltgenebilir. Sistinde iki sistein molekülü ya da kalıntısı bir disülfür bağıyla birleştirilmiştir. Disülfürle bağlı bu kalıntılar kuvvetli hidrofobiktir (polar değildir). Disülfür bağları bir polipeptit molekülünün bölümleri arasında veya iki farklı polipeptit zinciri arasında kovalent bağlar kurmak suretiyle birçok proteinin yapısında özel bir rol oynar (63).

Serin (Ser- C₃H₇NO₃): Yan zincirinde zayıf asidik - CH₂OH grubu taşır. Pk'sı 13.6'dır. Fosfo ve glikoproteinlerdeki O- glikozit bağ yapısında bulunmaktadır. Pek çok enzimin aktif merkezinde seril hidroksil grubu bulunur. Aktif merkezde substratla bağ yapmaktadır. Aynı zamanda enzimin kovalent modifikasyonu (fosforilasyon ve defosforilasyon) bu amino asit üzerinden olabilmektedir (49):



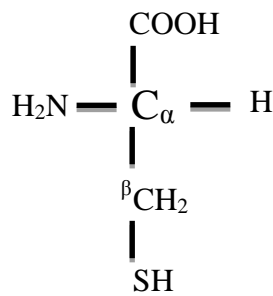
Şekil 2.14. Serin Genel Formülü.

Treonin (Thr- C₄H₉NO₃): Yan zincirinde ikinci bir asimetrik karbon atomu bulunmaktadır. Bu nedenle dört izomeri vardır. Yan zincirini pKa'sı 13.6'dır. Diğer özellikleri serin ile aynıdır (49):



Şekil 2.15. Treonin Genel Formülü

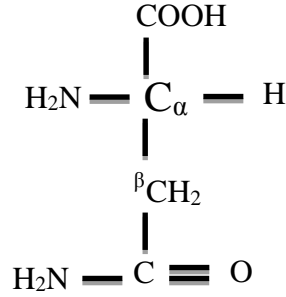
Sistein (Cys- C₃H₇NO₂S): Yan zincirinde sülfidril (-SH) grubu bulunur. Sistein sentezi için metiyonin gerekmektedir. Bu nedenle şartlı esansiyel amino asittir. Enzimlerin aktif bölgesinde yer alır. Serin ve treonin gibi hem substrat bağlanması hem de kovalent modifikasyonda rol oynar. İki sisteinin -SH grupları okside olarak sistini oluştururlar. Sistinde, disülfid bağı (-S-S-) denilen kovalent bir çapraz bağ bulunur. Sistein suda çözünürken, sistin çözünmez. İdrar yollarında birikerek sistinüriye neden olur. Disülfid bağı protein katlanması ve birden çok zinciri olan proteinlerin bir arada durması için gereklidir. Sistein, kükürtlü bir protein olan kreatinde bulunur (49):



Şekil 2.16. Sistein Genel Formülü.

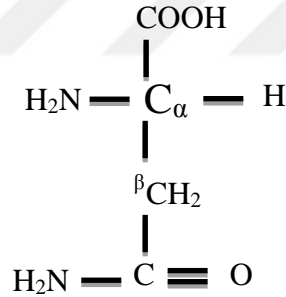
Asparagin (Asn- C₄H₈N₂O₃): Aspartik asidin amid türevidir. Yan zinciri ne asidik ne de baziktir ama polardır ve hidrojen bağı oluşumuna katılır.

Glikoproteinlerdeki karbonhidrat yan zinciri genellikle asparaginin amid grubu üzerinden bağlanır (49):



Şekil 2.17. Asparagin Genel Formülü.

Glutamin (Gln- C₅H₁₀N₂O₃): Glutamik asidin amididir. γ - amido azotu pürin ve pirimidin sentezinde kullanılır. Kanda amonyak taşınmasını ve dokuda tutulmasını sağlar. Böbreğe gelen glutaminden, tübülüs hücrelerinde glutaminazın kataliziyle amonyak açığa çıkar (49):



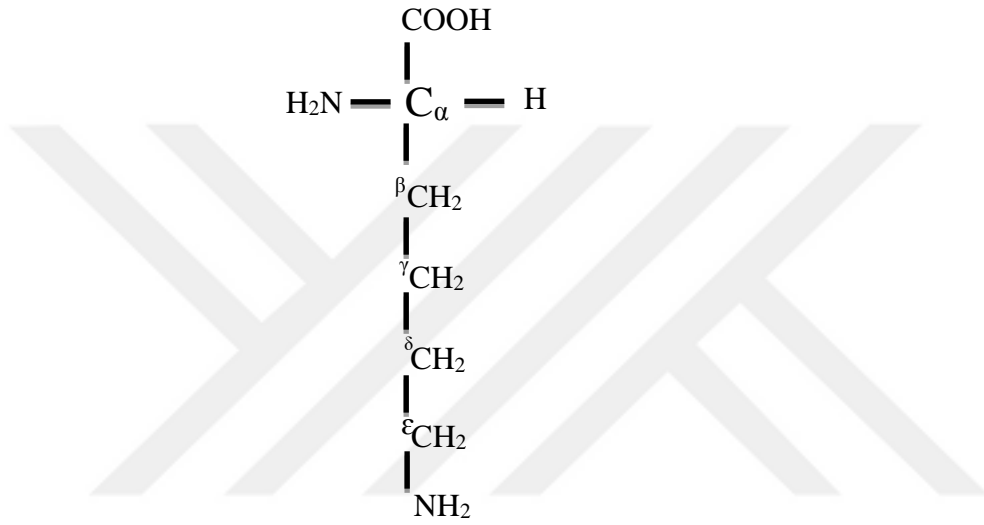
Şekil 2.18. Glutamin Genel Formülü.

Pozitif Yüklü (Bazik) R Grubu Amino Asitler

En hidrofilik R grupları pozitif ya da negatif yüklü olanlarıdır. pH 7.0'da pozitif yüklü R gruplarını barındıran amino asitler, alifatik zincirin ϵ pozisyonunda ikinci bir birincil amino grubu bulunan lizin, pozitif yüklü bir guanidyum grubu bulunan arginin ve aromatik bir imidazol grubu bulunan histidindir. Nötral pH'ya yakın pK_a 'lı iyonlaşabilen bir yan zincire sahip tek amino asit olarak histidin pH 7.0'da pozitif yüklü

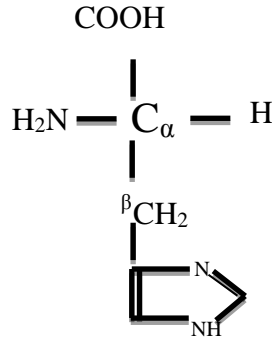
(protonlanmış hal) veya yüksüz olabilir. His kalıntıları proton vericileri/alıcıları gibi davranarak enzim katalizli birçok tepkimeyi hızlandırabilir (63).

Lizin (Lys- C₆H₁₄N₂O₂): Asidik amino asitlerin negatif yüklü gruplarıyla iyonik bağ yapar. Esansiyel amino asittir. Kollajende lizin ve hidroksilizin, elastinde lizin bulunur. Her iki proteinin yapısında da özel çapraz bağ oluşumuna katılırlar. Elastin yapısında lizinler arasında kurulan özel çapraz bağlara dezmozin ve izodezmozin denir. Lizinler arasında bir diğer çapraz bağlanma örneği fibrin oluşumudur (49):



Şekil 2.19. Lizin Genel Formülü.

Histidin (His-C₆H₉N₃O₂): Aromatik imidazol halkası taşır. Bir proteinin yapısına girdiğinde iyonik çevrenin özelliğine göre pozitif yüklenebilir. Bu özellik asit baz düzenlenmesinde hemoglobinin tamponlama işlevi için önemlidir. Hemoglobin ve myoglobinin oksijenle yaptığı bağ, yapıda bulunan histidinleri güçlendirir. Histidin dekarboksilasyonu ile histamin oluşur (49):



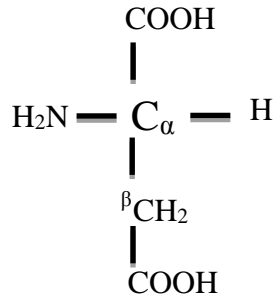
Şekil 2.20. Histidin Genel Formülü.

Arginin (Arg-C₆H₁₄N₄O₂): Bazik proteinlerin yapısında bulunan bir amino asittir. Nitrik oksit sentezinde kullanılmaktadır. Kreatin sentezinde glisin ve SAM ile birlikte kullanılmaktadır. Poliaminlerin sentezi (spermin ve spermidin) SAM ile birlikte argininden ayrılır. Arginin üre döngüsü sırasında da üretilir. Döngünün 5. basamağında ornitine dönüşür (49).

Negatif Yüklü (Asidik) R Grubu Amino Asitler

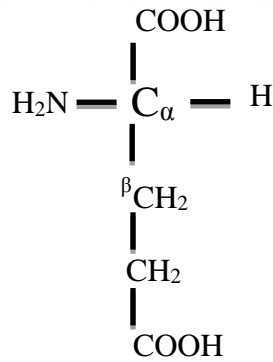
pH 7.0'da net negatif yüklü R gruplarına sahip iki amino asit aspartat ve glutamattır. Bu amino asitler ikinci bir karboksil grubuna sahiptir (63).

Aspartik Asit (Asp-C₄H₇NO₄): Yan zincirinde ikinci bir karboksil grubu (-CH₂COOH) taşır. Fizyolojik pH'da iyonize ve negatif yüklüdür. Bu formuna aspartat denir. Aspartatın yapısında bulunan anyonik karboksilat (COO-) grupları, suda çözünen proteinlerin yüzeyinde bulunmaktadır. Aspartik asit enzimlerin yapısında metal iyonu tutucusu olarak görev yapar. Üre sentezinde kullanılır. Pirin ve pirimidin sentezinde kullanılır. Aspartat aminotransferazın katalizlediği transaminasyon reaksiyonu sayesinde, amino asit ve karbonhidrat metabolizması arasında bağlantı kurar. Karbonhidrat metabolizmasında oksaloasetata dönüşerek kullanılır. Eksitatuvar bir nörotransmitterdir (62):



Şekil 2.21. Aspartik Asit Genel Formülü.

Glutamik Asit (Glu-C₅H₉NO₄): Yan zincirinde bir karboksil grubu (-CH₂CH₂COOH) daha bulunur. Fizyolojik pH'da iyonize durumdadır. Bu anyonik formuna glutamat denir. γ - karboksiglutammat (yan zincirinde 2 karboksil) olarak faktör II, VII, IX ve X ile osteokalsinin yapısında kalsiyum iyonu tutucusu olarak yer almaktadır. Beyinde ana nörotransmitterdir. Glutamattan sentezlenen GABA ise inhibitör bir nörotransmitterdir (62):



Şekil 2.22. Glutamik Asit Genel Formülü.

2.3. Futbol Metabolizması

2.3.1. Enerji Metabolizması

Futbol bir anlamda, interval spor olarak kabul edilmektedir. Aerobik ve anaerobik egzersizlerin birlikte ve art arda kullanıldığı, kuvvet, sürat, dayanıklılık, esneklik, koordinasyon, çabukluk ve denge gibi faktörlerin iç içe olduğu bir spor dalıdır.

Bir futbol maçı esnasında oyuncuların her birinin farklı aktiviteleri yerine getirdikleri, orta saha oyuncularının yaklaşık 11.4 km, defans oyuncularının 10.1 km, forvet oyuncularının ise 10.5 km'lik mesafeyi kat ettikleri belirlenmiştir. Futbolcular maç süresince % 17.01 ayakta durma, % 40.4 yürüme, % 35.1 düşük şiddetli koşu, % 8.1 yüksek tempoda koşu, % 0.7 yüksek tempoda sprint gibi koşu, ikili mücadele, kafa ve ayak vuruşları, top sürme, sıçrama ve dönüşler gibi farklı aktiviteleri yerine getirmektedir. Maç süresince futbolcular koşulan mesafenin yaklaşık % 98'ini topsuz kat etmektedir. Maçın önemli bir bölümü topsuz ve düşük-orta şiddetli koşularla geçse de yüksek şiddetli kısa süreli ve kısa mesafeli eforlar da söz konusudur(8):

Tablo 2.2. Çeşitli Aktivitelere Kat Edilen Mesafe ve Süre (8).

	Katedilen Mesafe	Süre
Durmak	-	15.4
Yürümek	2614	35.3
Jogging	3614	22.1
Normal Koşu	1480	6.3
Sprint	1191	4.1

Enerji üretimi açısından bu egzersizlerin metabolik temelleri farklılık göstermektedir. Düşük şiddetli uzun süreli egzersizlerde aerobik enerji üretimi söz konusu iken, kısa süreli yüksek şiddetli egzersizlerde ise anaerobik enerji üretimi söz konusudur (8):

Tablo 2.3. Futbol ve Aerobik-Anaerobik Enerji Üretim Mekanizmaları (8).

	ENERJİ ÜRETİMİ		
	ATP - PC + LA	LA + O ₂	O ₂
Kaleci, Forvet	80	20	-
Defans, Orta Saha	60	20	20

Futbol oyunu içerisinde meydana gelen egzersizlerin daha çok anaerobik içerikli olarak görülse de 90 dakika boyunca maçın sürmesi aerobik kapasitesiteyi de değerli kılmaktadır(8).

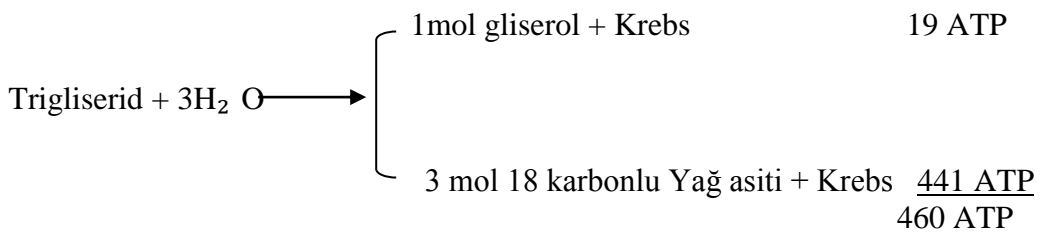
Futbolda kısa süreli sprintler, yön değiştirmeler, ani vuruşlar, kafa vuruşu, sıçrama ve topa vurma gibi kısa sürede ve yüksek şiddette meydana gelen anaerobik enerji ile ilgili hareketlerde sıklıkla meydana gelmektedir. Bir futbol maçında 40 kez sprint, 15-20 mt. ve 60-90 saniye aralıklı sprintler ve sıçramaların meydana geldiği de düşünülürse anaerobik metabolizmanın ve futbolcunun anaerobik gücünün yüksek olması zorunluluğu önem kazanmaktadır (8).

Futbol antrenmanlarının ve maç sürelerinin uzunluğu sebebi ile yağ ve protein oksidasyonu yolu ile de enerji ihtiyacı karşılanmaktadır. Yağlar yetişkin bir erkekte 90.000-110.000 kcal'lik enerjiyi sağlayabilirken, karbonhidratlar 2.000 kcal'lik bir düzeye sahiptir. Yağlar organizmada fosfolipit, kolesterol ve trigliseridler şeklinde bulunsa da temel enerji kaynağı trigliseridlerdir ve yağ hücrelerinde depo edilmektedirler (20):

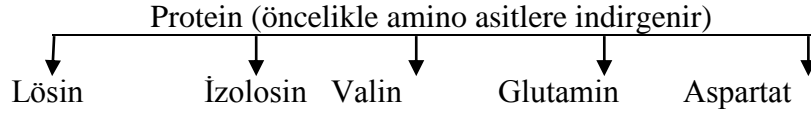


Depo yağlar adipozdan difüzyonla dolaşıma katılır. Plazmada albümine bağlanarak serbest yağ asitleri halini aldıktan sonra, aktif hücreye gelerek enerji için metabolizmaya uğrarlar. Antrenmanın süre ve şiddetine, futbolcunun performans şekline düzeyine göre egzersizde enerji ihtiyacının %30-%80'i kadarı yağlardan sağlanılır (20).

Beta Oksidasyonu



Dayanıklılık tipi egzersizlerde ve çok yoğun antrenmanlarda proteinin oksidasyonuna ihtiyaç duyulabilir (20):



Deaminasyon ile aminoasitlerin nitrojeni uzaklaştırılır. Örneğin; Alanine, amino grubunu kaybeder ve bir çift O₂ ile piruvik asite indirgenir (20).

Alanin	—————→	Piruvik asite,
Glutamine	—————→	Alfa ketoglurik asite,
Aspartat	—————→	Oxaloasetik asite

indirgenir ve krebs çemberine girerek, enerji için oksidasyona uğramaktadır (20).

2.3.2. Organizmaya Etkileri

Futbol antrenmanları enerji taleplerini karşılamak ve vücudun hemostazını korumak için çok fazla fizyolojik adaptasyon gerektirir. Yoğun egzersiz sırasında meydana gelen ana fizyolojik değişiklikler şunlardır; koordineli kas kasılmaları, glikoz ve yağ asidi oksidasyonu, glukagon depolarının kullanımının artması, oksidatif fosforilasyon, kaslar dahil olmak üzere farklı dokularda mitokondriyal biyogenez, elektrolit ve sıcaklık dengelemesi, üretimi artmış ROS ve reaktif oksijen azot türleri (RONS)'dir (70).

Kaslar genellikle 3 antrenman şekline tabi tutulurlar. Kuvvet, sürat ve dayanıklılığı geliştirmeye yönelik antrenmanlar. Futbol antrenmanları sonucunda kasların hipertrofiye uğrayarak liflerin enine kesit alanlarında artışın meydana geldiği, bu artışında kas kuvvetine olumlu yönde yansıtılabilmektedir. Kasların her cm'si başına 4-6 kg'lık bir kuvveti kaldırabileceği bilinmektedir (8).

Ancak yapılan futbol antrenmanları sonucunda, üst düzeydeki futbolcularda bunun 8-10 kg'lık bir düzeye ulaşabileceği buna da sebep olan faktörlerin kasta meydana gelen hacimsel kalınlaşma (hipertrofi) kasın kasılma hızı, frekansı ve uyarının şiddetinde meydana gelen artışların olduğu bilinmektedir. Ayrıca futbol antrenmanlarında kontraktıl proteinlerde, lif başına düşen kılcal damar sayılarında, tendon ve bağ dokuların kuvvetlerinde ve kas liflerinin boyuna bölünmeyle (hiperplazi)

kas lif sayısında meydana gelen artışların, kuvvet gelişimine neden olduğu bildirilmektedir (8).

Futbol antrenmanları ile kas liflerinin birbirine dönüşmediği Tip II (beyaz hızlı kasılan) liflerin hacimlerinde meydana gelen gelişmelerle birlikte miyojenik (kasla) ve nörojenik (sinirsel) faktörlerin kuvveti arttırdığını görmekteyiz. Dayanıklılık antrenmanlarında ise Tip I (kırmızı-yavaş kasılan) liflerin kesit alanının rölatif artışının (hipertrofi) meydana geldiği bilimsel çalışmalarla belirlenmiştir (8).

Hücrede enerji talebini karşılama rolünü üstlenen mitokondridir. Dayanıklılık egzersizinde mitokondrilerin büyüklüğü, şekli ve sayısı yüksek sıcaklık, beslenme ve hormonlar gibi fizyolojik uyarılara bağlıdır (71).

Hücrede aerobik egzersiz kas oksidasyon kapasitesini, egzersiz toleransını arttırdığı gibi kas mitokondri miktarını ve kalitesini de artırır (72).

Mitokondri, elektron taşıma zinciri (ETC) tarafından iki zarin iç kısmında üretilen elektrokimyasal gradyanı kullanarak büyük miktarda ATP'nin üretildiği TCA döngüsü ve oksidatif fosforilasyonun (OXPHOS) gerçekleştiği bölgedir. Metabolizmadaki diğer rolleri; yağ asidi ve amino asit metabolizması, hormon, hem ve demir sülfür kümelerinin biyosentezidir (73).

Mitokondriyal stres, farklı stres sinyallerini ortaya çıkaran birçok şekilde ortaya çıkabilir. Azalan OXPHOS kapasitesi veya değiştirilmiş ETC fonksiyonu, enerji yoksunluğu (ATP), değiştirilmiş mitokondriyal ROS üretimi veya spesifik stres sinyali tepkilerini ortaya çıkaran mitokondriyal membran potansiyelinin kaybı ile sonuçlanır. ROS üretiminin ana bölgeleri olarak mitokondri de oksidatif hasar ve strese eğilimlidir (73).

Egzersiz her zaman redoks dengesinde daha fazla okside olmuş bir duruma doğru geçici bir değişimi tetikler. Çünkü iskelet kası hücreleri sürekli olarak artan oksijen tüketimini içeren metabolik işlemlerin bir parçası olarak ROS ve Reaktif Nitrojen Türleri (RNS) üretir. Oksidatif stres dengesini egzersiz süresi, yoğunluğu ve egzersiz şekli etkilemektedir. Bu durum aynı zamanda yaşa, cinsiyete, bireysel uygunluk seviyelerine ve beslenme durumuna da bağlıdır. Anaerobik metabolizma fazla

miktarda ROS ve RNS oluşumunu tetikler. İmmun hücrelerin fagositik aktivitesine bağlı olarak proteinlere ve DNA'ya oksidatif hasar verir. Bu olaylar insan vücudunda değişen derecelerde mekanik ve metabolik strese neden olur (74).

ROS, oksijenlerden türetilen, hücre bileşenleri ile hızlı bir şekilde reaksiyona girme kabiliyetine sahip, lipitlere, proteinlere, karbonhidratlara, nükleik asitlere zarar veren hücrel mekanizmaları bozan radikaller ve radikal olmayan bileşikler olarak tanımlanır (75).

Süperoksit, ROS kademesinin ana molekülüdür ve kas dokusunda birden fazla bölgede üretilebilir. Bunlar arasında mitokondriyal ETC'nin yarı kinonları, nikotinamid adenin dinükleotit fosfat (NAD (P)H) oksidoz ve ksantin oksidaz bulunur. İskelet kasları dinlenme koşullarında düşük seviyelerde süperoksit, hidrojen peroksit ve hidroksil radikalleri üretir. Tekrarlayan kasılmalar, sitozolik, intertisyal ve intravasküler kompartmanlardaki ROS içeriğini artırır. ROS biyoyararlanımı, kastaki endojen antioksidanlar tarafından tamponlanır. Bunlar ROS'a özgü iki enzim içerir. Bu enzimler, süperoksit anyonlarını seçici bir şekilde parçalayan süperoksit dismutaz (SOD) ve hidrojen peroksiti seçici olarak inaktive eden katalaz enzimidir. Kastaki ana anti oksidan yolu, bir dizi oksidan türünü tamponlamak için tiyol döngüsü kullanan glutatyon/ glutatyon peroksidaz sistemidir. Bu koruyucu mekanizmalara rağmen yüksek ROS üretim oranları, miyofibrillerin antioksidan kapasitesini aşabilir. Bu durum oksidatif stresi artırır ve kas kasılma kuvvetini azaltır (76).

Kısa süreli yüksek yoğunluklu egzersiz hızla kas yorgunluğuna yol açar. Egzersize bağlı yorgunlukta rol oynayan mekanizma, laktat gibi metabolitlerin konsantrasyonunda büyük değişikliklere yol açan lif asidozu ve ATP'nin tükenmesidir (77). Laktat glikoliz yan ürünü olarak son derece dinamik bir metabolittir. Laktat, hem heksokinaz hem de fosfofruktokinaz enzimlerinin (PFK) aktivitesini azaltarak kas glikolizini de azaltmaktadır (78).

2.3.3. Futbolcularda Ergojenik Yardımcılar

Yasal sınırlar içinde çalışmayı tercih eden futbolcular performans arttırımı için beslenme ve diyet takviye ürünlerine yönelmektedir. Diyet takviyesi; diyeti

desteklemek amacıyla tüketilen vitaminler, mineraller, şifalı bitkiler, amino asitler veya bunların bileşeni olan besin maddelerinin tüketilmesidir (79).

Futbolcular tarafından tüketilen en popüler takviyeler; vitamin ve mineraller, enerji içecekleri ve protein takviyeleridir. Bu ürünlerin kullanım sebebi, performans artışı, beslenme yetersizliklerinin önlenmesi, daha iyi fiziksel görünüm, bağışıklık sistemi gelişimi, antrenman ve maç esnasında yaralanmalardan korunmadır. Yaygınlık sırasına göre en çok kullanılan takviyeler şunlardır; Protein tozları -%66, izotonik spor içecekleri %49, kreatin %38, geri kazanım içecekleri %35, multivitaminler %31 ve C vitamini %25'tir. Piyasada hazır olarak ambalaj içinde satılan besin takviye ürünlerinde; üretim işleme veya ambalajlama sırasında kontamine olarak azda olsa yasaklanmış madde içerdiği tespit edilmiştir (80). Bu sebeple besin takviye ürünlerinin bitkisel ve hayvansal kaynaklı, doğal ürünlerden sağlanması daha sağlıklı bir tercih olmaktadır.

Protein Tozları: Protein ihtiyacı azot dengesinin sağlanmasına göre belirlenir. Normal bireylerde azot dengesinin sağlanması için önerilen protein miktarı kilogram başına 0,8 gr'dir. Futbolcularda bu önerilen miktarın üstünde gereksinim duyarlar (26). Kaslardaki protein oranını koruyabilmek için günlük kullanılan protein kadar alınması gereklidir. Günlük kas çalışmasındaki artışla birlikte protein gereksinimi de artar; özellikle kuvvet gerektiren spor dallarındaki sporcuların birçoğu protein gereksinimlerini protein tozları olarak karşılama eğilimindedirler (9).

Konsantre olarak hazırlanmış protein tozları %90 oranında protein içermelerine karşın yağ ve kolesterol oranları düşüktür. Protein tozlarının kullanımı pratik çözüm olarak düşünülebilir. Ancak futbolcunun günlük protein gereksinimi ve enerji dengesini bozmayacak şekilde planlanması gerekmektedir. Çünkü gerektiğinden fazla alınan protein yağ olarak depolanmaktadır. Bununla birlikte protein bakımından zengin besin maddelerinin tüketilmesi hem vücut kas kitlesinin artışına hemde proteinlerin yıkımından sonra ortaya çıkan amino asitlerin tekrar kullanılabilir olması doğal kaynakların bu konudaki üstünlüğünü doğrulamaktadır (9).

Sporcu İçecekleri: Antrenman esnasında vücut terin buharlaşması sayesinde ısı salıverir. Terleme bir futbol maçı esnasında bir futbolcu için 2-3 litre olabilecek bir sıvı kaybına neden olur. Vücut sıvısının kaybı, kan miktarında bir azalmaya neden olacaktır.

Sonuç olarak kalp, her kasılmadan önce tamamıyla dolamayacak ve bunu karşılamak için daha sık olarak atmak zorunda kalacaktır. Vücutta bulunan su miktarındaki azalma antrenman esnasında normalden daha fazla vücut ısısının artmasına da neden olacaktır. Çünkü artan ısıyı deriye aktaracak daha az kan vardır. Bütün bu değişiklikler futbolcu performansını olumsuz yönde etkilemektedir (8).

Sporcu içeceklerinin ana bileşenleri kafein, taurin, glukuronolakton, B vitaminleri, guarana, ginseng, ginkgo biloba, L-karnitin, şekerler, antioksidanlar ve bazı mineralleridir (81).

Bir maç esnasında kaslar derece derece kandan glukoz alırlar. Bu durum kanın glukoz konsantrasyonunu azaltır. Bu durum maçın sonuna doğru yorgunluğa neden olan faktör olabilmektedir. Bu sebeple sporcu içeceklerinin en önemli özelliği glukoz konsantrasyonlarının yüksek olmasıdır (8).

İçerisinde glukoz bileşikleri bulunan bu tür içecekler bir saatten uzun süren ve dayanıklılık gerektiren antrenmanlarda yorgunluk geciktirici etki göstermektedir. Bu içecekler hem kaslara yakıt sağlamakta hemde vücudun sıvı kaybını karşılamaktadır (9).

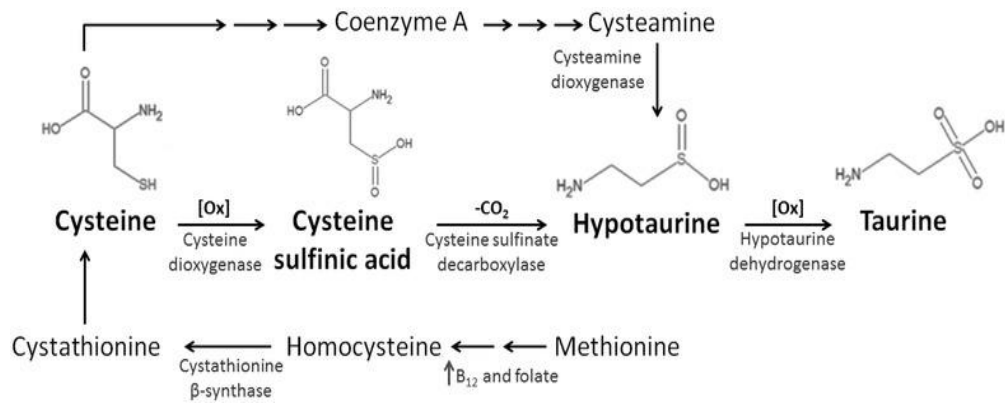
Sporcu içeceklerinin bileşenlerinden futbolcu performansına ve amino asit metabolizmasına olumlu katkıda bulunan diğer bileşenlerin taurin ve L-Karnitin olduğu bilinmektedir (81).

Kreatin: Kreatin, kasta bulunan azotlu bir organik bileşiktir. Besin takviyesi olarak kreatin, sıvılarda kolayca çözünen ve kreatin monohidrat olarak veya fosforla bir kombinasyon halinde pazarlanan tatsız, kristalimsi bir tozdur. Kreatinin % 95'i iskelet kasında bulunur. Üçte ikisi fosforile edilmiş bir formda ve üçte biri serbest kreatin olarak depolanır. Kreatin, iskelet kası kasılması için bir enerji substratı olarak hizmet eder. Kreatin, karaciğerde, böbreklerde ve daha az miktarda pankreasta bulunur. Günde 1 gramda endojen olarak üretilir. Mevcut kreatinin geri kalan kısmı, esansiyel (arginin, metiyonin) ve esansiyel olmayan (glisin) amino asitlerden sentezlenerek diyet yoluyla tüketilir. Kreatin takviyesinin amacı, performansı arttırmak, yorgunluğu ertelemek ve serbest kreatindeki fosfokreatin seviyelerini artırmaktır (82).

Vitaminler: Vitaminler organizmada enerji kaynağı olarak kullanılmamaktadır. Fizyolojik fonksiyonları yerine getiren vitamin ve minerallerin diyetle alınması gerekmektedir. Fazladan alınan vitaminlerin vücutta aşırı birikerek toksik etkilere sebep olduğu belirtilmektedir. Futbolcularda vitamin eksikliği yaygın olarak görülmemektedir. Bu sebeple tabletler şeklinde takviye olarak kullanılmasına gerek bulunmamaktadır. Yapılan çalışmalar vitamin tabletlerinin sporcu performansını artırıcı etkisinin olmadığını göstermektedir (8).

Taurin

Taurin β karbonunda bir amino grubu ve karboksil grubu yerine sulfonik asit taşır (49). Taurin (2-aminoetan-sülfonik asit), protein sentezi için kullanılmayan ve bu nedenle aspartatın en bol olduğu karaciğerin haricinde, dokularda en bol bulunan kükürt içeren bir amino asittir. Taurin özellikle beyin, kalp ve iskelet kası gibi uyarılabilir dokularda yüksek seviyelerde bulunur. Endojen sentez, sistein sülfirik asit yolu ile karaciğerde gerçekleşir. Metabolik reaksiyon, sistein sülfhidril grubunun, sistein dioksijenaz enzimi tarafından sistein sülfirik aside oksidasyonundan oluşur. Sistein sülfirik asit daha sonra sistein sülfirik dekarboksilaz tarafından hipotaurine dekarboksilat elde edilir. Taurin, henüz net olmayan bir spontan veya enzimatik oksidasyon (hipotaurin dehidrogenaz ile) ile hipotaurinin elde edilmesiyle oluşur (83):



Şekil 2.23. Taurin Metabolizması (83).

Taurinin endojen sentezi, beslenme durumuna, protein alım miktarına ve sistein mevcudiyeti açısından da bireyler arasında oldukça değişkendir. Sisteinin mevcudiyeti,

homosistein ve metiyonin arasındaki folik asit, B12 vitamini ve metiltetrahidrofolat redüktaz enziminin etkinliği ile homosistein ve metiyonin arasındaki metabolik dengeye büyük ölçüde bağlıdır(83).

İskelet kası, TauT aktivitesi ile vücudun en fazla taurin miktarını konsantre edebilen dokulardan biridir. Sarkoplazmik retikulum ile kalsiyum alımını sağlayarak kalsiyum homeostazını sürdürmek için gerekli olduğu öngörülmektedir (83).

Taurin, safra asidi konjugasyonu ve kolestaz önleme dahil birçok biyolojik ve fizyolojik fonksiyona sahiptir. Bu fonksiyonları; antiaritmik, inotropik ve kronotropik etkiler; merkezi sinir sistemi nöromodülasyonu; retina gelişimi ve işlevi; endokrin veya metabolik etkiler ve antioksidan ve antiinflamatuvar özellikler olarak sıralanabilir. Taurin ayrıca hücre zarı stabilizasyonuna, osmoregülasyona ve detoksifikasyona yardımcı olur (81).

L- Karnitin

L-karnitin enerji metabolizması için zorunlu doğal bir maddedir. Uzun süren egzersizlerde uzun zincirli yağ asitlerinin B-oksidasyonu için mitokondriye taşınması karnitin aracılığı ile gerçekleşir. Glikozun oksidatif kullanımını himaye eder ve fazla amino asit oluşumunu engeller. Mitokondri zarında ATP-ADP değişiminin devamlılığına yardımcı olur. L-karnitin, enerji metabolizmasında rol oynayan hidrofilik bir kuaterner amindir (3-hidroksi-4- N - trimetilaminobutirat)(84).

L-karnitin hücre ve dokularda açıl karnitin ve serbest karnitin olmak üzere her iki şekilde mevcuttur. L-karnitin memeli türlerde doğal olarak oluşan endojen bir bileşiktir. İnsanlar karnitin ihtiyacını besinlerden özellikle et ve süt ürünlerinden ve endojen olarak lizin ve metiyoninden karaciğer ve böbreklerde sentezleyerek temin etmektedirler (85).

L-karnitin lipid metabolizmasında ve enerji üretiminde önemli bir rol oynamaktadır. Uzun zincir yağ asitleri ve koenzim A esterleri mitokondri membranından kendiliğinden geçememektedir. Karnitin, açilkarnitin haline gelerek bu geçiş mekanizmasının taşıyıcısı olmaktadır (85).

Mitokondriyal yağ asidi oksidasyonu özellikle kalp ve iskelet kasları için temel enerji kaynağıdır. Bu bileşiklerde depolanan enerji serbest kalır ve mitokondriyal matrikste beta oksidasyon sırasında ATP olarak muhafaza edilir. Mitokondrinin iç membranı uzun zincirli yağ asitlerine karşı geçirgen olmadığı için taşınma olayı L-karnitin aracılığıyla gerçekleşir (85).

Futbolcu beslenmesinde ergojenik bir yardımcı olarak karnitinin oral alımı desteklenmiştir. Kas karnitin içeriğinin artması kas yağ oksidasyonunu artırmakta ve kas glikojen tükenmesini geciktirmektedir (86).

Futbolcularda idmana bağlı kas hasarı ve ağrı hem yaşam kalitesini azaltabilir hem de ileri idman performansını sınırlayabilir. L-karnitin enerji performansı üzerine etkilerinin yanı sıra farklı mekanizmalar yoluyla idman sonrası toparlanmaya ve iyileşmeye yardımcı olduğu görülmüştür (87).

2.4. Metabolomik

Metabolomik; belirli bir zaman diliminde dokularda, hücrelerde ve fizyolojik sıvılarda lipid, karbohidratlar, vitaminler, hormonlar ve diğer hücre bileşenlerinden ortaya çıkan küçük moleküllü metabolitlerin yüksek verimli teknolojiler kullanılarak saptanması, miktarının belirlenmesi ve tanımlanmasıdır. Küçük moleküller peptitler, oligonükleotidler, şekerler, nükleozidler, organik asitler, ketonlar, aldehitler, aminler, amino asitler, lipitler, steroidler, alkaloidler ve ilaçlar, insanbakteri ürünleri gibi metabolitlerdir ve molekül ağırlıkları 1.500 Da'nın altındadır (88).

İnsandaki metabolitlerin sayısı tam olarak bilinmemektedir. En az 2000-3000 en fazla 20000 olabileceği tahmin edilmektedir. Metabolomik analizleri serum, idrar, beyin omurilik sıvısı, plazma, tükürük gibi vücut sıvılarında yapılabilir. Metabolomik hastalık belirleyicisi olan veya tedavi denetimini sağlayan metabolitleri belirlemeyi amaçlamaktadır (88).

Metabolomik biyolojik sistemlerdeki kimyasal reaksiyonların ürünleri ve substratları olan endojen ve eksojen molekülleri içeren küçük moleküllü bileşiklerin ölçümünü içermektedir. Bir metabolomik inceleme doğrudan bu metabolitlerin üretimine neden olan metabolik ağın aktivitesini yansıtır ve söz konusu sistemin altta yatan biyolojik durumu hakkında temel bilgiler verir (89). Metabolomik, hücrelerin

fizyolojik durumunun anlık görüntüsünü verebilir, bu da insanlara karmaşık bir biyolojik sistemin metabolik profilinin, olumsuz faktörler, çevresel değişiklikler veya diyet değişikliklerine fizyolojik adaptasyon gibi strese cevaben nasıl değiştiğini gösterir (90).

Egzersiz de metabolik adaptasyonlardan sorumlu ana organ olarak görev yapan iskelet kasıdır. Bu adaptasyon diğer sistemler üzerinde de etkiye sahiptir. Hücresel düzeyde, aerobik fiziksel aktivite, kas oksidasyon kapasitesini ve egzersiz toleransını arttıran kas mitokondri miktarını ve kalitesini artırır. Kas mitokondriyal biyogenez ve yeniden şekillenme genellikle glukoz ve lipid kontrolünde egzersize bağlı gelişmelere katkıda bulunacağı varsayılsada bu durumun moleküler temeli henüz aydınlatılamamıştır (91).

Fiziksel aktivitenin çeşitli biyokimyasal sınıflarda ve metabolik yollarda 11 metabolit ile ilişkili olduğu bilinmektedir. Özellikle, uzun süreli ve kuvvet gerektiren egzersizlerin, valin, lösin ve izölösün metabolizması yolu ve kan glikoz metabolizmasındaki karbonhidratlardaki düşük kan seviyeleri ile ilişkili olduğu tespit edilmiştir. BCAA'lar iskelet kasında okside olmaktadır. Egzersizin BCAA bozulmasında rol oynayan anahtar enzimleri aktive ettiği öne sürülmüştür. Ayrıca, BCAA katabolizmasının daha yüksek bir seviyesinin, aktif bir yaşam tarzıyla ilişkili bir metabolik fenotip olan daha verimli lipid metabolizmasının ve yağ asidi oksidasyonunun bir göstergesi olabileceği varsayılmıştır. BCAA yolundaki metabolitlere ek olarak, diğer iki amino asit olan glutamat ve 2-hidroksibutiratı (AHB) fiziksel aktivite ile ters ilişkili olduğu görülmüştür. Glutamat, BCAA metabolizması, sistein metabolizması ve trikarboksilik asit döngüsü gibi enerji düzenlemesi ve protein sentezinde kritik mekanizmalar dahil olmak üzere birçok biyokimyasal yolda bulunmaktadır (92).

Metabolomik Ölçüm Yöntemi

Kütle spektrometresi (MS) ve NMR spektroskopisi, metabolomikte en güçlü yöntemlerdir. Bunun nedeni, her iki yöntemin de ayrı ayrı moleküler türlerin benzersiz bir şekilde saptanması için mükemmel çözünürlük gücünden kaynaklanmaktadır (88).

NMR ve MS, aynı numuneden farklı metabolik profiller üretebilmektedir. Bu nedenle bunların kombinasyonları metabolomide çok değerli olabilmektedir. Böylece, tespit edilebilir metabolitlerin daha kapsamlı bir profili elde edilebilir (93).

Nükleer Manyetik Rezonans (NMR)

Düşük hassasiyetine rağmen, NMR spektroskopisi MS'e kıyasla birçok benzersiz avantaj sunmaktadır. NMR, biyolojik sıvılarda, hücre özütlerinde ve dokularda bulunan ve daha ayrıntılı bir numune hazırlama veya fraksiyonlamaya ihtiyaç duymadan daha bol miktarda bulunan bileşiklerin tümünü gözlemleme ve titizlikle ölçmek için kullanılan bir yöntemdir. NMR, iyonlaştırılması zor olan veya MS için türevlendirme gerektiren bileşikler için avantajlar sunar. NMR, farklı izotopomer dağılımlarına sahip olanlar dahil, aynı kütlelere sahip bileşiklerin tanımlanmasını sağlamaktadır. NMR, bilinmeyen bileşiklerin yapılarının belirlenmesinde dayanak noktasıdır. Stabil izotop etiketlerinin kullanılması ile NMR, metabolit dönüşümlerinin dinamiklerini ve mekanizmalarını aydınlatmak ve metabolik yolların bölümlenmesini tespit etmek için kullanılabilir (94).

NMR, NMR-aktif çekirdeklerin atomik çözünürlüğü hakkında bilgi sağlar. Bunlar doğal zenginlik olan ^1H , ^{13}C ve ^{31}P çekirdeğini ve ayrıca izotopik olarak zenginleştirilmiş metabolitlerde ^{13}C ve ^{15}N çekirdeğini içerir. Bu çekirdeklerin kimyasal kaymaları, kimyasal ortamları hakkında raporlama yapan spektrumdaki rezonans pozisyonlarını ve skaler J-kaplinleri, NMR piklerinin ince-bağlanmış spin-spin bağlantıları hakkında rapor veren ince yapısını tanımlar. Diğer parametreler T_1 ve T_2 'dir. Gevşeme süreleri ve nükleer overhauser etkisi, sıklıkla moleküler boyutla doğrudan ilişkili olan dönüş arası mesafeleri ve genel reoritasyonel difüzyon hızlarını yansıtan etkidir. Ek olarak, translasyonel difüzyon oranları, bir metabolitin boyutunu ve şeklini, darbeleri alan gradyanı bazlı metotlarla çıkarılabilir (88).

Kütle Spektrofotometresi (LC-MS/MS)

LC-MS, bir sıvı kromatografi ve kütle spektrometresi birleşimidir. Bir kütle spektrometresi tipik olarak üç ana bölümden oluşmaktadır. İyon kaynağı, kütle analizörü ve dedektör. İyon kaynağı örnek molekülleri iyonlara dönüştürürken, kütle

analizörü bu iyonları dedektör tarafından ölçülmeden önce bir uçuş zamanında tüpte veya elektromanyetik bir alanda çözer (95).

Elektrosprey iyonizasyonu (ESI), atmosferik basınç kimyasal iyonizasyonu (APCI), atmosferik basınç fotoyonizasyonu (APPI) ve hızlı atom bombardımanı (FAB) gibi iyon kaynakları için çeşitli seçenekler mevcuttur. Metabolitlerin farklı kimyasal özellikleri nedeniyle, biyolojik numuneyi, metabolom kapsamını maksimuma çıkarmak için m/z 50-1000 tarama aralığında hem + (pozitif), hem de - (negatif) iyonlaşma modlarında analiz etmek gerekir (95).

ESI, LC – MS tabanlı metabolomik çalışmalarda tercih edilen yöntemdir. Çünkü “yumuşak iyonlaşma” özelliği, çözelti içinde yük alışverişi yoluyla çok sayıda iyon üretir ve çoğu zaman ilk tanımlamaya yardımcı olan sağlam moleküler iyonlar oluşturur. APCI ve APPI ayrıca tipik olarak çok az veya hiç kaynak içi fragmentasyona neden olmaz ve yüksek tampon konsantrasyonlarına nispeten toleranslı olarak kabul edilir. Bu iyonlaşma yaklaşımları, ESI'ye, lipitler gibi polar olmayan ve termal olarak kararlı bileşiklerin analizi için kullanılabilir (95).

2.4.1. Protein ve Amino Asit Metabolizması

Proteinlerin öncelikli görevi biyosentez reaksiyonlarında, özellikle doku proteinlerinin sentezinde görev almaktır. Proteinler yakıt olarak kullanımları ikincil önemdedir (49).

Karaciğer ve böbrek, insanlarda amino asit metabolizmasının düzenlendiği organlardır. Besin maddeleri ile birlikte fazla miktarda tüketilen protein amino asit olarak depolanamaz ve atılamaz. Oksitlenerek karbonhidrat ve lipide dönüştürülür. Amino asitleri deaminasyonu sırasında, α -amino grubu açığa çıkar ve elde edilen karbon iskeleti ana metabolik bir ara ürüne dönüştürülür. Amino asitlerden gelen karbon iskeletinin çoğu pirüvat, asetil CoA veya TCA döngüsünün ara maddelerinden biri olarak metabolize edilir (96).

α -amino grubunun kaybı, oksidatif deaminasyon ve transdeaminasyon ile meydana gelir. Amino asitlerin çoğu aminotransferazlarla reaksiyona girerek kendi oksitlerine dönüşebilmektedir. İki amino asit (lisin ve treonin) dışındakilerin tümünün transaminasyona sahip olduğu görünmektedir (97).

Aminotransferazlar ve glutamat dehidrojenaz ile katalizlenen reaksiyonlarda 2-oksiasit sağlanır ve bu durum dengeye yakındır. Reaksiyon tersine çevrilerek amino asit sentezlenebilir ve bozulabilir. Amino asit metabolizması, adenoine ek olarak, amonyağında çoğunu oluşturur. Birçok doku amonyağının toksisitesini tamponlamak için alanin veya glutamin olarak azot salgılar (97).

70 kg. ağırlığındaki normal bir erkekte kassız amino asit havuzu, taurin hariç yaklaşık 86,5 ve taurin dahil 121,5 g. olarak hesaplanmıştır (96). Kas dokularında taurin, bir membran stabilizatörü ve Ca^{+2} 'nin bir modülatörü olarak görev yapar (97).

Kastaki amino asit oksidasyonu kayda değer miktarda ATP oluşumuna yol açar. Kas amino asitler için yaygın bir birleşim varsayılırsa, amino asitlerin denatürasyonu toplam bakiyesi: 1mol amino asit+ 5 mol $O_2 \rightarrow 0,70$ mol üre + 4,11 mol CO_2 + 0,34 mol SO_4^{-2} + 22,19 mol ATP kullanılarak yürütüldü. Bu denklem aynı zamanda karaciğerde yaklaşık 0,4 mol eşdeğer glikoz oluşturulabileceğini veya 110 gram karışık amino asitlerden 72 gr olduğunu belirtir. Lösin, izölösin ve valinin tam oksidasyonu, amino asit başına sırasıyla 43,42 ve 32 mol ATP verir. Bununla birlikte P/O oranı, yağlar için 2,8, glikojen için 3.1'e kıyasla amino asitler için 2.4'tür. Dolayısıyla amino asitler maksimum güç üretimi için iyi bir kaynak değildir (97).

Mukopolisakkaridoz (MPS) ve yıkımı, protein sentezinin translasyonunun başlaması aktivasyonunu destekleyen sarkolemma reseptörleri ve sarkoplazmik efektörler üzerinde etkili olan hormonal ve beslenme faktörleri tarafından düzenlenir (98).

Vücut protein metabolizmasına etki eden dört hormon bilinmektedir. Bunlar; insülin, insülin benzeri büyüme faktörü -1 (IGF-1), testesteron ve Growth hormonu (GH)'tır. Orta ile yüksek yoğunlukta ve hacimde direnç egzersizinin IGF-1, testesteron ve GH'in kan salınımını tetiklediği bilinmektedir (99).

Kas kasılması ile indüklenen iskelet kası liflerinin mekanik deformasyonu, sarkoplazmada yer alan çeşitli sinyalleri uyarır (100). Gen ekspresyonu üzerine etki yapan düzenleyiciler arasında amino asitler, AMP ile aktive olan AMPK, mitojenle aktive olan protein kinaz (MAPK) ve ribozomal S6 protein kinaz 1 (S6K1) bulunmaktadır (101).

EAA, olan lösin ve glutamin, protein sentezin başlatılmasını teşvik etmek için birkaç kinaz üzerinde etki eder (102).

Şiddetli fiziksel egzersizin bütün protein parçalanma oranında artış ve sentez hızında azalmaya sebep olduğu bilinmektedir (103).

Egzersiz sonrası beslenme koşulu, miyofibriller proteinlerinin ökaryotik başlatılmasına yol açan farklı sinyallerin fosforilasyonunu artırır. Bu akut etkiler, 24 saatlik kas protein dengesinde olumlu değişikliklere katkıda bulunur (97).

2.4.2. L- Karnitin Metabolizması

L-karnitin endojen olarak vücut tarafından esansiyel amino asitlerden (lizin, metiyonin) sentezlenen yada oksijen olarak hayvansal besinlerden alınan karnitin % 95'i kalp ve iskelet kasındadır. Yüksek karnitin içeriği bu kasların enerji gereksinimlerini genellikle serbest yağ asitlerinin oksidasyonundan elde etmelerinden kaynaklanmaktadır. Karnitin ayrıca amino asitlerin metabolizmasından türetilen asil kalıntıları bağlar ve bunların bir temizleyici olarak işlev görmelerine yardımcı olur (84).

Yağ asitlerinin oksidasyonu, insanlarda önemli bir enerji kaynağıdır. Uzun süren açlık durumlarında yağ asitleri karaciğerdeki oksidasyon, kalp kası ve iskelet kası yoluyla enerji üretimi için baskın substrata dönüşür. Hücreler enerjiye ihtiyaç duyduğunda asil-CoA'lar lipid homeostazını korumak için birlikte çalışan mitokondri ve peroksizomlara taşınabilir. Mitokondrial membrandan asetil-CoA'lar geçemez. Yağ asitleri mitokondriye girmek için karnitine bağlanmalıdır. Karnitin, kalp, kas ve böbrekte yüksek afiniteli organik katyon taşıyıcı 2 (OCTNZ) karnitin taşıyıcı tarafından hücre içinde birikir. Karnitin, dış mitokondriyal zarın iç cephesinde bulunan asil karnitinler ile karnitin taşıyıcıya palmitol transferaz 1'in (CPT-1) etkisiyle uzun zincirli yağ asitleri ile yüksek enerjili bir ester bağı oluşturur. İntramitokondriyal uzun zincirli asil-CoA daha sonra okside edilir ve B oksidasyon yolu ile ayrılır (84).

Vücudun karnitin havuzunun % 95'inden fazlası iki ana metabolik rolü yerine getirdiği iskelet kası ile sınırlıdır. İlk olarak, mitokondriyal yağ asidi translokasyon karnitin, karnitin palmitoil-transferaz 1 (CPT1) için bir substrattır. İkincisi, yüksek yoğunluklu egzersiz sırasında, asetilkarnitin oluşumu, canlı bir serbest ko-enzim A

(CoASH) havuzunun bakımı için esastır. Böylece PDC ve TCA akışının devam etmesini sağlar. Bu nedenle oral karnitin beslenmesi ergojenik bir yardımcı olarak savunulmuştur. Temel sebebi kas karnitin içeriğinin arttırılmasının kas yağ oksidasyonunu artıracığı ve kas glikojen tükenmesini geciktireceğidir (104).

Kalp ve kasta birikmesi; ergojenik yapısı ve enerji metabolizmasındaki rolü nedeniyle, karnitin takviyesinin, egzersiz kapasitesini arttırdığı ve egzersiz sonrası toparlanmayı hızlandırdığı görülmüştür (105).

C2 (Asetil Karnitin- $C_9H_{17}NO_4$): Asetilkarnitin, Acetyl Coa'nın, FATTY asitlerinin oksidasyonu sırasında memeli mitokondria'nın matrislerine hareketini kolaylaştıran bir karnitin asetik asit esteridir (106).

C3 (propionil Karnitin- $C_{10}H_{19}NO_4$): Propionilkarnitin, Metilmalonil-CoA mutaz (MUT) eksikliği olan hastaların idrarında (Metilmalonik asitle birlikte) bol miktarda bulunur. MUT, metilmalonil-CoA'nın süksinil-CoA'ya (OMIM 609058) izomerizasyonunu katalize eden bir mitokondriyal enzimdir. Propionilkarnitin, doğuştan bir metabolizma hatası olan propiyonik asidemi ile ilişkili olduğu bulunmuştur (106).

C4 (bütil Karnitin- $C_{11}H_{21}NO_4$): Aynı zamanda (3R) -3- (butiriloksi) -4- (trimetilammonio) bütanoat veya L-karnitin butiril ester olarak da bilinen butirilkarnitin, asilkarnitinlerin bir üyesi olarak sınıflandırılır. Asilkarnitinler, bir ester bağı ile karnitine bağlı karboksilik asit ile bir yağ asidi içeren organik bileşiklerdir. Butirilkarnitin pratik olarak çözünmez (su içinde) ve asidik olduğu kabul edilir. Butirilkarnitin, kısa zincirli asil-CoA dehidrogenaz (SCAD) eksikliği olan hastalarda, akut asidozlu ve genelleştirilmiş kas güçsüzlüğü olan bebeklerde ve kasta lokalize kronik miyopatili orta yaşlı hastalarda yükselir (107).

C4DC (Metil Malonil Karnitin- $C_{11}H_{19}NO_6$): O-metilmalonil-L-karnitin pratikte çözünmez (su içinde) ve asidik olduğu kabul edilir. O-metilmalonil-L-karnitin, içinde belirtilen asil grubunun metilmalonil olduğu bir O-asil-L-karnitindir. Metabolit olarak bir rolü vardır. Metilmalonik asitten türetilir (107).

C5 (İsovaleril Karnitin- $C_{12}H_{23}NO_4$): İzovalerilkarnitin, merkezi sinir sistemine toksik olan izovalerik asit birikiminden kaynaklanan izovalerik asitemideki (OMIM 243500) fenotipik anormalliktir. İzovalerik asidemi, mitokondriyal enzim izovaleril- CoA dehidrogenaz (EC 1.3.99.10) eksikliği nedeniyle oluşan lösin metabolizmasının otozomal resesif doğuştan bir yanıdır, izvaleril-CoA türevlerinin birikmesine neden olur. İnsanlarda tanınan ilk organik asidemidir ve önemli morbidite ve mortaliteye neden olabilir. Protein kısıtlı bir diyetle erken tanı ve tedavi ve karnitin ve glisin takviyesi, ciddi şekilde etkilenen bireylerde normal gelişimi teşvik etmede etkilidir (107).

C5:1 (Tigilil Karnitin- $C_{12}H_{21}NO_4$): O-tigililkarnitin, asil sübstitüent olarak trans-2-metil-2-butenoil (tigilil) içeren bir O-asilkarnitin bileşimidir. İnsan metaboliti olarak bir rolü var. Bir tiglik asitten elde edilir. 2-etilasilloilkarnitininin bir tatomeridir (107).

C5OH (İsovaleril Karnitin- $C_{12}H_{23}NO_4$): İzovalerilkarnitin, merkezi sinir sistemine toksik olan izovalerik asit birikiminden kaynaklanan izovalerik asitemideki (OMIM 243500) fenotipik anormalliktir. İzovalerik asidemi, mitokondriyal enzim izovaleril-CoA dehidrogenaz (EC 1.3.99.10) eksikliği nedeniyle oluşan lösin metabolizmasının otozomal resesif doğuştan bir yanıdır, izvaleril-CoA türevlerinin birikmesine neden olur. İnsanlarda tanınan ilk organik asidemidir ve önemli morbidite ve mortaliteye neden olabilir (107).

C5DC (Glutaril Karnitin- $C_{12}H_{21}NO_6$): Glutaryl-karnitin, asil karnitinlerin bir üyesi olarak sınıflandırılır. Bu bileşikler, bir ester bağı ile karnitine bağlı karboksilik asit ile bir yağ asidi içeren organik bileşiklerdir. Glutaryl-karnitine pratik olarak çözünmez (su içinde) ve asidik olarak kabul edilir (107).

C6 (Hekzanoil Karnitin- $C_{13}H_{25}NO_4$): Heksanoilkarnitin bir açilkarnitindir. Asilkarnitinlerin üretimi ve atılımı ile karakterizedir (108).

C6DC (Adipil Karnitin- $C_{13}H_{23}NO_6$): O-Adipoilkarnitin, asil karnitinler olarak bilinen organik bileşikler sınıfına aittir. Bunlar, bir ester bağı ile karnitine bağlı karboksilik asit ile bir yağ asidi içeren organik bileşiklerdir (108).

C8 (Oktanoil Karnitin-C₁₅H₂₉NO₄): L-Oktanoilkarnitin, oktanoilkarnitinin fizyolojik olarak aktif formudur (PMID: 11274033). Oktanoilkarnitin, orta zincirli asil-CoA dehidrojenaz (MCAD) eksikliğinde tespit edilir. MCAD orta dereceli açlık, orta zincirli dikarboksilik asidüri, bozulmuş ketogenez ve düşük plazma ve doku karnitin düzeyleriyle tekrarlayan hipoglisemik koma ataklarına karşı toleranssızlık ile karakterizedir (OMIM 201450). L-Oktanoilkarnitinin ayrıca doğuştan metabolizma hataları olan çölyak hastalığı ve glutarik asidüri II ile de ilişkili olduğu bulunmuştur (108).

C8:1 (Oktenoil Karnitin-C₁₅H₂₇NO₄): Oktanoilkarnitin, oktanoilkarnitinin fizyolojik olarak aktif formudur (PMID: 11274033). Oktanoilkarnitin, orta zincirli asil-CoA dehidrojenaz (MCAD) eksikliğinde tespit edilir. MCAD orta dereceli açlık, orta zincirli dikarboksilik asidüri, bozulmuş ketogenez ve düşük plazma ve doku karnitin düzeyleriyle tekrarlayan hipoglisemik koma ataklarına karşı toleranssızlık ile karakterizedir (OMIM 201450). L-Oktanoilkarnitinin ayrıca doğuştan metabolizma hataları olan çölyak hastalığı ve glutarik asidüri II ile de ilişkili olduğu bulunmuştur(108).

C10 (Dekanoil Karnitin- C₁₇H₃₃NO₄): Dekanoilkarnitin, asilkarnitinler olarak bilinen bileşik sınıfının bir üyesidir. Asilkarnitinler, bir ester bağı ile karnitine bağlı karboksilik asit ile bir yağ asidi içeren organik bileşiklerdir. Dolayısıyla, dekanoilkarnitin bir yağ esteri lipit molekülü olduğu kabul edilir. Dekanoilkarnitin pratikte çözünmez (suda) ve zayıf asidik bir bileşiktir (pKa'sına göre).Dekanoilkarnitin kanda, dışkıda ve idrarda bulunur. Hücrenin içinde dekanoilkarnitin esasen zara yerleştirilir. Hücre dışı alanda da bulunabilir. Asilkarnitinler, yağ asidi oksidasyon bozuklukları ve orta zincirli asil-CoA dehidrojenaz (MCAD) eksikliği bozukluklarının biyokimyasal fenotipleri arasındaki farklılaşma gibi genetik bozuklukların tanısında yararlıdır (109).

C10:1 (Dekenoil Karnitin-C₁₇H₃₁NO₄): 9-dekenoilkarnitin, asil karnitinlerin bir üyesi olarak sınıflandırılır. Asil karnitinler, bir ester bağı ile karnitine bağlı karboksilik asit ile bir yağ asidi içeren organik bileşiklerdir. 9-dekenoilkarnitin pratik olarak çözünmez (su içinde) ve zayıf bir asidik bileşik olduğu kabul edilir. 9-dekenoilkarnitin, bir yağlı ester lipit molekülüdür (109).

C10DC (Sebasil Karnitin-C₁₇H₃₁NO₆): O-sebacoylcarnitine, asil sübstituent olarak sebacoile sahip bir O-asilkarnitindir. O-asilkarnitin, bir karboksilik ester ve bir amonyum betaindir. Bir karnitinden türemiştir (109).

C12 (Dodecanoil Karnitin-C₁₉H₃₇NO₄): Dodekanoilkarnitin, bir asilkarnitin, uzun zincirli asil CoA dehidrogenaz eksikliği, karnitin palmitoiltransferaz I eksikliği ve karnitin palmitoiltransferaz II eksikliği gibi yağ asidi oksidasyon bozukluklarında mevcuttur. Dodekanoilkarnitinin aynı zamanda doğuştan bir metabolizma bozukluğu olan çölyak hastalığı ile ilişkili olduğu bilinmektedir (110).

C14 (Miyristoil Karnitin-C₂₁H₄₁NO₄): O-tetradekanoilkarnitin, asil sübstituent olarak tetradekanoile (miristoil) sahip bir O-asilkarnitindir. Bir O-asilkarnitin ve bir tetradekanoat esterdir (110).

C16 (Palmitoil Karnitin-C₂₃H₄₅NO₄): Palmitoil karnitin, (-) - yağ asitlerinin oksidasyonu sırasında uzun zincirli yağ asitlerinin sitoplazmadan mitokondriye transferini sağlayan uzun zincirli bir yağ asidi esteridir. Palmitoilkarnitin, yağ asitlerinin oksidasyonu sırasında uzun zincirli yağ asitlerinin sitoplazmadan mitokondriye transferini sağlayan uzun zincirli bir asil yağ asidi türevi esteridir. L-palmitoilkarnitin, amfipatik karakteristiğinden dolayı, yüzey aktif bir moleküldür ve membran akışkanlığını ve yüzey yükünü değiştirerek zarda yer alan birçok enzim ve taşıyıcı maddenin aktivitesini değiştirebilmektedir. L-palmitoilkarnitin ayrıca belirli proteinlerin aktivitesini değiştirdiği bildirilmektedir(111).

C16:1 (Palmitoleil Karnitin-C₂₃H₄₅NO₄): Palmitoilkarnitin, yağ asitlerinin oksidasyonu sırasında uzun zincirli yağ asitlerinin sitoplazmadan mitokondriye transferini kolaylaştıran, karnitinin uzun zincirli bir yağ asidi esteridir (111).

C18 (Steraoil Karnitin-C₂₅H₄₉NO₄): Asilkarnitin C18: 0 olarak da bilinen Stearoilkarnitin, bir yağ esteri lipid molekülüdür. Kontrollere kıyasla karnitin palmitoiltransferaz (CPT) II eksikliği olan hastalarda anlamlı olarak daha fazla miktarda bulunur. Stearoilkarnitin, doğuştan başka bir metabolizma hatası olan çölyak hastalığı ile de ilişkili olduğu bulunmuştur. Karnitin palmitoiltransferaz (CPT; EC 2. 3. 1. 21) enzim sistemi, asil-CoA sentetaz ve karnitin/ asilkarnitin translokas ile birlikte, uzun zincirli yağ asitlerinin sitozolden mitokondriyal matrikslere transfer edildiği

mekanizmayı sağlar. Beta-oksidasyona uğrar. Stearoilkarnitin pratik olarak çözünmez (su içinde) ve asidik olarak kabul edilmektedir (111).

C18:1 (Oleil Karnitin-C₂₅H₄₇NO₄): O-oleoilkarnitin, asil süstitüenti olarak oleoile sahip bir O-asilkarnitindir (111).

C18:2 (Linoleil Karnitin-C₂₅H₄₅NO₄): O-linoleoilkarnitin, asil süstitüent olarak linoleoil içeren bir O-asilkarnitindir. Metabolit olarak bir rolü vardır. Bir O-asilkarnitin, bir karboksilik ester ve bir amonyum betaindir (111).

C18:1 OH (HidroksiOleil Karnitin-C₂₅H₄₇NO₅): 3-hidroksikotadekenoilkarnitin, asil süstitüent olarak -3-hidroksi-okekenoil içeren bir O-asilkarnitindir. Metabolit olarak bir rolü vardır. Bir karnitinden türetilmektedir (111).

MethylGlutaryl (MetilGlutaril Karnitin-C₁₃H₂₃NO₆): Metilglutarilkarnitin, 3-hidroksi-3-metilglutaril-koenzim A liyaz eksikliğinin bir teşhis metabolitidir. Ayrıca, Reye benzeri sendromlu hastaların idrarında da tanımlanmaktadır (111).

2.5. Antep Fıstığı'nın (Pistacia Vera) Genel Özellikleri

Arkeolojik kayıtlara göre fıstığın insanlar tarafından tüketilmeye başlanması M.Ö. 7000 yıllarına dayanmaktadır. Bilinen en eski çiçekli fıstık türü olan Antep fıstığı; (Pistacia V.) sakızağacıgiller (Anacardiaceae) familyasına ait olup anavatanı orta doğudur (13).

Pistacia türleri arasında gıda ürünü olarak kullanılan ve tarımı yapılan tek tür olan Antep fıstığı en içte yenilebilen tohum, tohumun dışında sert kabuk, en dışta ise daha yumuşak bir kabuktan oluşmuştur (112).

Günümüzde İran, ABD, Türkiye ve Suriye dünyadaki başlıca fıstık üreticileridir. Türkiye'de ana ekim alanı Güneydoğu Anadolu bölgesindedir (113).

2.5.1. Antep Fıstığının Temel Bileşenleri

Antep fıstığı (Pistacia V.)'nin içerdiği temel bileşenler başka kabuklu kuruyemişler ile kıyaslandığında birçok bileşenin üstünlüğü görülmektedir (Tablo 2.5.1):

Tablo 2.4. Antep Fıstığının Temel Bileşenleri (16).

Tüketilen 100 gr'da	Antep Fıstığı	Ceviz	Fındık
Yağ (%)	53,7	64,0	62,4
Protein (%)	19,3	14,8	12,6
Karbonhidrat (%)	19,0	15,8	16,7
K (Mg)	972,0	450,0	704,0
P (Mg)	500,0	380,0	337,0
Ca (Mg)	131,0	99,0	209,0
Fe (Mg)	7,30	3,1	3,4
Kalori	597,0	651,0	634,0

Antep fıstığının protein, karbonhidrat, potasyum, fosfor ve demir içeriğinin diğer kabuklu kuruyemışlere göre (ceviz ve fındık) daha fazla olduğu görülmektedir.

Antep fıstığının lipid bileşenlerinin tekli ve çoklu doymamış yağ asitleri bakımından zengin olduğu görülmektedir (Tablo 2.5.2):

Tablo 2.5. Antep Fıstığının Yağ Bileşenleri (16).

Oleik asid	55.4 - 65.5 %
Linoleik asid	14.7 - 17.8 %
Palmitik asid	11.4 - 25.3 %
Stearik asid	1.2 -2.5 %
Linolenik asid (omega 3)	0.89 - 0.93 %
Palmitoleik asid	0.71 - 0.85 %

Fıstık sağlıklı bir diyet için gerekli olan tekli ve çoklu doymamış yağlar bakımından zengindir (%70-80) (114). Esansiyel yağ asitleri kandaki kolesterol seviyesini azaltabilen, kalbi koruyucu etkileri olan linolenik, linoleik ve oleik asitleri içerir (115). Oleik asit; TG'i, LDL'yi, toplam kolesterolü ve glicemik indeksi azaltmaya

yardımcı olur (116). Esansiyel yağ asitleri insanlarda büyüme ve üremenin sürdürülmesi için gereklidir (117).

2.5.2. Antep Fıstığının (Pistacia V.) Fitokimyasal ve Antioksidan Özelliği

Fıstık antioksidan aktiviteye sahip ilk 50 besin kaynağı arasında sıralanan zengin bir fenolik bileşik kaynağı olarak bilinmektedir (118). Gallik asit, kateşin ve epikateşin gibi yüksek derecede antioksidan üç maddeyi bir arada barındıran antep fıstığı; ağaç yemişleri arasında su ve yağda çözünen antioksidanlar açısından en zengin ve en çok çeşitliliğe sahip olup, antosiyanin içeren tek yenilebilir kuruyemiş özelliğine sahiptir (112).

Antep fıstığında tespit edilen isoflavonlar ve trans-resveratrol önemli bioaktif polifenoller olup, kimyasal yoldan kanseri önlemede önemli roller üstlenmektedir. İçeriğinde yüksek miktarda isoflavonlar (100 g ekstrakta 3,68 g. daidzein, 3,40 mg. genistein) ve trans-resveratrol (1.67 µg/g) bulunduran Antep fıstığı, isoflavonlar açısından soya fasulyesinden sonra en zengin gıda olarak tespit edilmiştir (112).

Antep fıstığında tespit edilen diğer önemli bir bileşik ise yoğunlaşmış taninler olarak da bilinen flavonoid proantosiyanidinler (100 g. fıstıkta 268,12 mg.) metallerin tetiklediği lipid peroksidasyonunu engellemektedir (112).

Antep fıstığının dış kabuk ve tohumunun kimyasal analizi sonucunda dış kabuğunun, tohuma göre yaklaşık olarak on kat daha fazla fenolik bileşik içerdiği ve bu fenolik bileşiklerin çoğunluğunu da antosiyaninlerin oluşturduğu ve özellikle dış kabuk kısmının radikal süpürücü etki ve antioksidan özellik gösterdiği tespit edilmiştir (Tablo 2.5.3.) (112):

Tablo 2.6. Pistacia Vera L. Meyve Tohumu ve Dış Kabuğunun Antioksidan Madde İçeriği (112).

	Tohum (iç)	Dış Kabuk
Total flavonoid (mg CatE/g f.w.) ^a	0.46 ±0.03	70.27 ±5.42
Total flavonol (mg QE/g f.w.) ^b	0.23 ± 0.02	0.99 ±0.07
Total antosiyanin(mg Cy-G/g f.w.) ^c	Belirsiz	4.86 ± 0.27
Proanthocyanidin(mg Cy/g f.w.) ^d	1.03 ±0.06	27.56 ±0.18
Vanilin ^a (mg CatE/g f.w)	Belirsiz	16.43±0.96
Polimerizasyon	Belirsiz	0.60

Antep fıstığı (*Pistacia V.*) gallic asid, kateşin, eriodictyol-7-O-glucoside, naringenin-7-O-neohesperidoside, quercetin-3-O-rutinoside ve eriodictyol bileşiklerinin hem fıstık dış kabuğunda hem de iç kısmında bulunduğu, ayrıca genistein-7-O-glucoside, genistein, daidzein ve apigenin bileşiklerinin yalnızca fıstık tohumunda olduğu; epicatechin, quercetin, naringenin, luteolin, kaempferol, cyanidin-3-O-galactoside ve cyanidin-3-O-glucoside bileşiklerinin ise sadece fıstık dış kabuğunda olduğu tespit edilmiştir. Fıstık dış kabuğunun tohumundan daha iyi antioksidan aktivite gösterdiği, bunun da içeriğindeki antioksidan fenolik bileşiklerin oranının yanı sıra çeşitliliğinden de kaynaklandığı tespit edilmiştir (Tablo 2.5.4.) (112):

Tablo 2.7. Pistacia Vera L. Dış Kabuğunun ve Tohumunun Kantitatif Fenolik Bileşen Analizi (112).

	Tohum (iç) mg/g (f.w.)	Dış Kabuk mg/g (f.w.)
Gallic acid	12.66 ±0.82	1453.31±97.63**
Catechin	2.41 ± 0.18	377.45 ± 24.36**
Epicatechin.	Tespit edilmedi	104.8 ±10.56
Eriodictyol-7-O-glucoside	31.91 ± 1.01	365.68 ±13.56**
Genistein-7-O-glucoside	47.02 ± 1.13	Tespit edilmedi
Naringenin-7-O-neohesperidoside	37.11 ± 1.25	118.82 ± 9.64**
Quercetin-3-O-rutinoside	98.08 ± 1.54	5.05 ± 0.02**
Genistein	69.15 ± 1.44	Tespit edilmedi
Eriodictyol	9.37 ± 0.20	63.17 ± 1.04**
Daidzein	42.45 ±1.46	N.D.
Quercetin.	Tespit edilmedi	17.75 ± 0.65
Naringenin.	Tespit edilmedi	11.44 ± 0.90
Luteolin.	Tespit edilmedi	18.97 ± 0.87
Kaempferol	Tespit edilmedi	0.95 ± 0.001
Apigenin	0.59 ± 0.001	Tespit edilmedi
Cyanidin-3-O-galactoside.	Tespit edilmedi	5865.12 ± 362,45
Cyanidin-3-O-glucoside.	Tespit edilmedi	32.56 ± 4.79

Antep fıstığının dış kabuk kısmında çoğunlukla antosiyanin, cyanidin-3-O-galactoside ve cyanidin-3-O-glucoside bileşikleri bulunurken; epicatechin, aglyconlar, quercetin, naringenin, luteolin ve kaempferol bileşiklerinin yalnızca dış kabuk kısmında olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca dış kabukta gallik asit ve kateşinin tohumundan çok daha fazla bulunduğu, fakat isoflavonların (genistein, daidzein, genistein-3-O-glukoz) yalnızca tohumda olduğu tespit edilmiştir (112):

Tablo 2.8. Pistacia Vera L. Dış Kabuk ve Tohum Kısmının Kantitatif Fenolik Analizi (112).

	Tohum (iç) mg/g (f.w.)	Dış Kabuk mg/g (f.w.)
Fenolik asitler	113.28±4.99	5703.22±382.06
Gallik asit	113.28±4.99	5703.22±382.06
Antosiyanidinler		
- Glycosides N.D.		16,606.64±1036.88
Siyanidin -3-O-galaktosit		16,439.32±1023.55
Siyanidin -3-O-glukozit		167.32±13.33
Flavonoidler -3-ols		
- Aglycones	24.33±1.74	1932.42±131.05
Kateşin	24.33±1.74	1390.40±102.59
Epikateşin	Tespit edilmedi	542.02±28.46
Izoflovonlar		
- Aglycones	876.72±58.90	Tespit edilmedi
Genistein	520.93±30.60	
Daidzein	355.79±28.30	
- Glycosides	416.12±24.33	Tespit edilmedi
Genistein-7-O-glukozid	416.12±24.33	
Flavanonlar		
- Aglycones	112.26±3.65	302.50±18.15
Eriodictyol	112.26±3.65	244.51±14.89
Naringenin	Tespit edilmedi	57.99±3.26
- Glycosides	636.51±52.48	1449.34±107.07
Eriodictyol-7-O-glucoside	274.85±20.14	1120.66±83.71
Naringenin-7-O-neohesperidoside	361.66±32.34	328.68±23.36
Flavonoller		
- Aglycones	Tespit edilmedi	77.19±3.96
Kuersetin	71.15±3.68	
Kaempferol	6.04±0.28	
- Glycosides	874.11±44.55	28.53±4.96
Kuersetin-3-O-rutinosit	874.11±44.55	28.53±4.96
Flavonlar		
- Aglycones	8.01±0.08	85.14±4.93
Luteolin	85.14±4.93	
Apigenin	8.01±0.08	

Tüm fıstık örneklerinde daidzein, genistein, daidzin, quercetin, eriodictyol, luteolin, genistin ve naringenin flavonoidleri tespit edilmiştir. Olgunlaşmış kırmızı ve olgunlaşmamış yeşil fıstıkta E vitamininin major bileşeni olan γ -tokoferol bulunduğunu α -ve γ -tokoferol miktarının olgunlaşma ve kurumayla birlikte azaldığını tespit edilmiştir. Bu sonuçlara göre dış kabuğu soyulmamış fıstığın fenolik bileşenlerce özellikle antosiyanidinlerce zengin bir besin kaynağı olduğu ileri sürülmüştür (112).

Antep fıstığı tohumu ile yapılan bir çalışmada kavlatma öncesinde isoflavonların değişmemiş bir yapıda olduğu tespit edilirken, kavlatma sonrasında aktif bileşiklerin önemli miktarda azaldığı ve antioksidan aktivitenin %60 oranda azaldığı gözlenmiştir (112).



3. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma için, Harran Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü bünyesindeki Etik Kurul'un 07/01/2019 tarihli, 01 numaralı oturumunda, 2412 sayılı kararı ile etik kurul onayı alındı.

Çalışmaya Şanlıurfa'da iki farklı kulüpte düzenli olarak idman yapan 20 kontrol grubu, 20 deney grubu rastgele seçilecek şekilde toplam 40 futbolcu gönüllü olarak katıldı. Katılımcıların vücut kitle indeksi ve yaş ortalamaları sırası ile $21.30 \pm 0,84$ kg/m², 20.05 ± 0.93 yıl olarak kayıt edildi. Çalışmaya katılım için tüm denekler yazılı ve sözlü bir şekilde bilgilendirilip kayıt altına alındı.

Üç aylık dinlenme periyodunun ardından sezon başı hazırlık çalışmaları bittikten sonra sezon başlamıştır. Sezonun ve müsabakaların başlaması ile birlikte her iki gruba da 20 günlük aynı idman ve müsabaka programı uygulandı. Ancak deney grubuna aynı idman programı ile birlikte Antep fıstığı içi (25 g/gün) futbolcuların beslenme programına eklendi. Bununla birlikte futbolculara protein, vitamin ve sıvı tüketiminin sağlanması ile ilgili gerekli bilgilendirmeler ve tavsiyeler de bulunuldu.

Antep fıstığı içi numuneleri Sca-301 dijital elektronik hassas terazi kullanılarak her numune 25 gr. olacak şekilde küçük kilitli poşetlere konularak hazırlandı.

Hazırlanmış olan 21 günlük programa başlamadan bir gün önce tüm deneklerin, gece açlığının ardından (minimum 8 saat) sabah venöz kan örnekleri alındı. Ardından toplanan kanlar 10 dakika boyunca 3500 rpm'de santrifüj edildi. Ayrılan serum örnekleri ependorf tüplerine konularak analiz edilene kadar -80°C'de saklandı. Kan örneklerinin muhafaza edilmesinden sonra 20 günlük idman ve müsabaka programı her iki gruba da aynı şekilde uygulandı. Sadece deney grubumuzun 20 gün boyunca her gün aynı saatte 25 gr. Antep fıstığı içi yemesi sağlandı. 20 günün ardından (minimum 8 saat) sabah venöz kan örnekleri alındı. Alınan kan örnekleri 10 dakika boyunca 3500 rpm'de santrifüj edildi. Ayrılan serum örnekleri ependorf tüplerine konularak analiz edilinceye kadar -80°C'de saklandı.

3.1. Amino Asit Profilinin LC-MS/MS Yöntemi İle İncelenmesi

Alınan serum örneklerindeki serbest amino asit profilini incelemek için örnekler, ticari kit (JASEM) protokolüne göre hazırlandı. Bu kit metodunda örneklerden 50µl alınarak üzerine 50 µl internal standart eklenerek 5 sn vorteksledi. Sonrasında örnekler üzerine 700 µl Reagent 1 eklenerek 5 dk. 3000 rpm de santrifüj edildi. Elde edilen süpernatantlar insürlere alınarak LC-MS/MS (Shimadzu -8045) cihazına verilerek analizleri yapıldı.

3.2. Karnitin Profilinin LC-MS/MS İle İncelenmesi

Serum örneklerindeki karnitin profili analizi Marca et al. (84) protokolüne göre hazırlanarak LC- MS/MS ile analiz edildi. Küçük spotlar halinde kesilen gutrie kağıtları 96'lık pleytlere alınarak üzerine 10 µl serum örnekleri emdirilip kurutuldu. Kurutulan örnekler üzerine 300 µl ekstraksiyon buffer (3 mmol /L hidrazin hidrat: metanol (2:1) ve internal standart eklenerek 1 saat 37⁰C inkübe edildi. İnkübasyon sonrası elde edilen çözelti azot gazı altında uçurulduktan ve mobil faz (asetonitril: metanol: formic acit) ile çözüldürülüp LC-MS/MS (Shimadzu-8040) cihazında analizi yapıldı. Ölçüm sırasında her analit için elde edilen pikler internal standart pikleri ile kıyaslanarak hesaplandı.

3.3. İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analizler SPSS for Windoxs sürüm 23.0 paket programı ile yapıldı. Verilerin normal dağılımını değerlendirmek için Shapiro Wilk testi kullanıldı. Normal dağılım gösteren sayısal değişkenler ortalama ± standart sapma olarak, normal olmayan dağılımlar ise medyan [min-max] değerler olarak ifade edildi.

İki örnekleme sayısal değişkenlerin karşılaştırılması student's t-test ve Mann-Whi they U testi ile yapılmıştır. Zaman içerisinde grup içi değişimleri (idman ve müsabaka programının başlangıcından bitişine kadar) karşılaştırmak için, tüm bağımlı değişkenler Student's t-test ve Wilcoxon t-test ile incelenmiştir.

Analizlerde güven aralığı (CI) %95 olarak kabul edildi. Ayrıca istatistiksel olarak $P < 0,05$ değeri anlamlı kabul edildi.

4. BULGULAR

4.1. Demografik Veriler

Çalışmadaki katılımcıların demografik verileri Tablo 8.1’de verilmiştir. Katılımcıların yaş ortalamaları ve vücut kitle indeksi sırası ile 20.05 ± 0.93 yıl, 21.30 ± 0.84 kg/m² olarak tespit edildi (Tablo 8.1). Gruplar arasında demografik veriler karşılaştırıldığında anlamlı bir farklılığın olmadığı tespit edildi.

Tablo 4.1. Demografik Veriler.

Değişken	Fıstık Grubu	Kontrol Grubu	P – Değeri
BMI (kg / m ²)	$21,39 \pm 0,78$	$21,21 \pm 0,92$	0,498
Yaş (yıl)	$20,45 \pm 0,82$	$20,00 \pm 0,79$	0,087

BMI; Body Mass Index (Vücut Kitle İndeksi), Parametreler; ortalama \pm standart sapma.

4.2. Serbest Amino Asit Verileri

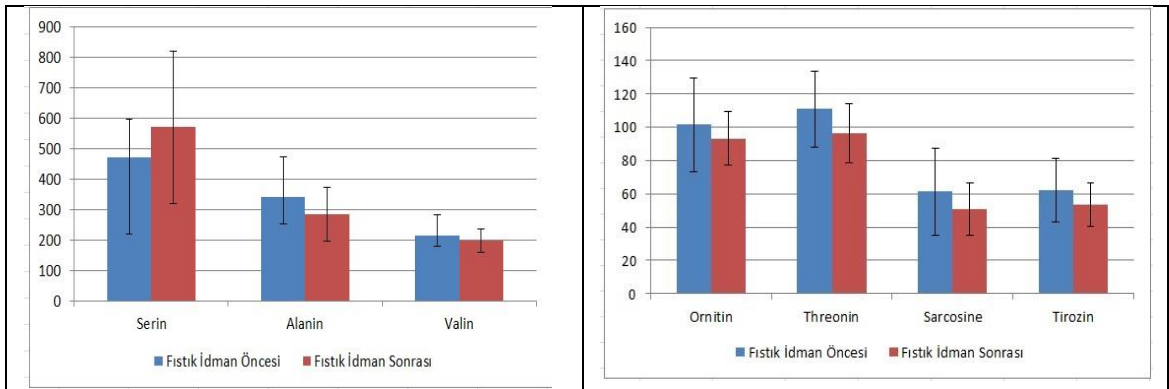
Fıstık tüketen grubun idman öncesi ve idman sonrasında serbest amino asit değerleri incelenerek tablo 8.2’de verilmiştir.

Yapılan analiz sonucunda fıstık tüketen grubun idman öncesi ve idman sonrasındaki serbest amino asit profili incelendiğinde; Aminoacidic acid, MHIS, Oh-Proline, Oh- Lysine, Gln, His, Ser ve Taurin amino asit değerlerinin yükseldiği ve Ser amino asit miktarının ise anlamlı olarak yükseldiği tespit edilmiştir. MHIS, Ala, Arg, Orn, Pro, Thr, Tyr, Val, Ethanolamin, Sarcosine ve Losin amino asit miktarının azaldığı tespit edilirken, Ala, Orn, Thr, Tyr, Val ve Sarcosine amino asitlerinin ise anlamlı bir şekilde azaldığı tespit edilmiştir (Tablo 4.2.):

Tablo 4.2. Fıstık Grubu İdman Öncesi ve İdman Sonrası Serbest Amino Asit Değerleri.

	Fıstık Grubu İdman Öncesi Ort±SD (n =20)	Fıstık Grubu İdman Sonrası Ort±SD (n =20)	p-Değeri
MHIS	3,58 ± 1,27	3,46 ± 1,50	0,911
Aminoadipic acid	0,17 ± 0,28	0,28 ± 0,37	0,756
MHIS	2,51 ± 4,22	3,53 ± 2,64	0,936
Oh-proline	26,99 ± 14,59	30,76 ± 18,91	0,940
Oh-lysine	0,18 ± 0,22	0,24 ± 0,24	0,237
Ala	341,95 ± 131,95	284,47 ± 88,50**	0,021
Arg	143,21 ± 34,95	133,46 ± 30,17	0,351
Gln	804,25 ± 147,91	833,83 ± 141,06	0,911
His	66,18 ± 15,38	71,6 ± 15,95	0,279
Orn	101,51 ± 28,23	93,25 ± 15,92**	0,021
Pro	495,01 ± 225,97	353,93 ± 227,49	0,196
Ser	470,39 ± 126,24	569,5 ± 250,05**	0,025
Tau	9,9 ± 8,8	14,99 ± 16,61	0,239
Thr	110,82 ± 23,03	96,43 ± 17,78**	0,017
Tyr	62,05 ± 19,27	53,5 ± 12,85**	0,052
Val	215,05 ± 66,46	196,55 ± 37,56**	0,033
Ethanolamin	4,95 ± 1,06	4,56 ± 1,08	0,332
Sarcosine	61,35 ± 26,30	50,7 ± 15,78**	0,048
Losin	166,8 ± 44,62	155,58 ± 34,93	0,279

Parametreler; ortalama ± standart sapma olarak ifade edildi.



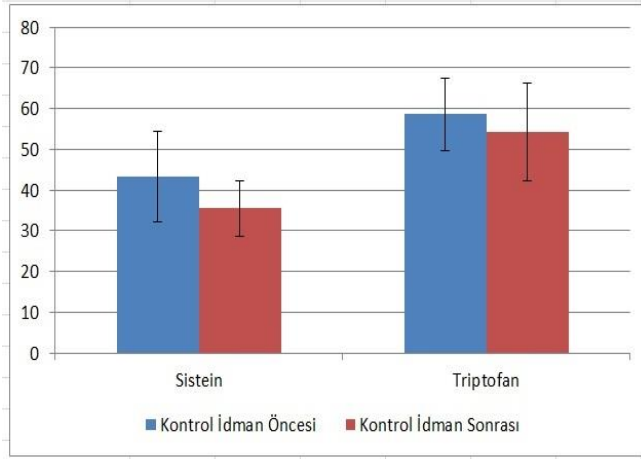
Grafik 4.1. Fıstık Tüketen Grubun İdman Öncesi ve İdman Sonrası Bazı Amino Asit Değerlerinin Karşılaştırılması.

Fıstık tüketmeyen kontrol grubunun idman öncesi ve idman sonrası serbest amino asit profilindeki değişim ve amino asit değerleri tablo 4.3'te verilmiştir. Yapılan analiz sonucunda idman öncesi ve idman sonrası karşılaştırıldığında; Gln, Pro, Thr, Homocitrulin ve Losin amino asitlerinin idman sonrasında istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir şekilde yükseldiği tespit edilmiştir. MHIS, Aminoadipic acid, Asn, Cys, His, Lys, Orn ve Trp amino asit değerlerinin ise idman sonrasında azaldığı tespit edilirken, sadece Cys ve Trp amino asit değerlerinin anlamlı olarak azaldığı tespit edilmiştir (Tablo 4.3.):

Tablo 4.3. Kontrol Grubu İdman Öncesi ve İdman Sonrası Serbest Amino Asit Değerleri.

	Kontrol Grubu İdman Öncesi Ort±SD (n = 20)	Kontrol Grubu İdman Sonrası Ort±SD (n = 20)	p
MHIS	4,84 ± 1,54	4,16±1,28	0,156
Aminoadipic acid	0,65 ± 0,42	0,51 ± 0,44	0,551
MHIS	5,46 ± 4,68	3,05 ± 5,25	0,455
Asn	82,32 ± 20,29	64,8 ± 21,21	0,167
Cystine	43,29 ± 11,06	35,51 ± 6,91**	0,037
Gln	797,81 ± 117,89	824,89 ± 126,27	0,823
His	85,54 ± 14,72	74,68 ± 20,21	0,135
Lys	182,2 ± 33,02	170,84 ± 39,77	0,218
Orn	102,09 ± 22,04	91,92 ± 21,70	0,126
Pro	342,49 ± 150,65	353,91 ± 141,80	0,975
Thr	95,43 ± 21,41	108,43 ± 21,65	0,370
Trp	58,62 ± 9,00	54,23 ± 11,99**	0,023
Homocitruline	0,65 ± 0,54	0,82 ± 0,44	0,807
Losin	166,16 ± 29,20	174,85 ± 44,25	0,455

Parametreler; ortalama ± standart sapma olarak ifade edildi.



Grafik 4.2. Kontrol Grubu İdman Öncesi ve İdman Sonrası Bazı Amino Asit Değerlerinin Karşılaştırılması.

Fıstık tüketen grup ile kontrol grubunun idman öncesi ve idman sonrası amino asit değerleri karşılaştırıldığında; MHIS, Oh-lysine ve His amino asitlerinin fıstık tüketen grupta yükseldiği, kontrol grubunda ise azaldığı tespit edilmiştir. Thr, Ala, Pro, Losin, Alloizolisin ve Ortophosphoryletanolamin amino asitlerinin ise fıstık tüketen grupta azalırken, kontrol grubunda yükseldiği tespit edilmiştir.

Oh-proline, Ser ve Tau amino asit değerlerinin fıstık tüketen grupta yükselirken, kontrol grubunda ise değişmediği tespit edilmiştir. Arg ve Met amino asit değerlerinin fıstık tüketen grupta azalırken, kontrol grubunda ise değişmediği tespit edilmiştir. Cys ve Trp amino asit değerlerinin fıstık tüketen grupta değişmezken, kontrol grubunda ise anlamlı olarak azaldığı tespit edilmiştir. Asn ve Lys amino asit değerlerinin her iki grupta da azalırken, kontrol grubunda daha çok azaldığı tespit edilmiştir (Tablo 4.4.):

Tablo 4.4. Fıstık ve Kontrol Grubunun İdman Öncesi ve İdman Sonrası Serbest Amino Asit Değerleri.

	Fıstık Grubu İdman Öncesi Ort±SD(n = 20)	Fıstık Grubu İdman Sonrası Ort±SD(n = 20)	Kontrol Grubu İdman Öncesi Ort±SD(n = 20)	Kontrol Grubu İdman Sonrası Ort±SD(n = 20)
MHIS	2,51 ± 4,22	3,53 ± 2,64	5,46 ± 4,68	3,05 ± 5,25
Oh-proline	26,99 ± 14,59	30,76 ± 18,91	33,84 ± 13,84	33,57 ± 16,66
Oh-lysine	0,18 ± 0,22	0,24 ± 0,24	0,23 ± 0,13	0,14 ± 0,13
Ala	341,95± 131,95	284,47± 88,50	341,13±94,96	344,68± 108,49
Arg	143,21± 34,95	133,46± 30,17	140 ± 29,79	140,06± 28,93
Asn	71,47 ± 19,95	69,88 ± 22,48	82,32 ± 20,29	64,8 ± 21,21
Cystine	30,89 ± 11,09	30,59 ± 11,02	43,29 ± 11,06	35,51 ± 6,91
His	66,18 ± 15,38	71,6 ± 15,95	85,54 ± 14,72	74,68 ± 20,21
Lys	175,84 ± 34,53	173,33 ± 34,82	182,2 ± 33,02	170,84 ± 39,77
Met	46,02± 11,08	43,26± 1,93	48,75± 8,09	48,48± 10,00
Pro	495,01 ± 225,97	353,93 ± 227,49	342,49 ±150,65	353,91 ± 141,80
Ser	470,39 ± 126,24	569,5 ± 250,05	646,25 ± 237,22	645,1 ± 179,55
Tau	9,9 ± 8,8	14,99 ± 16,61	17,82 ± 11,40	18,37 ± 34,12
Thr	110,82 ± 23,03	96,43 ± 17,78	95,43 ± 21,41	108,43 ± 21,65
Trp	58,89 ± 16,18	57,29 ± 12,43	58,62 ± 9,00	54,23 ± 11,99
Ortophosphor yletanolamin	4,19 ± 7,68	4,01 ± 4,95	2,25 ± 6,11	2,87 ± 3,41
Alloizolosin	9,23 ± 2,92	8,97 ± 2,16	9,81 ± 1,83	10,08 ± 3,07
Losin	166,8 ± 44,62	155,58 ± 34,93	166,16 ± 29,20	174,85 ± 44,25

Parametreler; ortalama ± standart sapma olarak ifade edildi

Fıstık tüketen grupta idman öncesi ve idman sonrası esansiyel olmayan amino asit değerleri tablo 4.5' te verilmiştir. Gln, His, Ser, amino asit düzeylerinin yükseldiği tespit edilirken, sadece Ser amino asit düzeyinin anlamlı olarak yükseldiği görüldü. Ala, Arg, Asn, Pro ve Tyr amino asit düzeylerinin azaldığı tespit edilirken, sadece Ala ve Tyr amino asit düzeylerinin anlamlı olarak azaldığı görüldü (Tablo 4.5.):

Tablo 4.5. Fıstık Grubu İdman Öncesi ve İdman Sonrası Esansiyel Olmayan Amino Asit Değerleri.

	Fıstık Grubu İdman Öncesi Ort±SD (n = 20)	Fıstık Grubu İdman Sonrası Ort±SD (n = 20)	p - Değeri
Ala	341,95 ±131,95	284,47 ± 88,50**	0,021
Arg	143,21± 34,95	133,46 ± 30,17	0,351
Asn	71,47± 19,95	69,88 ± 22,48	0,881
Cystine	30,89 ± 11,09	30,59 ± 11,02	0,970
Gln	804,25 ± 147,91	833,83± 141,06	0,911
Glu	76,18 ± 21,76	76,71 ± 16,55	0,737
His	66,18 ± 15,38	71,6 ± 15,95	0,279
Pro	495,01 ± 225,97	353,93±227,49	0,196
Ser	470,39 ± 126,24	569,5± 250,05**	0,025
Tyr	62,05± 19,27	53,5 ± 12,85**	0,052

Parametreler; ortalama ± standart sapma olarak ifade edildi.

Fıstık tüketen grupta idman öncesi ve idman sonrası esansiyel amino asit değerleri tablo 4.6.'da verilmiştir. Yapılan analiz sonucunda Thr ve Val nin anlamlı bir şekilde azaldığı gözlenirken, diğer esansiyel amino asitlerde anlamlı bir azalmanın olmadığı tespit edilmiştir. (Tablo 4.6.):

Tablo 4.6. Fıstık Grubu İdman Öncesi ve İdman Sonrası Esansiyel Amino Asit Değerleri.

	Fıstık Grubu İdman Öncesi Ort±SD (n = 20)	Fıstık Grubu İdman Sonrası Ort±SD (n = 20)	p - Değeri
Lys	175,84 ±34,53	173,33 ± 34,82	0,794
Met	46,02 ± 11,08	43,26 ± 1,93	0,073
Phe	69,23 ± 14,57	68,85 ± 12,30	0,765
Thr	110,82 ± 23,03	96,43 ± 17,78**	0,017
Trp	58,89 ± 16,18	57,29 ± 12,43	1,000
Val	215,05 ± 66,46	196,55 ± 37,56**	0,033
Losin	166,8 ± 44,62	155,58 ± 34,93	0,279
İzolosin	47,93 ± 13,67	45,28 ± 9,88	0,709

Parametreler; ortalama ± standart sapma olarak ifade edildi.

Kontrol grubu idman öncesi ve idman sonrası esansiyel olmayan amino asit değerleri tablo 4.7.'de verilmiştir. İdman öncesi ve idman sonrası karşılaştırıldığında; Ala, Gln, Glu ve Pro amino asitlerinin arttığı Asn, Cystine, His, Ser ve Tyr amino asit değerlerinin ise azaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca Cystine amino asit düzeyinde anlamlı bir azalma görülürken, Arg amino asit düzeyinde ise anlamlı bir değişiklik olmadığı tespit edilmiştir. (Tablo 4.7.):

Tablo 4.7. Kontrol Grubu İdman Öncesi ve İdman Sonrası Esansiyel Olmayan Amino Asit Değerleri.

	Kontrol Grubu İdman Öncesi Ort±SD (n = 20)	Kontrol Grubu İdman Sonrası Ort±SD (n = 20)	p-Değeri
Ala	341,13 ±94,96	344,68 ± 108,49	0,455
Arg	140 ± 29,79	140,06 ± 28,93	0,627
Asn	82,32 ± 20,29	64,8 ± 21,21	0,167
Cystine	43,29 ± 11,06	35,51 ± 6,91**	0,037
Gln	797,81± 117,89	824,89 ± 126,27	0,823
Glu	75,5 ± 11,76	77,53 ± 16,50	0,940
His	85,54 ± 14,72	74,68 ± 20,21	0,135
Pro	342,49 ± 150,65	353,91 ± 141,80	0,975
Ser	646,25 ± 237,22	645,1 ± 179,55	0,455
Tyr	61,63 ± 11,69	58,54 ± 14,12	0,502

Parametreler; ortalama ± standart sapma olarak ifade edildi.

Kontrol grubu idman öncesi ve idman sonrası esansiyel amino asit değerleri tablo 4.8' de verilmiştir. Analiz sonucunda idman sonrasında Thr ve Lösin amino asit değerlerinin arttığı tespit edilirken, Lys, Phe ve Trp amino asit değerlerinin azaldığı, sadece Trp amino asit değerinde anlamlı bir azalma olduğu tespit edilmiştir (p<0,05). Met, Val ve İzolosin amino asit değerlerinde ise anlamlı hiçbir değişiklik olmadığı tespit edilmiştir(Tablo 4.8.):

Tablo 4.8. Kontrol Grubu İdman Öncesi ve İdman Sonrası Esansiyel Amino Asit Değerleri.

	Kontrol Grubu İdman Öncesi Ort±SD (n = 20)	Kontrol Grubu İdman Sonrası Ort±SD (n = 20)	p - Değeri
Lys	182,2 ±33,02	170,84 ± 39,77	0,218
Met	48,75 ± 8,09	48,48 ± 10,00	0,627
Phe	72,89 ± 8,09	70,11 ± 10,47	0,654
Thr	95,43 ± 21,41	108,43± 21,65	0,370
Trp	58,62 ± 9,00	54,23± 11,99**	0,023
Val	218,85 ± 33,56	218,35 ± 46,24	0,313
Losin	166,16 ± 29,20	174,85 ± 44,25	0,455
İzolosin	52,39 ± 8,41	52,13 ± 15,89	0,970

Parametreler; ortalama ± standart sapma olarak ifade edildi.

Fıstık tüketen grup ve kontrol grubunun idman öncesi ve idman sonrası esansiyel olmayan amino asit değerleri tablo 4.9'da verilmiştir. Analiz sonucunda; Ala ve Pro amino asit değerlerinin fıstık tüketen grupta azalırken, kontrol grubunda ise yükseldiği tespit edilmiştir. His amino asit değerinin fıstık tüketen grupta yükselirken, kontrol grubunda azaldığı tespit edilmiştir. Arg amino asit değerinin fıstık tüketen grupta azalırken, kontrol grubunda değişmediği tespit edilmiştir. Sistein amino asit değerinin fıstık tüketen grupta değişmezken, kontrol grubunda ise azaldığı tespit edilmiştir. Gln amino asit değerinin her iki grupta arttığı tespit edilmiştir. Ser amino asit değerinin fıstık tüketen grupta yükselirken, kontrol grubunda ise değişmediği tespit edilmiştir. Asn amino asit değeri her iki grupta azalırken, kontrol grubunda daha çok azaldığı tespit edilmiştir. Tyr amino asit değeri her iki grupta azalırken, fıstık tüketen grupta daha çok azaldığı tespit edilmiştir (Tablo 4.9.):

Tablo 4.9. Fıstık ve Kontrol Grubunun İdman Öncesi ve İdman Sonrası Esansiyel Olmayan Amino Asit Değerleri.

	Fıstık Grubu İdman Öncesi Ort±SD (n = 20)	Fıstık Grubu İdman Sonrası Ort±SD (n = 20)	Kontrol Grubu İdman Öncesi Ort±SD (n = 20)	Kontrol Grubu İdman Sonrası Ort±SD (n = 20)
Ala	341,95 ±131,95	284,47 ±88,50	341,13 ±94,96	344,68 ±108,49
Arg	143,21 ±34,95	133,46 ±30,17	140 ±29,79	140,06 ±28,93
Asn	71,47 ±19,95	69,88 ±22,48	82,32 ±20,29	64,8 ±21,21
Cystine	30,89±11,09	30,59 ±11,02	43,29 ±11,06	35,51 ±6,91
Gln	804,25 ±147,91	833,83 ±141,06	797,81 ±117,89	824,89 ±126,27
Glu	76,18 ±21,76	76,71 ±16,55	75,5 ±11,76	77,53 ±16,50
His	66,18 ±15,38	71,6 ±15,95	85,54 ±14,72	74,68 ±20,21
Pro	495,01 ±225,97	353,93 ±227,49	342,49 ±150,65	353,91 ±141,80
Ser	470,39 ±126,24	569,5 ±250,05	646,25±237,22	645,1 ±179,55
Tyr	62,05 ±19,27	53,5 ±12,85	61,63 ±11,69	58,54 ±58,54

Parametreler; ortalama ± standart sapma olarak ifade edildi.

Fıstık tüketen grup ve kontrol grubunda idman öncesi ve idman sonrası esansiyel amino asit değerleri karşılaştırılarak incelendi. Thr ve Losin amino asit değerleri fıstık tüketen grupta azalırken, kontrol grubunda ise arttığı tespit edilmiştir. Met, Val ve İzolosin amino asit değerlerinin fıstık tüketen grupta azalırken, kontrol grubunda ise değişmediği tespit edilmiştir. Trp amino asit değeri fıstık tüketen grupta değişmezken, kontrol grubunda ise azaldığı tespit edilmiştir. Lys amino asit değeri her iki grupta azalırken, kontrol grubunda daha çok azaldığı tespit edilmiştir (Tablo 4.10.):



Tablo 4.10. Fıstık ve Kontrol Grubunun İdman Öncesi ve İdman Sonrası Esansiyel Amino Asit Değerleri.

	Fıstık Grubu İdman Öncesi Ort±SD (n = 20)	Fıstık Grubu İdman Sonrası Ort±SD (n = 20)	Kontrol Grubu İdman Öncesi Ort±SD (n = 20)	Kontrol Grubu İdman Sonrası Ort±SD (n = 20)
Lys	175,84 ± 34,53	173,33 ± 34,82	182,2 ± 33,02	170,84 ± 39,77
Met	46,02 ± 11,08	43,26 ± 1,93	48,75 ± 8,09	48,48± 10,00
Phe	69,23 ± 14,57	68,85 ± 12,30	72,89 ± 8,09	70,11 ± 10,47
Thr	110,82 ± 23,03	96,43 ± 17,78	95,43 ± 21,41	108,43± 21,65
Trp	58,89 ± 16,18	57,29 ± 12,43	58,62 ± 9,00	54,23 ± 11,99
Val	215,05 ± 66,46	196,55 ± 37,56	218,85 ± 33,56	218,35 ± 46,24
Losin	166,8 ± 44,62	155,58±34,93	166,16 ± 29,20	174,85 ± 44,25
İzolosin	47,93± 13,67	45,28 ± 9,88	52,39±8,41	52,13 ± 15,89

Parametreler; ortalama ± standart sapma olarak ifade edildi.

4.3. Karnitin Profili Verileri

Fıstık tüketen grupta idman öncesi ve idman sonrası karnitin değerleri tablo 8.11.'de verilmiştir. Yapılan analiz sonucunda; C0, C2, C4, C5:1, C5DC, C6, C10, C10:1, C12, C14, C14:1 ve C14:2 karnitin değerlerinin anlamlı olarak arttığı tespit edilmiştir. C8 ve C8:1 karnitin değerlerinde ise artış olurken bu artışın anlamlı olmadığı tespit edilmiştir (Tablo 4.11.):

Tablo 4.11. Fıstık Grubu İdman Öncesi ve İdman Sonrası Karnitin Değerleri.

	Fıstık Grubu İdman Öncesi Ort±SD (n = 20)	Fıstık Grubu İdman Sonrası Ort±SD (n = 20)	p-Değeri
C0	112,05 ±26,25	134,6 ± 60,12**	0,006
C2	55,42 ± 10,81	71,31 ± 32,21**	0,001
C4	0,35 ± 0,23	0,45 ± 1,79**	0,038
C5:1	0,18 ± 0,10	0,26±0,15**	0,025
C5DC	0,48 ± 0,11	0,63 ± 0,18**	0,009
C6	0,11 ± 0,03	0,17 ± 0,27**	0,001
C8	0,29 ± 0,20	0,44 ± 100,87	0,063
C8:1	0,11 ± 0,10	0,17 ± 0,29	0,095
C10	0,74 ± 0,30	1,14 ± 0,45**	0,004
C10:1	0,89 ± 0,37	1,19 ± 0,81**	0,003
C12	0,28 ± 0,11	0,44 ± 0,14**	0,003
C14	0,07 ± 0,02	0,1 ± 0,03**	0,001
C14:1	0,25 ± 0,11	0,47 ± 0,20**	0,001
C14:2	0,62 ± 0,29	1,03 ± 0,50**	0,001

Parametreler; ortalama ± standart sapma olarak ifade edildi.

Kontrol grubunda idman öncesi ve idman sonrası karnitin değerleri tablo 8.12.'de verilmiştir. Yapılan analiz sonucunda; C2, C4, C5:1, C6, C6DC, C8, C10DC, C12, C14, C14:2 ve C16:1 karnitin değerlerinde artış olurken, sadece C4, C6, C10DC ve C16:1 karnitin değerlerinde anlamlı bir artış olduğu tespit edilmiştir (Tablo 4.12.):

Tablo 4.12. Kontrol Grubu İdman Öncesi ve İdman Sonrası Karnitin Değerleri.

	Kontrol Grubu İdman Öncesi Ort±SD (n = 20)	Kontrol Grubu İdman Sonrası Ort±SD (n = 20)	p-Değeri
CO	135,77 ± 144,07	134,29 ± 136,48	0,445
C2	61,98 ± 51,79	93,09 ± 136,48	0,093
C4	3,74 ± 107,56	14,3 ± 10,87 **	0,021
C5:1	0,34 ± 0,30	0,48 ± 0,45	0,374
C6	0,51 ± 0,45	0,96 ± 0,51 **	0,005
C6DC	0,11 ± 2,79	3,13 ± 4,53	0,594
C8	91,55 ± 112,65	197,23 ± 80,12	0,093
C10DC	0,05 ± 19,71	7,2 ± 3,10 **	0,011
C12	1,28 ± 2,74	3,13 ± 5,80	0,721
C14	0,48 ± 4,37	2,7 ± 7,07	0,646
C14:2	3,81 ± 54,70	66,02 ± 136,88	0,241
C16:1	0,76 ± 12,10	2,39 ± 1,22**	0,036

Parametreler; ortalama ± standart sapma olarak ifade edildi.

Fıstık tüketen grup ve kontrol grubunun idman öncesi ve idman sonrası karnitin değerleri tablo 4.13.' te verilmiştir. C5DC ve C10:1, karnitin değerleri fıstık tüketen grupta yükselirken, kontrol grubunda azaldığı tespit edilmiştir. C4, C10DC ve C14:2 karnitin değerlerinin iki grupta yükselirken, kontrol grubunda daha çok yükseldiği tespit edilmiştir. CO karnitin değeri fıstık tüketen grupta yükselirken, kontrol grubunda değişmediği tespit edilmiştir (Tablo 4.13.):

Tablo 4.13. Fıstık Grubu ve Kontrol Grubu İdman Öncesi ve İdman Sonrası Karnitin Değerleri.

	Fıstık Grubu İdman Öncesi Ort±SD (n = 20)	Fıstık Grubu İdman Sonrası Ort±SD (n = 20)	Kontrol Grubu İdman Öncesi Ort±SD (n = 20)	Kontrol Grubu İdman Sonrası Ort±SD (n = 20)
CO	112,05± 26,25	134,6± 60,12	135,77± 144,07	134,29± 136,48
C4	0,35± 0,23	0,45± 1,79	3,74± 107,56	14,3± 10,87
C5DC	0,48± 0,11	0,63± 0,18	0,86± 0,39	0,83± 0,50
C10:1	0,89± 0,37	1,19± 0,81	1,42± 1,77	0,86± 0,61
C10DC	0,02± 0,00	0,03± 0,92	0,05± 19,71	7,2± 3,10
C14:2	0,62± 0,29	1,03± 0,50	3,81± 54,70	66,02± 136,88

Parametreler; ortalama ± standart sapma olarak ifade edildi.

5. TARTIŞMA

Futbol yüksek yoğunluklu, aralıklı takım sporu olarak sınıflandırılmaktadır. Yüksek yoğunlukta egzersiz yapabilmemiz, iskelet kaslarımızın egzersiz sırasında enerji gerektiren tüm işlemleri desteklemek için kullanılan ATP'nin hızla yerini alma kapasitesine bağlıdır. İskelet kasında ATP üreten iki metabolik sistem 'anaerobik' ve 'aerobik' olarak tanımlanmaktadır. Futbol maçı esnasında, oyuncuların 10-12 km'lik bir mesafe kat ettiği bilinmektedir. Aerobik metabolizmanın futbol maçının enerji maliyetinin % 90'ını sağladığı tahmin edilmektedir (119).

Yüksek ATP üretim hızı anaerobik enerji metabolizması tarafından sağlanırken, kalbin ve diğer organların fizyolojik işlevleri devam eden aerobik metabolizmadan türetilen ATP tarafından desteklenir. ATP'nin anaerobik üretimi, PCr ve bir glikoz polimeri olan glikojen depolarının bozulmasıyla desteklenir. İskelet kası ATP'den yaklaşık beş kat daha fazla PCr içerir ve devam eden aerobik metabolizma ile yeniden sentezlenir. Kas glikojeni, ATP'yi hızlı bir şekilde üretmek için kasılma sırasında parçalanır, ancak işleme laktat ve hidrojen iyonlarının üretimi eşlik eder. Dayanıklılık ve yüksek yoğunluklu aralıklı antrenman, yağ asidi oksidasyonunun, antrenmandan daha yüksek egzersiz yoğunluklarında enerji metabolizmasına katkıda bulunmasını sağlayan iskelet kaslarının aerobik kapasitesini artırır (119).

Futbol oyuncularının hem aerobik hem de anaerobik performansın özelliklerini kapsadığı ve bir maç boyunca yüksek yoğunluklu aralıklı tip egzersiz yapma yeteneği ile güçlü bir bağlantıya sahip oldukları görülmektedir (120).

BCAA'lar, asetil-CoA ve Süksinil-CoA ile ara bileşiklerin TCAdöngüsünün önemli öncüleridir ve egzersizle indüklenen serum BCAA oksidasyonunun modülasyonu yoluyla enerji üretiminde rol alabilirler. Yapısal ve kasılma proteinleri sentezinin kurucu unsurları olarak bulunmalarına ek olarak, BCAA'lar da sinyal molekülleri olarak kabul edilmektedir (121) .

Amino asitler kas proteininin yapı taşları olmasına rağmen, iskelet kası için bir enerji kaynağı görevi görürler. BCAA, kas içinde kendi a-keto asitlerine transamine

edilir. Bunlar daha sonra karaciğerde glukoneogenez için kullanılır. Dayanıklılık egzersizi sırasında, BCAA havuzu kas protein yıkımıyla korunmaktadır (121).

Kas protein sentezi (MPS) ile kas protein yıkımı (MPB) arasındaki bir eşitsizlik kas protein hipertrofisine (örneğin egzersiz eğitimi ve beslenme) veya kas kaybına/atrofiye (örneğin sarkopeni, hareketsizlik, yetersiz beslenme ve kas kaybı) yol açabilmektedir. Kasın vücudun proteinin yaklaşık yarısını içerdiği göz önüne alındığında, kas kaybı önemli bir konudur. Fiziksel hareket, enerji metabolizması, bağışıklık ve sıcaklık düzenlemesinde uyum rollerini yerine getirebilmesi için kas kalitesinin ve kütlenin korunması gereklidir. Ek olarak, mevcut en büyük protein kaynağı olarak (~% 15–20 protein/ doku ağırlığı), kas, hepsi stres dönemlerinde gerekli olan su, mineraller, vitaminler ve AA'lar için bir rezervuar görevi görmektedir (122).

Diğer esansiyel amino asitler karaciğerde katabolize edilirken, BCAA'ların esasen iskelet kaslarında metabolize olması, BCAA takviyesinin, egzersize bağlı kas hasarını veya sonuçlarını önlemek veya en azından hafifletmek için potansiyel bir beslenme stratejisi olarak kabul edilmiştir. Egzersiz sırasında azalan kas protein yıkımı ve reaktif oksijen türlerinin temizlenmesi egzersizin neden olduğu kas hasarı sonra gözlenen yapısal ve metabolik değişiklikleri hafifletebilir. BCAA'ların tüketimi ve özellikle lösin ile ilişkili anabolik etkinin, proteinlerden oluşan bir kısımdaki değişmiş kas dokularının onarım sürecinin potansiyel bir promotörü olduğu düşünülmektedir (121).

Egzersiz ile başlatılan uyarlamaların beslenme ile güçlendirilebileceği veya azaltılabileceği giderek daha belirgin hale gelmektedir. Egzersiz sonrası proteinli besin maddeleri alınmadığı takdirde net protein sentezinin düşük olduğu ve kasın aslında negatif protein dengesinde olabileceği iyi bilinmektedir. Ayrıca karbonhidrat mevcudiyetinin azaltılmasının kastaki spesifik uyarlamaları desteklediğine dair kanıtlar vardır. Buna karşılık, yüksek doz antioksidan takviyesi, futbolcularda idman adaptasyonlarını azaltma potansiyeline sahiptir. Bu durumlar futbolcuların ergojenik yardımcıları arayışı içerisinde girmesine sebep olmaktadır (123).

İdman adaptasyonlarını arttırdığı iddia edilen bazı takviyeler bulunmaktadır. Bunların başında, protein sentezini uyarmada önemli bir işlevi olan bir

amino asit olan lösin gelmektedir. Bununla birlikte, enerji metabolizmasının spesifik yönlerini geliştirmek için başka birçok takviye besin maddeleride önerilmektedir (123).

Uzun süreli ve yoğun egzersiz geçici fizyolojik strese, inflamasyon ve oksidatif strese bağlı biyo belirteçlerde yükselmelere, immün fonksiyon bozukluğuna ve konakçı patojen savunmasında bozulmalara neden olmaktadır. Sporculara yönelik beslenme desteği, gelişen bir bilimsel araştırma alanıdır. Çeşitli beslenme ürünlerinin, egzersize bağlı fizyolojik stres göstergelerine karşı önlem olabileceği düşünülmektedir (124).

Nieman ve ark. Pistacia Vera'nın, protein, karbonhidrat, lipit, mineraller (özellikle bakır, demir, magnezyum), potasyum, B6 vitaminleri ve tiamin, karotenoidler, fitosteroller ve fenolik asitler içeren, ayrıca suda ve yağda çözünen antioksidanlar için en iyi kaynaklardan biri olduğunu bildirmişlerdir (124).

Bu çalışmada; zengin antioksidan aktiviteye sahip Antep fıstığı'nın, futbolun performans metabolizması üzerindeki etkileri incelendi. Literatürde ilk defa yapılan bu çalışmada amino asit ve karnitin parametreleri incelendi. Aynı idman programı uygulanan her iki grup arasında idman öncesi anlamlı bir fark görülmezken, idman programı ve Antep fıstığı tüketimi sonrasında iki grup arasında amino asit ve karnitin parametrelerinde artış ve azalmalar olduğu tespit edilmiştir.

Histidin amino asit düzeyleri fıstık tüketen grupta artarken, kontrol grubunda azaldığı görülmüştür (Tablo 8.4.). His amino asidi büyüme ve dokuların onarılması için kullanılan bir amino asittir. İskelet kasında baskın ve bol miktarda bulunmaktadır. Karnosin sentezinde öncül amino asitlerden biri olduğu bilinmektedir (125).

Trexler ve ark. karnosinin ağırlıklı olarak iskelet kası içinde depolandığını bildirmiştir. Karnosin parçalanmasını katalize eden enzim olan karnosinaz, insanlarda serumda ve çeşitli dokularda bulunur, ancak iskelet kasında yoktur. Karnosin hücre içi proton tamponu olarak rol alır ve karnosinin yokluğu daha hızlı yorgunluk ve asidozla sonuçlanır. Egzersiz sırasında yüksek oranda üretilen ROS'un kas yorgunluğuna ve egzersize bağlı kas hasarına sebep olabileceğini göstermiştir. Karnosin egzersiz sırasında antioksidan gibi hareket ederek oksidatif stresi azattığı görülmüştür. Karnosin sentezi için hızı sınırlayan öncül madde olarak, Histidin takviyesinin futbolcularda performansı iyileştirdiği ve idman kalitesini artırdığı görülmüştür (66).

Taurin amino asit düzeyleri fıstık tüketen grupta artarken, kontrol grubunda değişmediği görülmüştür (Tablo 8.4.). Taurin, hücre içi serbest kalsiyum konsantrasyonunun modülasyonunda rol oynamaktadır. Taurin protein sentezinde kullanılmayan az sayıda amino asitten biri olduğu bilinmektedir (126).

Luca ve ark. taurinin, enerji verici ve yorgunluk önleyici bileşik olarak iddia edilen etkileri ile bilinmekte olduğunu bildirdi. Sporcuların gıda takviyesi olarak kullandığı enerji içeceklerinde aktif olarak bulunan iki maddeden biridir. Taurinin enerji içeceklerinde bulunmasının bir diğer sebebinin kafeinin kardiyovasküler etkilerine karşı vücudu korumak olduğu düşünülmektedir (83).

Higgins ve ark. taurinin, nörotransmitter olarak görev yapan bir amino asit olduğunu bildirdi. Taurinin, iskelet kası kasılma fonksiyonunu modüle ederek egzersiz kapasitesini ve performansını artırma yeteneği gösterirken egzersiz kaynaklı DNA hasarını azaltabileceğini bildirdi (81).

Triptofan amino asit düzeyleri fıstık tüketen grupta değişmezken, kontrol grubunda azaldığı görüldü (Tablo 8.4.). Triptofan serotonin ve melatonin sentezinde kullanılan bir amino asittir (49). Strasser ve ark. Sporcularda aerobik egzersiz sonucu ölçülen triptofan seviyelerinin egzersiz öncesine göre anlamlı olarak düştüğünü bildirdi. Bununla birlikte kas yorgunluğu ile ilgili olabileceğini ve performansı düşürdüğünü bildirdi (127).

Valin ve tirozin amino asit düzeylerinin fıstık tüketen grupta anlamlı olarak azaldığı görüldü (Tablo 8.2.). Valin amino asidinin vücudun nitrojen dengesini sağladığı ve glikoz stoklarını koruduğu bilinmektedir (49).

Würtz ve ark. Valin ve Tirozin amino asitlerinin tip 2 diyabet riski ile ilişkisinin olduğunu ve insülin direncine aracılık ettiğini bildirmektedir. İnsülin direnci, tip 2 diyabetin patogenezinde temel problemdir. Bu durum, yetişkinliğin erken dönemlerinde diyabet için artan risk ile ilişkilidir. Genç erişkinlerde bozulmuş insülin duyarlılığı sıklıkla dislipidemik bir profilden önce gelmekte ve kardiyovasküler hastalık gelişimine katkıda bulunmaktadır. Bununla birlikte normoglisemik kişilerde bile insülin direncinde belirgin olarak amino asitlerin ilişkisi görülmektedir. Bu amino asitlerin gelecekteki

diyabet riskine aracılık ettiği ve insülin direncinin gelişiminde belirleyici olduklarını göstermektedir (128).

Bi ve ark. Karaciğer, pankreas, endometriyum, kolorektal, meme ve mesane gibi birçok kanser türünün tip 2 diyabet hastalarında daha sık geliştiğini bildirmektedir. Hiperinsülinemi ile birlikte insülin direnci tip 2 diyabet ve kanserler arasında doğrudan bağlantı için olası temel mekanizmalardan biri olarak bilinmektedir. Kanser hücreleri Serin amino asidini DNA sentezi, yeni kan damarları oluşturmak ve bütün protein içeriklerini çoğaltmak için kullanmaktadır. Amino asitler protein sentezi için gerekli olduğu gibi tümör büyüme faktörleri olarak çalışmaktadır (129). Tümör hücreleri, glukoz alımını arttırarak amino asit ve vitaminler gibi diğer molekülleri, tümör olmayan hücelere göre daha yüksek seviyelerde biriktirmektedir (130).

Aquilani ve ark. amino asitlerin, kalp protein-enerji metabolizması için çok önemli bir rol oynadığını bildirmektedir. Enerji metabolizmasının düzenleyicileri olarak çok miktarda amino asit kullanılmaktadır. Yüksek miyokard anabolik aktivitesi ve kardiyomiyosit enerji yetersizliği nedeniyle kalp yetmezliği sırasında kalbin amino asitlere olan bağlılığı artmaktadır. Ventrikül duvarının anabolik aktivitesi, her iki yüksek ventrikül basıncı seviyesi ile indüklenerek, miyokard substratı yağ asidi oksidasyonundan glukoz oksidasyonuna kaymaktadır (131).

Arteriyel amino asitlerin küçük artışları, miyokard amino asitlerin alımının orantısız bir şekilde artmasına neden olmaktadır. Kalpte amino asitlerin yetersizliği, yağ asidi oksidasyonu, glukoz oksidasyonu için mitokondriyal TCA döngüsü, anaerobik koşullar altında mitokondriyal enerji oluşumu için miyokard enerji oluşumunun altında yatan bazı önemli mekanizmaları değiştirerek kalp enerji açığına arttırmaktadır (131).

Metiyonin amino asit miktarının azalması mitokondriyal aerobik enerji üretimini daha da arttırabilmektedir. Bunun sebebi, bu amino asitlerin yağ asidi oksidasyonu için gerekli olan hem karnitini hem de enerji depolaması ve kasılma miyofibrillerine taşınması için gerekli kreatini oluşturmasıdır (131).

Sistein, Metiyonin ve Taurin amino asit konsantrasyonunun azalması, kalp oksidatif stresini arttırabilmektedir. Özellikle Sistein amino asidi, kalbin anti-oksidatif kapasitesine zarar verebilmektedir. Taurin; Metiyonin ve Sistein ile

sentezlenmektedir. Taurin antioksidan özelliğe sahiptir. Bu nedenle düşük Taurin, hücre içi ve mitokondriyal kalsiyum aşırı yüklenmesine neden olduğu gibi oksidatif stresi de artırabilmektedir (131).

Bu çalışmada; karnitin parametreleri incelendiğinde fıstık tüketen grupta CO, C2, C4, C5:1, C5DC, C6, C10, C10:1, C12, C14, C14:1 ve C14:2, anlamlı olarak yükseldiği görüldü (Tablo 8.13.). L-Karnitin iskelet kasında, mitokondriyal yağ asidi translokasyonu CPT1 için bir substrattır. L-Karnitin yüksek yoğunluklu egzersiz sırasında, asetilkarnitin oluşumu, canlı bir serbest ko-enzim A havuzunun bakımı için esastır. Böylece PDC ve TCA akışının devam etmesini sağlamaktadır (86).

Wall ve ark. oral karnitin alımının gıda takviyesi olarak alınabileceğini desteklemiştir. Asıl öncül kas karnitin içeriğinin artması kas yağ oksidasyonunu artıracak ve kas glikojen tükenmesini geciktirecek olmasıdır. Bununla birlikte karnitin alımının, kas yakıt metabolizması veya egzersiz performansını arttırıcı yönde etkili olabileceğini göstermiştir (86).

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada; literatürde ilk defa idman öncesi ve idman sonrasında Antep fıstığı'nın futbolcularda metabolit profili üzerindeki etkileri incelendi. Bu metabolik çalışmada serbest amino asit ve karnitin değerleri LC-MS yöntemi ile incelendi. Esansiyel amino asit olan Treonin ve Valin amino asit değerlerinin idman sonrasında anlamlı olarak azaldığı tespit edilmiştir. Esansiyel olmayan amino asitlerden Serin amino asit değerinin idman sonrasında anlamlı olarak arttığı, Alanin ve Tirozin amino asitlerinin ise anlamlı olarak azaldığı tespit edilmiştir.

CO, C2, C5:1, C5DC, C10, C10:1, C12, C14, C14:1 ve C14:2 karnitin değerlerinde meydana gelen anlamlı artış fıstığın karnitin metabolizması üzerindeki olumlu etkisini ortaya koymaktadır.

Bu çalışmada; Antep fıstığı'nın gıda takviye ürünü olarak kullanılma potansiyeline sahip olduğu tespit edilmiş olup örneklem sayısı artırılarak sonraki çalışmalarda diğer biyokimyasal parametreler için yol gösterecektir.

7. KAYNAKLAR

1. Mendeş B. Profesyonel Futbolcular ile Sedanterlerde Akut Egzersiz ile Oluşan Total Oksidan ve Total Antioksidan Kapasitenin Karşılaştırılması. Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi Anabilim Dalı Doktora Tezi. Elazığ: Fırat Üniversitesi; 2012.
2. Arslan C, Bingölbalı A, Kutlu M, Baltacı AK. Voleybol ve Atletizm Sporunun Kız Çocukların Hematolojik ve Biyokimyasal Parametrelerine Etkisi. Gazi Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksek Okulu Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi; 1997; 11: 2, 28-34.
3. Baltacı AK, Moğulkoç R, Üstündağ B, Koç S, Özmerdivenli R. Sporcu Genç Kızlarda Bazı Hematolojik Parametreler İle Plazma Proteinleri Ve Serum Çinko, Kalsiyum, Fosfor Düzeyleri. Gazi Üniversitesi Beden Eğitimi Spor Bilim Dergisi 1998; (3), 21-30.
4. Nikocic Z, Ilic N. Maximal Oxygen Uptake In Trained And Untrained 15 Year Old Boys. Br J Sports Med 1992; 26: 36-38.
5. Karatosun H. Egzersiz ve Spor Fizyolojisi. Isparta: Altıntuğ Matbaası; 2008. s. 5.
6. Chapple ILC. Reactive oxygen Species And Antioxidants In Inflammatory Diseases. J Clin Period 1997; 24:287-296.
7. Gürdöl F, Ademoğlu E. Biyokimya. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri; 1. Baskı. 2010. s. 829-836.
8. Günay M, Yüce Aİ. Futbol Antremanının Bilimsel Temelleri. Ankara: Gazi Kitabevi; Genişletilmiş 3. Baskı. 2008. s. 23-385.
9. Tayar M, Haşıl Korkmaz N. Beslenme Sağlıklı Yaşam. Ankara: Nobel Kitabevi; Genişletilmiş 2. Baskı. Aralık 2007. s. 208-210.
10. Blomstrand E, Eliasson J, Karlsson HK, Kohnke R. Branched-chain Amino Acids Activate Key Enzymes In Protein Synthesis After Physical Exercise. J Nutr 2006; 136 (1 Suppl), p. 269 - 273.

11. Hoffman JR, Ratamess NA, Kang J, Falvo MJ, Faigenbaum AD. Effect of Protein Intake On Strength, Body Composition And Endocrine Changes In Strength/Power Athletes. *J Int Soc Sports Nutr* 2006; 3, 12-18.
12. Gürsoy N, Bicici M. Çukurova Bölgesi Yerfıstıklarında Hasat ve Depo Koşullarında Oluşan Toplam Aflatoksinin Araştırılması. II. Ulusal Mikotoksin Sempozyumu: 23-24 Mayıs, İstanbul; 2005; s40-47.
13. Dreher Mark L. Pistachio Nuts: Composition And Potential Health Benefits. *Nutrition Reviews* Vol 2012; 70 (4):234-240.
14. Morton LW, Caccetta Rima AC, Puddey IB, Croft KD. Chemistry and Biological Effects Of Dietary Phenolic Compounds: Relevance To Cardiovascular Disease. *Clin Exp Pharmacol Physiol* 2000; 27, 152–159.
15. Kris-Etherton PM, Hecker KD, Bonanome A, Coval SM, Binkoski AE, Hilpert KF. Et al. Bioactive Compounds in Foods: Their Role In The Prevention Of Cardiovascular Disease And Cancer. *Am J Med Sci* 2002; 113, 71–88.
16. Baltacı Y. Diyete Antep Fıstığı Eklenmesinin Lipit Parametreleri, Oksidan-Antioksidan Sistem ve Endotel Fonksiyonları Üzerine Etkisi. Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi Uzmanlık Tezi. 2009.
17. Ünal M. Egzersiz Fizyolojisi. İstanbul: İstanbul Tıp Kitabevi; 1. Baskı.2019. s.11-12.
18. Hawley JA, Hargreaves M, Joyner MJ, Zierath JR. Integrative Biology of Exercise. *J cell* 2014 Nov 6; 159(4):738-49.
19. Akgün N. Egzersiz Fizyolojisi. İzmir: Ege Üniversitesi Yayınları; 1994. s. 25-45
20. Günay M, Tamer K, Cicioğlu İ. Spor Fizyolojisi ve Performans Ölçümü. Ankara: Gazi Kitabevi;3. Baskı. 2013. s. 45-87.
21. Günay M, Cicioğlu İ. Kara E. Egzersize Metabolik ve Isı Adaptasyonu. Ankara: Gazi Kitabevi; 2006. s. 8-64.

22. Guyton CA, Hall EJ, Pocket Companion To Textbook Of Medical Physiology. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri; 2011. s. 646.
23. Baysal A. Beslenme. Ankara: Hacettepe Üniversitesi Yayınları;5. Baskı. 1990. s. 10.
24. Taşkın M. Beslenme Fizyolojisi ve Biyokimyası. Türkiye Klinikleri J Surg Med Sci 2007; 3(18):18-25.
25. Potgieter S. Sport nutrition: A Review Of The Latest Guidelines For Exercise And Sport Nutrition From the American College of Sport Nutrition, the International Olympic Committee and the International Society for Sports Nutrition. S Afr J Clin Nutr 2013; 26:6–16.
26. Sawka MN, Burke LM, Eichner ER, Maughan RJ, Montain SJ, Stachenfeld NS. American College of Sports Medicine Position Stand. Exercise and Fluid Replacement. Med Sci Sports Exerc 2007; 39, 377–390.
27. Slater G, Phillips SM. Nutrition Guidelines For Strength Sports: Sprinting, Weightlifting, Throwing Events, And Bodybuilding. J Sports Sci 2011; 29 p. 67–S77.
28. Smith C, Marks DA, Lieberman MM. Temel Tıbbi Biyokimyası Klinik Yaklaşım. Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri; 2007. s. 75.
29. Şakar Ş. Sporcularda Sağlıklı Beslenme. Türkiye Klinikleri J Cardiol-Special Topics 2010; 3 (2): 42-52.
30. Ersoy G, Rakıçioğlu N, Karabudak E. Özel Durumlarda Beslenme. Ankara: Kayhan Ajans; 2016. s.54.
31. Güneş Z. Spor ve Beslenme. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım; 5. Baskı. 2009. s. 35.
32. Kapat GL, Satış C, Baar K, Bermon S. Nutrition for the Prevention and Treatment of Injuries in Track and Field Athletes. Int J Spor Nutr Egzersiz Metab 2019; Mar 1;29(2):189-197.
33. Nieman DC. Immune Response To Heavy Exertion. J Appl Physiol 82: 1385–1394.

34. McLeay Y, Stannard S, Houltham S, Starck C. Dietary Thiols In Exercise: Oxidative Stress Defence Exercise Performance and Adaptation. *J Int Soc Sports Nutr* 2017 Apr 27;14:12.
35. Nieman DC. Immunonutrition Support for Athletes. *Nutr Rev* 2008; 66: 310–320.
36. Champe CP, Harvey AR, Ferrier RD. Lippincott's Illustrated Reviews Biyokimya. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi; 2007. s. 1 - 83.
37. Nizamlıoğlu M, Çumralıgil B. Spor ve Beslenme. Selçuk Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Yayınları; 2001. s. 25.
38. Coyle EF, Coyle E. Antrenmandan Sonra Toparlanmayı Hızlandıran Karbonhidratlar. *Spor ve Tıp Derg* 1993; 2-3, 27-31.
39. Hargreaves M, Farrell PA, Joyner MJ, Caizozzo VJ. The Metabolic Systems; Carbohydrate Metabolism. *Advanced Exercise Physiology*. Philadelphia, PA: Lippincott Williams and Wilkins 2012. p. 3–391.
40. Spriet LL, Farrell PA, Joyner MJ, Caizozzo VJ. The Metabolic Systems; Lipid Metabolism. *Advanced Exercise Physiology*. Philadelphia, PA: Lippincott Williams and Wilkins 2012. p. 392–407.
41. Sidossis LS, Stuart CA, Shulman GI, Lopaschuk GD, Wolfe RR. Glucose Plus İnsulin Regulate Fat Oxidation By Controlling The Rate Of Fatty Acid Entry Into The Mitochondria. *J Clin Invest* 1996; 98: 2244–2250.
42. Wolfe RR. Metabolic Interactions Between Glucose And Fatty Acids In Humans. *Am J Clin Nutr* 1998. 67:519S–526S.
43. Maughan RJ. Handbook of Sports Medicine and Science, Sports Nutrition Blackwell Science; London: 2002. p3.
44. McArdle W, Katch FKV. Essentials of Exercise Physiology. Philadelphia, PA: Lippincott Williams/ Wilkins; 2000.
45. Jeffrey RB. Fueling for Performance. *Sports Health*. 2018 Jan/Feb; 10(1):47-53.

46. Guillet C, Boirie Y, Walrand S. An Integrative Approach To In Vivo Protein Synthesis Measurement: From Whole Tissue To Specific Proteins. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2004;7:531–538.
47. Güneş Z. Spor ve Beslenme. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım; 2. Baskı. 2000. s. 21.
48. Saghatelian A, McKinney MK, Bandell M, Patapoutian A, Cravatt BF. A Fatty-acid-regulated Class of N-acyl Taurines That Activates TRP ion channels. *Biochemistry* 2006; 45: 9007–9015.
49. Sunguroğlu K, Ülkar ES, Öztürk HS, Avcı A, Ergüder İB, Devrim E. *Biyokimya*. Ankara: Akademisyen Tıp Kitabevi; 2014. s. 17 - 143.
50. Liu S. Lipid Metabolites As Metabolic Messengers In Inter-Organ Communication. *Trends Endocrinol Metab* 2014; 25:356–363.
51. Thiele C, Spandl J. Cell Biology Of Lipid Droplets. *Curr Opin Cell Biol* 2008; 20:378–385.
52. Lass A, Zimmermann R, Oberer M, Zechner R. Lipolysis - A Highly Regulated Multi-Enzyme Complex Mediates The Catabolism Of Cellular Fat Stores. *Prog Lipid Res* 2011.50(1):14–27.
53. Jeukendrup AE. Regulation of Fat Metabolism In Skeletal Muscle. *Ann N Y Acad Sci* 2002;967:217–35.
54. Edward LM, Paul SML, James OH. Exercise Improves Fat Metabolism In Muscle But Does Not Increase 24-H Fat Oxidation. *Exerc Sport Sci Rev* 2009 Apr; 37(2): 93–101.
55. Taşkın M. Beslenme Fizyolojisi ve Biyokimyası. *Türkiye Klinikleri J Surg Med Sci* 2007; 3(18):18-25.
56. Jeffrey R. Bytomski. Fueling for Performance. Published Online 2018; 10(1): 47-53.
57. Guillet C, Boirie Y, Walrand S. An Integrative Approach To In Vivo Protein Synthesis Measurement: From Whole Tissue To Specific Proteins. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2004; 7:531–538.

58. Vliet SV, Beals JW, Martinez IG, Skinner SK, Burd NA. Achieving Optimal Post-Exercise Muscle Protein Remodeling in Physically Active Adults through Whole Food Consumption. *Nutrients* 2018; Feb 16; 10(2).
59. Pennings B, Koopman R, Beelen M. Exercising Before Protein Intake Allows For Greater Use Of Dietary Protein-Derived Amino Acids For De Novo Muscle Protein Synthesis In Both Young And Elderly Men. *Am J Clin Nutr* 2010; 93(2): 322–331.
60. Phillips SM, Tipton KD, Aarsland A. Mixed Muscle Protein Synthesis and Breakdown After Resistance Exercise In Humans. *Am J Physiol* 1997; 273 (1 Pt 1): E99–E107.
61. Stoll B, Burrin DG, Henry J, Yu H, Jahoor F, Reeds PJ. Dietary Amino Acids Are The Preferential Source Of Hepatic Protein Synthesis In Piglets. *J Nutr* 1998; 128: 1517–1524.
62. Dalle-Donne I, Rosi R, Giustarini D, Milzani A, Colombo R. Protein Carbonyl Groups As Biomarkers Of Oxidative Stress. *Clin Chim Acta* 2003; 329(1): 23–38.
63. Nelson DL, Cox MM. *Lehninger Biyokimyanın İlkeleri*. Ankara: Palme Yayıncılık; 2016. s. 71-79.
64. Mrakic-Sposta S, Gussoni M, Moretti S, Pratali L, Giardini G, Tacchini P. et al. Effects of Mountain Ultra-Marathon Running on ROS Production and Oxidative Damage by Micro-Invasive Analytic Techniques. *PloS One* 2015 Nov 5; 10(11).
65. Aksoy B. Türkiye'de 18-24 Yaş Bireylerde Plazma Amino Asit Ve Yağ Asidi Düzeyleri İle Beslenme Durumu Arasındaki İlişkiyi İncelemeye Yönelik Bir Araştırma. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beslenme ve Diyetetik Programı Doktora Tezi; 2016.
66. Trexler ET, Smith-Ryan AE, Stout JR, Hoffman JR, Wilborn CD, Sale C. et al. International society of Sports Nutrition Position Stand: Beta-Alanine. *J Int Soc Sports Nutr* 2015; 12:30.
67. Nie C, He T, Zhang W, Zhang G, Ma X. Branched Chain Amino Acids: Beyond Nutrition Metabolism. *Int J Mol Sci* 2018 Apr; 19(4): 954.

68. Fouré A, Bendahan D. Is Branched-Chain Amino Acids Supplementation an Efficient Nutritional Strategy to Alleviate Skeletal Muscle Damage. *Nutrients* 2017 Sep 21; 9(10).
69. Razak MA, Begum PS, Viswanath B, Rajagopal S. Multifarious Beneficial Effect of Nonessential Amino Acid, Glycine. *Oxid Med Cell Longev* 2017; 1716701.
70. Clark A, Mach N. The Crosstalk Between the Gut Microbiota and Mitochondria During Exercise. *Front Physiol* 2017; 8: 319.
71. Knuiman P, Hopman MTE, Mensink M. Glycogen Availability And Skeletal Muscle Adaptations With Endurance And Resistance Exercise. *Nutr Metab* 2015 (Lond). Dec 21;12:59.
72. Jacobs RA, Lundby C. Mitochondria Express Enhanced Quality As Well As Quantity In Association With Aerobic Fitness Across Recreationally Active Individuals Up To Elite Athletes. *J Appl Physiol* 2013; 114:344–350.
73. Shadel GS, Horvath TL. Mitochondrial ROS Signaling In Organismal Homeostasis. *J cell* 2015 Oct 22; 163(3):560-9.
74. Vecchio M, Currò M, Trimarchi F, Naccari S, Caccamo D, Ientile R. et al. The Oxidative Stress Response in Elite Water Polo Players: Effects of Genetic. *Epub* 2017 Jul 4; 7019694.
75. Mrakic-Spota S, Gussoni M, Moretti S, Pratali L, Giardini G, Tacchini P. et al. Effects of Mountain Ultra-Marathon Running on ROS Production and Oxidative Damage by Micro-Invasive Analytic Techniques. *Plos One* 2015 Nov 5; 10(11): e0141780.
76. Michael BR. Redox Interventions To Increase Exercise Performance. *J Physiol* 2016 Sep 15; 594 (18): 5125–5133.
77. Lucertini F, Gervasi M, D'Amen G, Sisti D, Rocchi MBL, Stocchi V. et al Effect of Water-Based Recovery On Blood Lactate Removal After High-Intensity Exercise. *PLos One* 2017 Sep 6; 12(9): e0184240.

78. Cruz RS, Aguiar RA, Turnes T, Penteado DR, Oliveira MF, Caputo F. Intracellular Shuttle: The Lactate Aerobic Metabolism. *Scientific World Journal* 2012; 420984
79. Muwonge H, Zavuga R, Kabenge PA, Makubuya T. Nutritional Supplement Practices Of Professional Ugandan Athletes: A Cross-Sectional Study. *eCollection* 2017; 14: 41.
80. Martínez-Sanz JM. Intended or Unintended Doping? A Review of the Presence of Doping Substances in Dietary Supplements Used in Sports. *Nutrients* 2017 Oct 4; 9(10).
81. Higgins JP, Tuttle TD, Higgins CL. Energy Beverages: Content and Safety 2010 Nov; 85(11): 1033-41.
82. Butts J, Jacobs B, Silvis M. Creatine Use in Sports. *Epub* 2018 Jan/Feb; 10(1): 31-34.
83. De Luca A, Pierno S, Camerino DC. Taurine: The Appeal Of A Safe Amino Acid For Skeletal Muscle Disorders. *J Transl Med* 2015 Jul 25; 13:243.
84. Longo N, Frigeni M, Pasquali M. Carnitine transport and fatty acid oxidation. *Biochim Biophys Acta* 2016 Oct; 1863 (10): 2422-35.
85. Günhan R.S. Süt Ve Süt Ürünlerinde Karnitin Düzeyleri. Sağlık Bilimleri Enstitüsü Besin Hijyeni Ve Teknolojisi Anabilim Dalı Doktora Tezi. Selçuk Üniversitesi. Konya-2014.
86. Wall BT, Stephens FB, Constantin-Teodosiu D, Marimuthu K, Macdonald IA, Greenhaff PL. Chronic Oral Ingestion Of L-Carnitine And Carbohydrate Increases Muscle Carnitine Content And Alters Muscle Fuel Metabolism During Exercise In Humans. *J Physiol* 2011 Feb 15; 589(Pt 4): 963-73.
87. Fielding R, Riede L, Lugo JP, Bellamine A. L-Carnitine Supplementation in Recovery after Exercise. *Nutrients* 2018 Mar 13; 10 (3).
88. Bingol K, Brüsweiler R. Multidimensional Approaches to NMR-Based Metabolomics. *Anal Chem* 2014 Jan 7; 86(1): 47-57.

89. Liu X, Locasale JW. Metabolomics: A Primer. *Trends Biochem Sci* 2017 Apr; 42(4): 274-284.
90. Peng B, Li H, Peng XX. Functional Metabolomics: From Bio Marker Discovery To Metabolome Reprogramming. *Protein Cell* 2015 Sep; 6(9): 628-37.
91. Huffman KM, Koves TR, Hubal MJ, Abouassi H, Beri N, Bateman LA. et al Metabolite Signatures Of Exercise Training In Human Skeletal Muscle Relate To Mitochondrial Remodelling And Cardiometabolic Fitness. *Diabetologia* 2014 Nov; 57(11): 2282-95.
92. Xiao Q, Moore SC, Keadle SK, Xiang YB, Zheng W, Peters TM. et al Objectively Measured Physical Activity And Plasma Metabolomics In The Shanghai Physical Activity Study. *Nt J Epidemiol* 2016 Oct; 45(5): 1433-1444.
93. Deng L, Gu H, Zhu J, Nagana GA, Djukovic D, Chiorean EG. et al Combining NMR and LC/MS Using Back ward Variable Elimination: Metabolomics Analysis of Colorectal Cancer, Polyps, and Healthy Controls. *Anal Chem* 2016 Aug 16; 88(16): 7975-83.
94. Markley JL, Brüschweiler R, Edison AS, Eghbalnia HR, Powers R, Raftery D. et al The future of NMR-based metabolomics. *Curr Opin Biotechnol* 2017 Feb; 43:34-40.
95. Zhou B, Xiao JF, Tuli L, Ressom HW. LC-MS-based metabolomics. *Mol Biosyst* 2012 Feb; 8(2): 470-81.
96. Bergstrom J, Furst P, Hultman E. Free Amino Acids In Muscle Tissue And Plasma During Exercise In Man. *Clin Physiol* 1985; 5:155–160.
97. Poortmans JR, Carpentier A, Pereira-Lancha LO, Lancha JA. Protein Turnover, Amino Acid Requirements And Recommendations For Athletes And Active Populations. *Braz J Med Biol Res* 2012 Sep; 45(10): 875–890.
98. Liu Z, Barrett EJ. Human Protein Metabolism: Its Measurement And Regulation. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2002; 283: E1105–E1112.

99. Vingren JL, Kraemer WJ, Ratamess NA, Anderson JM, Volek JS, Maresh CM. Testosterone Physiology In Resistance Exercise And Training: The Up-Stream Regulatory Elements. *Sports Med* 2010; 40:1037–1053.
100. Mascher H, Ekblom B, Rooyackers O, Blomstrand E. Enhanced Rates of Muscle Protein Synthesis And Elevated Mtor Signalling Following Endurance Exercise In Human Subjects. *Acta Physiol* 2011; 202:175–184.
101. Burd NA, West DW, Staples AW, Atherton PJ, Baker JM, Moore DR. Low-load High Volume Resistance Exercise Stimulates Muscle Protein Synthesis More Than High-Load Low Volume Resistance Exercise In Young Men. *Plos One* 2010; 5: e12033.
102. Apro W, Blomstrand E. Influence of Supplementation With Branched-Chain Amino Acids In Combination With Resistance Exercise on p70S6 Kinase Phosphorylation In Resting And Exercising Human Skeletal Muscle. *Acta Physiol* 2010; 200, 237–248.
103. Rennie MJ, Edwards RH, Davies CT, Krywawych S, Halliday D, Waterlow JC. Protein and Amino Acid Turnover During And After Exercise. *Biochem Soc Trans* 1980; 8: 499–501.
104. Wall BT, Stephens FB, Constantin D, Marimuthu K, Macdonald IA, Greenhaff PL. Chronic Oral Ingestion Of L-Carnitine And Carbohydrate Increases Muscle Carnitine Content And Alters Muscle Fuel Metabolism During Exercise In Humans. *J Physiol* 2011 Feb 15; 589 (Pt 4): 963-73.
105. Fielding R, Riede L, Lugo JP, Bellamine A. L-Carnitine Supplementation in Recovery after Exercise. *Nutrients* 2018 Mar 13; 10(3).
106. Wang Y, Sun Y, Jiang T. A Novel PCCA Mutation in a Patient With Late-Onset Propionic Acidemia Identified by Genetic Diagnosis Panel. *Front Pediatr* 2018 Aug; 21; 6:233.
107. Tashiro K, Kaida Y, Yamagishi SI, Tanaka H, Yokoro M, Yano J. et al. L-Carnitine Supplementation Improves Self-Rating Depression Scale Scores in Uremic

Male Patients Undergoing Hemodialysis. *Lett Drug Des Discov* 2017 Jun; 14(6):737-742.

108. Bene J, Komlósi K, Havasi V, Talián G, Gasztonyi B, Horváth K. et al. Changes of plasma fasting carnitine ester profile in patients with ulcerative colitis. *World J Gastroenterol* 2006 Jan; 7; 12(1): 110-3.

109. Lehmann R, Zhao X, Weigert C, Simon P, Fehrenbach E, Fritsche J. et al. Medium Chain Acylcarnitines Dominate The Metabolite Pattern In Humans Under Moderate Intensity Exercise And Support Lipid Oxidation. *Plos One* 2010 Jul; 12; 5(7): e11519.

110. Li S, Sun C, Gu Y, Gao X, Zhao Y, Yuan Y. Et al. Mutation of IDH1 Aggravates The Fatty Acid-Induced Oxidative Stress in HCT116 Cells By Affecting The Mitochondrial Respiratory Chain. *Mol Med Rep* 2019 Apr; 19(4): 2509-2518.

111. Shibata N, Hasegawa Y, Yamada K, Kobayashi H, Purevsuren J, Yang Y. et al. Diversity in the Incidence And Spectrum Of Organic Acidemias, Fatty Acid Oxidation Disorders, And Amino Acid Disorders In Asian Countries: Selective Screening vs. Expanded Newborn Screening. *Mol Genet Metab Rep* 2018 May; 21; 16:5-10.

112. Koyuncu İ, Koçyiğit A, Dikme R, Selek Ş. Phytherapeutic Properties of Urfa Pistachio Nuts (*Pistacia Vera L.*). *Bezmialem Science* 2018; 6(3): 200-5.

113. Motalebipour EZ, Kafkas S, Khodaeiaminjan M, Çoban N, Gözel H. Genome Survey Of Pistachio (*Pistacia Vera L.*) by Next Generation Sequencing: Development of Novel SSR Markers And Genetic Diversity In *Pistacia* Species. *BMC Genomics* 2016.17: 998

114. Bonnie J, Brehm PHD, Barbara LL, Suzanne SS, Jane AB, Gina MG. et al. D'Alessio DA. One-year Comparison Of A High-Monounsaturated Fat Diet With A High-Carbohydrate Diet In Type 2 Diabetes. *Diabetes Care* 2009; 32(2): 215–220.

115. Satil F, Azcon N, Baser KHC. Fatty Acid Composition Of Pistachio Nuts in Turkey. *Chem Nat Compd* 2003; 39: 322–324.

116. Koçyiğit A, Koylu AA, Keles H. Effects of Pistachio Nuts Consumption On Plasma Lipid Profile And Oxidative Status In Healthy Volunteers. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 2006; 16: 202–209.

117. Sari I, Baltacı Y, Davutoğlu V, Erel O, Çelik H, Ozer O. ve ark. Effect of Pistachio Diet On Lipid Parameters, Endothelial Function, İnflammation And Oxidative Status: a Prospective Study. *Nutrition* 2010; 26: 399–404.
118. Tomaino A, Martorana M, Arcoraci T, Monteleone D, Giovinazzo C, Saija A. Antioxidant Activity And Phenolic Profile Of Pistachio (*Pistacia Vera L*, variety Bronte) Seeds And Skins. *Biochimie* 2010; 92(9): 1115–1122.
119. Williams C, Rollo I. Carbohydrate Nutrition and Team Sport Performance. *Sports Med* 2015 Nov; 45 Suppl 1: s 13-22.
120. Nyakayiru J, Kristin LJ, Jorn T, Philippe JMP, Joan MS, Luc JCL. et al. Beetroot Juice Supplementation Improves High- Intensity Intermittent Type Exercise Performance in Trained Soccer Players. *Nutrients* 2017 Mar; 22; 9.
121. Ohtani M, Sugita M, Maruyama K. Amino Acid Mixture Improves Training Efficiency İn Athletes. *J Nutr* 2006 Feb; 136 (2): s 538-543.
122. Reidy PT, Rasmussen BB. Role of Ingested Amino Acids and Protein in the Promotion of Resistance Exercise-Induced Muscle Protein Anabolism. *J Nutr* 2016 Feb; 146(2): 155-83
123. Jeukendrup AE. Periodized Nutrition for Athletes. *Sports Med* 2017 Mar; 47 (Suppl): 51-63.
124. Nieman DC. Influence of Pistachios On Performance And Exercise-Induced İnflammation, Oxidative Stress, İmmune Dysfunction, And Metabolite Shifts İn Cyclists: A Randomized, Crossover Trial. *Plos One* 2014; 19; 9 (11): e113725.
125. Stegen S, Inge E, Louse D, Silvia V, Barbora C, Barbara U. et al. Muscle Histidine- Containing Dipeptides Are Elevated By Glucose İntolerance İn Both Rodents And Men. *Plos One* 2015 Mar; 24; 10(3): e0121062.
126. Chaban R, Kornberger A, Branski N, Buschmann K, Stumpf N, Beiras-Fernandez A. et al. In-vitro Examination Of The Positive İnotropic Effect Of Caffeine And Taurine, The Two Most Frequent Active İngredients Energy Drinks. *BMC Cardiovasc Disord* 2017 Aug; 10; 17 (1): 220.

127. Strasser B, Daniella G, Markus S, Hannes G, Martin B, Deitmar F. et al. Effects of Exhaustive Aerobic Exercise on Tryptophan-Kynurenine Metabolism in Trained Athletes. PLoS One 2016 Apr; 28; 11(4): e0153617.

128. Würtz P, Soininen P, Kangas AJ, Rönnemaa T, Lehtimäki T, Kahönen M. et al. Branched-Chain and Aromatic Amino Acids Are Predictors of Insulin Resistance in Young Adults. Diabetes Care 2013 Mar; 36 (3): 648-55.

129. Bi X, Henry CJ. Plasma-Free Amino Acid Profiles Are Predictors Of Cancer And Diabetes Development. Nutr Diabetes 2017 Mar 13; 7 (3): e249.

130. Kulcsár G, Gaál D, Kulcsár PI, Schulcz Á, Czömpöly T. A Mixture Of Amino Acids And Other Small Molecules Present In The Serum Suppresses The Growth Of Murine And Human Tumors In Vivo. Int J Cancer 2013 Mar 1; 132 (5): 1213-21.

131. Aquilani R, Larovere MT, Corbellini D, Pasini E, Verri M, Barbieri A. et al. Plasma Amino Acid Abnormalities in Chronic Heart Failure. Mechanisms, Potential Risks and Targets in Human Myocardium Metabolism. Nutrients 2017 Nov 15; 9 (11).



8. EKLER

8.1. Ek-1. Etik Kurul Onay Formu


Evrak Tarih ve Sayısı: 17/01/2019-2412

HARRAN ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ Etik Kurul Kararı	
TARİH	: 07.01.2019
OTURUM	: 01
SAAT	: 13:00

HRÜ/19.01.32


Karar: Üniversitemiz Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı Dr. Öğr. Üyesi İsmail KOYUNCU'nun yürütücüsü olduğu "Şanlıurfa Fıstığının (Pistacia vera) Düzenli Idmanlı Futbolcuların Metabolit Profili (Amino Asit, Karnitin, Organik Asit vb. Biyokimyasal Markırlar) Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi" çalışmaya Etik Kurul onayı verilmesine,

Oy birliği ile karar verilmiştir.


ASLI GİBİDİR
Prof. Dr. Zehra YILMAZ
Etik Kurul Başkanı

Bu belge, 5070 sayılı Elektronik İmza Kanununa göre Güvenli Elektronik İmza ile imzalanmıştır

8.2. Ek – 2. Orjinallik Beyan Formu

	T.C. HARRAN ÜNİVERSİTESİ SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ
---	---

TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU VE BEYAN BELGESİ

Öğrencinin	
Numarası	:135302004
Adı, Soyadı	: Çimen SABAZ
Anabilim Dalı (Bölümü)	: Tıbbi BİYOKİMYA
Programı	: X Yüksek Lisans Doktora
Tezin Adı	: ANTEP FISTIĞI'NIN (<i>Pistacia vera</i>) DÜZENLİ İDMANLI FUTBOLCULARIN METABOLİT PROFİLİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

SAĞLIK BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

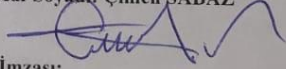
Yukarıda başlığı belirtilen yüksek lisans tez çalışmamın; *kapak sayfası, giriş, ana bölümler ve sonuç* kısımlarından oluşan toplam 86 sayfalık kısmına ilişkin, 14/05/2019 tarihinde şahsım/ danışmanım tarafından Turnitin adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orjinallik raporuna göre, benzerlik oranı % 18'dir.

Uygulanan filtrelemeler:

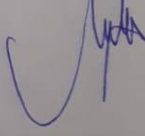
- 1- Kabul/Onay ve Bildirim sayfaları hariç,
- 2- Kaynakça hariç
- 3- Alıntılar hariç
- 4- 5 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Yukarıda bilgileri verilen tezin, Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu tarafından kabul edilen lisansüstü orjinallik raporu alınması uygulama esasları ile belirlenen azami benzerlik oranlarını aşmadığını ve bütün bilgilerin, akademik kurallara uygun olarak toplanıp sunulduğunu, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce ve sonuçları andığımı, blok şeklinde alıntılar yapmadığımı ve tüm alıntılar bilimsel atıf kuralları çerçevesinde kaynağını gösterdiğimi, Yükseköğretim Kurulu Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi ile Harran Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesinin 8. maddesinde yer alan etik ihlallerden herhangi birisinin yer almadığımı, etik ihlal tespiti halinde, Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca, diplomamın iptal edilmesini kabul ediyorum.

Gereğini saygılarımla arz ederim./...../2017

Tezi Hazırlayan Öğrencinin
Adı-Soyadı: Çimen SABAZ

İmzası:

Yukarıda yer alan raporun ve beyanın doğruluğunu onaylarım. 14/05/2019

Danışmanın
Unvanı-Adı-Soyadı: Dr. Öğr. Üyesi İsmail KOYUNCU

İmzası:

8.3. Ek- 3. Turnitin Raporu

14.05.2019 Turnitin

Turnitin Originality Report

Processed on: 14-May-2019 12:37 +03
ID: 1130240206
Word Count: 17735
Submitted: 1

tez By Çimen Sabaz

Similarity Index	Similarity by Source
18%	Internet Sources: 13% Publications: 4% Student Papers: 10%

1% match (Internet from 26-Aug-2018)
<https://www.rekreasyonist.com/adenozin-trifosfat-atp-nedir/>

1% match (publications)
[Antonio Tomaino, Maria Martorana, Teresita Arcoraci, Domenico Monteleone, Corrado Giovino, Antonella Saija, "Antioxidant activity and phenolic profile of pistachio \(Pistacia vera L., variety Bronte\) seeds and skins", Biochimie, 2010](#)

1% match (Internet from 28-Nov-2018)
<http://acikerisim.deu.edu.tr/xmlui/bitstream/handle/12345/10014/267003.pdf?sequence=>

1% match (publications)
[Maria Martorana, Teresita Arcoraci, Luisa Rizza, Mariateresa Cristani et al. "In vitro antioxidant and in vivo photoprotective effect of pistachio \(Pistacia vera L., variety Bronte\) seed and skin extracts", Fitoterapia, 2013](#)

1% match (Internet from 12-Jan-2016)
<http://tanjuvildon.tr.gg/Armino-asitler-ve-Proteinler.htm>

1% match (student papers from 04-Jun-2016)
[Submitted to Istanbul Gelisim University on 2016-06-04](#)

1% match (Internet from 27-Aug-2018)
<https://www.rekreasyonist.com/vaglarin-ve-proteinlerin-oksidasyonu/>

1% match (Internet from 14-May-2015)
http://www.yildiz.edu.tr/e-dergisi/p/1111823/tez_MARANGOZ_tez.pdf

1% match (Internet from 10-Apr-2019)
<http://acikerisim.selcuk.edu.tr:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/8506/195160.pdf?isAllowed=y&sequence=1>

< 1% match (Internet from 03-Apr-2019)
<https://atilayince.blog/2010/08/09/fitbolda-sivi-alimi/>

< 1% match (Internet from 08-May-2014)
<http://staff.neu.edu.tr/~turgay.osak/tez1.doc>

< 1% match (student papers from 07-Jun-2016)
[Submitted to Eastern Mediterranean University on 2016-06-07](#)

< 1% match (Internet from 24-Jun-2016)
<http://docplayer.biz.tr/6069879-Genomik-proteomik-metabolomik-kavramlarina-genel-bakis-ve-uygulama-alanlari.html>

< 1% match (student papers from 02-Jan-2018)
[Submitted to Gaziantep Aniversitesi on 2018-01-02](#)

< 1% match (Internet from 13-Jun-2016)
http://earsiv.atauni.edu.tr/xmlui/bitstream/handle/123456789/1425/song%C3%BCI_do%C4%9Fanay_tez.pdf?sequence=1&isAllowed=y

< 1% match (Internet from 19-Oct-2018)
<http://bezmalemscience.org/tr/makale/219/5/Tam-Metin>

< 1% match (Internet from 16-May-2015)

https://www.turnitin.com/newreport_printview.asp?eq=0&eb=0&esm=0&oid=1130240206&sid=0&n=0&m=2&svr=337&r=27.70957004736818&la... 1/26

8.4. Ek- 4. Tez Veri Giriş Formu

08.08.2019

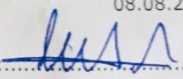
Ulusal Tez Merkezi | Tez Form Yazdır

T.C
YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
ULUSAL TEZ MERKEZİ

TEZ VERİ GİRİŞ FORMU

Referans No	10281671
Yazar Adı / Soyadı	ÇİMEN SABAZ
T.C.Kimlik No	59875181802
Telefon	5539208680
E-Posta	cimensabaz@hotmail.com
Tezin Dili	Türkçe
Tezin Özgün Adı	Antep Fıstığı'nın (Pistacia vera) Düzenli İdmanlı Futbolcuların Metabolit Profili Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi
Tezin Tercümesi	THE INVESTIGATION EFFECT OF PISTACHIO NUT(Pistacia vera) ON THE METABOLITE PROFILING OF REGULAR EXECUTIVE FOOTBALLERS
Konu	Biyokimya = Biochemistry
Üniversite	Harran Üniversitesi
Enstitü / Hastane	Sağlık Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı
Bilim Dalı	
Tez Türü	Yüksek Lisans
Yılı	2019
Sayfa	115
Tez Danışmanları	DR. ÖĞR. ÜYESİ İSMAİL KOYUNCU
Dizin Terimleri	
Önerilen Dizin Terimleri	

08.08.2019

İmza: 

<https://tez.vnk.gov.tr/il/ulusalTezMerkezi/tezFormYazdir.isn?sira=0>

1/1

8.5. Ek-5. Özgeçmiş

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : ÇİMEN SABAZ
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : SİİRT / 25.11.1984
Telefon : 0553 920 8680
e-mail : cimensabaz@hotmail.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: SİİRT/ Kurtalan Çok Programlı Lisesi SİİRT/Kurtalan	2001
Üniversite	: Dicle Üniversitesi /Atatürk Sağlık Yüksekokulu /Hemşirelik Bölümü DİYARBAKIR	2014
Yüksek Lisans	: Harran Üniversitesi /Sağlık Bilimleri Enstitüsü /Tıbbi Biyokimya A.B.D Haliliye /ŞANLIURFA	2019