

T.C.
İSTANBUL SABAHATTİN ZAİM ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BESLENME VE DİYETETİK ANABİLİM DALI
BESLENME VE DİYETETİK BİLİM DALI

SPORCULAR TARAFINDAN KULLANILAN
ERGOJENİK DESTEK ÜRÜNLERİNİN KAFEİN VE C
VİTAMİNİ İÇERİKLERİNİN BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mestan Hüseyin ÇİLEKÇİ

İstanbul
Ocak-2023

T.C.
İSTANBUL SABAHATTİN ZAİM ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
BESLENME VE DİYETETİK ANABİLİM DALI
BESLENME VE DİYETETİK BİLİM DALI

SPORCULAR TARAFINDAN KULLANILAN ERGOJENİK
DESTEK ÜRÜNLERİNİN KAFEİN VE C VİTAMİNİ
İÇERİKLERİNİN BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mestan Hüseyin ÇİLEKÇİ

Tez Danışmanı
Doç. Dr. Mustafa YAMAN

İstanbul
Ocak-2023

TEZ ONAYI

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürlüğüne,

Bu çalışma, jürimiz tarafından Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalı, Beslenme ve Diyetetik Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman Doç. Dr. Mustafa YAMAN

Üye Doç. Dr. Jale ÇATAK

Üye Dr. Öğr. Üyesi Hilal DEMİRKESEN-BİCAK

Onay

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Doç. Dr. Erhan İÇENER
Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ

Yüksek lisans tezi olarak hazırladığım “**Sporcular Tarafından Kullanılan Ergojenik Destek Ürünlerinin Kafein ve C Vitamini İçeriklerinin Belirlenmesi**” adlı çalışmanın öneri aşamasından sonuçlandığı aşamaya kadar geçen süreçte bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle uyduğumu, tez içindeki tüm bilgileri bilimsel ahlak ve gelenek çerçevesinde elde ettiğimi, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığımı, bu çalışmamda doğrudan veya dolaylı olarak yaptığım her alıntıya kaynak gösterdiğimi ve yararlandığım eserlerin kaynakçada gösterilenlerden oluştuğunu beyan ederim.

Mestan Hüseyin ÇİLEKÇİ

ÖN SÖZ

Yüksek lisans öğrenimimin süresince yol gösteren ve destek veren, çalışmamın planlanması, yürütülmesi ve değerlendirilmesi aşamalarında katkılarını esirgemeyen tez danışmanım Doç. Dr. Mustafa Yaman'a, Tez çalışmam sırasında laboratuvarın tüm imkanlarını kullanarak çalışmamı sağlayan İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi laboratuvarına ve araştırmalarına, Çalışmamın her aşamasında yardımını, desteğini, bilgi ve tecrübelerini esirgemeyen Dr. Öğretim üyesi Yener İNCE 'ye, çalışmam boyunca bana maddi manevi destek veren aileme,

Teşekkür ederim.

Mestan Hüseyin ÇİLEKÇİ
İstanbul-2023

ÖZET

SPORCULAR TARAFINDAN KULLANILAN ERGOJENİK DESTEK ÜRÜNLERİNİN KAFEİN VE C VİTAMİNİ İÇERİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Mestan Hüseyin ÇİLEKÇİ

Yüksek Lisans, Beslenme ve Diyetetik

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Mustafa YAMAN

Ocak, 2023-102 Sayfa

Ergojenik destekler, atletik performansı iyileştirebilen ve/veya antrenmana uyum yeteneğini geliştirebilen herhangi bir antrenman tekniği, mekanik ekipman, beslenme uygulaması, farmakolojik veya psikolojik yöntemlerdir. Bu, insanların egzersize hazırlanmalarına, egzersiz verimliliğini artırmalarına ve/veya egzersiz sonrası toparlanmayı iyileştirmelerine, sporcu yaralanmalarının tedavisine yardımcı olabilecek yardımcıları içerir. Bu çalışmada sporcular tarafından kullanılan bazı ergojenik destek ürünlerinin etiket bilgilerinde beyan ettikleri Kafein ve C vitamini miktarları ile ürün içerisindeki gerçek miktarlarını belirlemek ve karşılaştırmaktır. Örneklerdeki Kafein ve C vitamini miktarları yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) ile belirlenmiştir. Bu araştırmaya sporcular tarafından kullanılan 68 adet ürün alınmış, bu ürünlerde etiket beyanında Kafein ve C vitamini bulunanlar analiz edilmiştir. Örneklerdeki kafein miktarı 0-304±14 mg aralığında bulunmuştur. Örneklerdeki kafein miktarları etikete göre %0-142±6 aralığındadır. Örneklerdeki C vitamini miktarı 0-1294±58 mg aralığında bulunmuştur. Örneklerdeki C vitamini etikete göre %0-182±8 aralığındadır. Ürün örnekleri incelendiğinde etikette beyan edilen ve analiz sonucu bulunan kafein ve C vitamini miktarları arasında farklılıklar tespit edilmiştir. Örnek içeriklerinde etiket beyanlarına göre daha çok, daha az veya eşit miktarlarda oldukları tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ergojenik Destekler, Besin Destekleri, Kafein, C Vitamini

ABSTRACT

DETERMINATION OF CAFFEINE AND VITAMIN C CONTENT OF ERGOGENIC SUPPORT PRODUCTS USED BY ATHLETES

Mestan Hüseyin ÇİLEKÇİ

Master, Nutrition and Dietetics

Thesis Advisor: Associate Prof. Dr. Mustafa YAMAN

January, 2023 – 102 Pages

Ergogenic supplements are any training technique, mechanical equipment, nutritional practice, pharmacological or psychological method that can improve athletic performance and/or improve training adaptability. This includes aids that can help people prepare for exercise, increase exercise efficiency and/or improve post-exercise recovery, and treat athletic injuries. The aim of this study is to determine and compare the amount of caffeine and vitamin c declared in the label information of some ergogenic supplements used by athletes and their actual amounts in the product. Caffeine and vitamin C amounts in the samples were determined by high performance liquid chromatography (HPLC). 68 products used by athletes were included in this study, and those containing caffeine and vitamin C in the label statement were analyzed. The amount of caffeine in the samples was found in the range of 0-304±14 mg. According to the label in the samples, caffeine content is between %0-142±6 of the declared amounts. The amount of vitamin C in the samples was found in the range of 0-1294±58 mg. According to the label in the samples, vitamin C content is between %0-182±8 of the declared amounts. When the product samples were examined, differences were found between the amount of caffeine declared on the label and found as a result of the analysis. It has been determined that the sample contents are more, less or equal to the label declarations.

Keywords: Ergogenic Supplements, Nutritional Supplements, Caffeine, Vitamin C

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI.....	i
BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ.....	ii
ÖN SÖZ	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
TABLolar LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xi
SEMBOLLER LİSTESİ.....	xii
KISALTMALAR LİSTESİ.....	xiii
BİRİNCİ BÖLÜM	1
GİRİŞ	1
İKİNCİ BÖLÜM.....	9
GENEL BİLGİLER.....	9
2.1. Karbonhidrat	9
2.2. Protein	10
2.3. Dallı Zincirli Amino Asitler.....	11
2.4. Lösin.....	12
2.5. Whey proteini.....	12
2.6.Tirozin	13
2.7. Glutamin.....	13
2.8. Ornitin	14
2.9. Kreatin.....	15
2.10. Arjinin	15

2.11. Kafein.....	16
2.12. Beta alanin.....	18
2.13. Sitrulin.....	19
2.14. Pancar.....	20
2.15. Guarana	20
2.16. Taurin	21
2.17. B1 Vitamini (Tiamin).....	22
2.18. B2 Vitamini (Riboflavin)	22
2.19. B3 Vitamini (Niasin).....	23
2.20. Pantetonik Asit (B5 Vitamini)	23
2.21. B6 Vitamini (Piridoksal, Piridoksin, Piridoksamin)	24
2.22. B12 Vitamini.....	25
2.23. Biotin.....	25
2.24. Folik asit ve Folat.....	26
2.25. C Vitamini (Askorbik asit).....	26
2.26. A Vitamini.....	28
2.27. D Vitamini.....	28
2.28. E Vitamini	29
2.29. Magnezyum.....	30
2.30. Çinko	31
2.31. Fosfor	31
2.32. Kalsiyum	32
2.33. Potasyum.....	33
2.34. Sodyum	33
2.35. Demir	34
2.36. Selenyum.....	34

2.37. Krom	35
2.38. Kollajen	35
2.39. Metilsülformilmetan (MSM).....	36
2.40. Glikozamin Sülfat	37
2.41. Hyaluronik Asit	37
2.42. Kondrotin Sülfat.....	38
2.43. Koenzim Q10	38
2.44. D-riboz	39
2.45. Bromelain.....	39
2.46. Enerji İçecekleri	40
2.47. Sporcu İçecekleri.....	41
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM	42
MATERYAL VE METOT.....	42
3.1. Araştırmanın Amacı	42
3.2. Araştırmanın Zamanı, Yeri ve Örnekler	42
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM	46
BULGULAR.....	46
4.1. Ergojenik Destek Örneklerinin Kafein Miktarları	46
4.2. Egzersiz / Müsabaka Öncesi kullanılan ergojenik destek örneklerinin kafein miktarları.....	48
4.3. Enerji içeceği olarak kullanılan örneklerinin kafein miktarları	49
4.4. Ergojenik destek örneklerinin C vitamini miktarları	51
4.5. Egzersiz / Müsabaka öncesi kullanılan ergojenik destek örneklerinin c vitamini miktarları.....	53

4.6. Multivitamin / Vitamin olarak kullanılan ergojenik destek örneklerinin c vitamini miktarları.....	54
4.7. Sporcu yaralanmalarında kullanılan ergojenik destek örneklerinin C vitamini miktarları.....	56
4.8. Egzersiz / Müsabaka sonrası kullanılan ergojenik destek örneklerinin C vitamini miktarları.....	57

BEŞİNCİ BÖLÜM	59
----------------------------	-----------

TARTIŞMA	59
-----------------------	-----------

ALTINCI BÖLÜM	61
----------------------------	-----------

SONUÇ VE ÖNERİLER	61
--------------------------------	-----------

KAYNAKÇA	63
-----------------------	-----------

ÖZGEÇMİŞ	88
-----------------------	-----------

TABLULAR LİSTESİ

Tablo 1.1: Avustralya Spor Enstitüsü 'ne göre ergojenik desteklerin sınıflandırılması	4
Tablo 1.2: ISSN 'e göre ergojenik desteklerin sınıflandırılması.....	5
Tablo 3.1: Örneklerin Listesi	43
Tablo 4.1: Ergojenik destek örneklerinin kafein miktarları.....	46
Tablo 4.2: Egzersiz / Müsabaka öncesi kullanılan ergojenik destek örneklerinin kafein miktarları	48
Tablo 4.3: Enerji içeceği olarak kullanılan örneklerinin kafein miktarları.....	49
Tablo 4.4: Ergojenik destek örneklerinin c vitamini miktarları.....	51
Tablo 4.5: Egzersiz / Müsabaka öncesi Kullanılan ergojenik destek örneklerinin c vitamini miktarları.....	53
Tablo 4.6: Multivitamin / Vitamin olarak kullanılan ergojenik destek örneklerinin c vitamini miktarları.....	54
Tablo 4.7: Sporcu yaralanmalarında kullanılan ergojenik destek örneklerinin c vitamini miktarları.....	56
Tablo 4.8: Egzersiz / Müsabaka sonrası kullanılan ergojenik destek örneklerinin c vitamini miktarları.....	57

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 4.1: Ergojenik destek örneklerin kafein içeriklerinin grafik ile gösterimi.....	47
Şekil 4.2: Egzersiz / Müsabaka öncesi kullanılan ergojenik destek örneklerin kafein içeriklerinin grafik ile gösterimi.....	48
Şekil 4.3: Enerji içeceği olarak kullanılan örneklerin kafein içeriklerinin grafik ile gösterimi.....	50
Şekil 4.4: Ergojenik destek örneklerin c vitamini içeriklerinin grafik ile gösterimi..	52
Şekil 4.5: Egzersiz / Müsabaka öncesi kullanılan ergojenik destek örneklerin c vitamini içeriklerinin grafik ile gösterimi	53
Şekil 4.6: Multivitamin / Vitamin olarak kullanılan ergojenik destek örneklerin c vitamini içeriklerinin grafik ile gösterimi	55
Şekil 4.7: Sporcu yaralanmalarında kullanılan ergojenik destek örneklerin c vitamini içeriklerinin grafik ile gösterimi.....	56
Şekil 4.8: Egzersiz / Müsabaka sonrası kullanılan ergojenik destek örneklerin c vitamini içeriklerinin grafik ile gösterimi	58

SEMBOLLER LİSTESİ

%: Yüzde

g: Gram

kg: Kilogram

l: Litre

mg: Miligram

ml: Mililitre

mmol: Milimol



KISALTMALAR LİSTESİ

ABD: Amerika Birleşik Devletleri

ACSM: American College of Sports Medicine/ Amerikan Spor Hekimliği Koleji

ADP: Adenozin Difosfat

ATP: Adenozin Trifosfat

BCAA: Dallı Zincirli Amino Asitler

Ca: Kalsiyum

CoQ10: Koenzim Q10

DHEA: Dehidroepiandrosteron

DSHEA: Besin Destekleri Sağlık ve Eğitim Yasası (The Dietary Supplement Health and Education Act)

EAA: Esansiyel Amino Asitler

EAH: Egzersizle İlişkili Hiponatremi

EFSA: Avrupa Gıda Güvenliği Ajansı

FAD: Flavın Adenin Dinükleotit

FDA: Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi

GTBD: Gıda Takviyesi ve Beslenme Derneği

H: Hidrojen

HCLF: Yüksek Karbonhidratlı Düşük Yağlı

HIIT: Yüksek Yoğunluklu İnterval Antrenman

HMB: β -hidroksi β -metilbutirat

HPLC: Ultra Hızlı Sıvı Kromatografis

IOC: Uluslararası Olimpiyat Komitesi

ISSN: Uluslararası Spor Beslenmesi Örgütü

IU: İnternasyonel Ünite

LCHF: Düşük Karbonhidratlı Yüksek Yağlı

MP: Metalloproteinazlar

MSM: Metilsülformilmetan

NAD: Nikotinamid Adenin Dinükleotit

NADP: Nikotinamid Adenin Dinükleotit Fosfat

NDA: Beslenme ve Alerjiler

NFkB: nükleer faktör kappa B

NO: Nitrik Oksit

NO₃: Nitrat

RDA: Önerilen Besin Tüketimi

RM: Maksimum 1 Tekrar

SIT: Sprint İnterval Antrenmanı

T3: Triiyodotironine

T4: Tiroksini

TGK: Türk Gıda Kodeksi Sporcu Gıdaları

TPP: Tiamin pirofostar

VO_{2max}: Maksimum Oksijen Kapsitesi

WADA: Dünya Doping Ajansı

WHO: Dünya Sağlık Örgütü

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) diyet takviyelerini “diyet takviyelerini kısmen ağızdan alınan ve "diyet bileşenleri" içeren ürünler olarak tanımlar. Diyet bileşenleri arasında vitaminler, mineraller, amino asitler, enzimler ve şifalı bitkiler veya botaniklerin yanı sıra diyeti desteklemek için kullanılacak diğer maddeler bulunur. Diyet takviyeleri, tabletler, kapsüller, tozlar, enerji çubukları ve sıvılar dahil olmak üzere birçok formda bulunur.” olarak tanımlamıştır (*FDA 101: Dietary Supplements / FDA, n.d.*).

Amerika Birleşik Devleti’nde diyet takviyeleri diyet ek sağlık ve eğitim kanunu (DSHEA)’na göre ergojenik destek tanımı ise “Diyet takviyesi aşağıdaki diyet bileşenlerinden birini veya daha fazlasını içeren veya içeren diyete ek olması amaçlanan bir ürün (tütün dışında) anlamına gelir: bir vitamin, bir mineral, bir bitki veya başka bir botanik, bir amino asit, toplam diyet alımını artırarak diyete ek olarak insan tarafından kullanılan bir diyet maddesi, tanımlanan herhangi bir bileşenin bir konsantresi, metaboliti, bileşeni, özü veya kombinasyonudur.” şeklindedir (*Dietary Supplement Health and Education Act of 1994, n.d.*).

Diyet takviyeleri ve diyet bileşenleri üreticileri ve dağıtıcılarının sahte veya yanlış markalı ürünler satmaları yasaktır. Bu, DSHEA ve FDA düzenlemelerinin tüm gereksinimlerini karşıladığından emin olmak için piyasaya çıkmadan önce ürünlerinin güvenliğini ve etiketlemesini değerlendirmenin bu şirketlerin sorumluluğunda olduğu anlamına gelir.

FDA, piyasaya ulaştığında herhangi bir karıştırılmış veya yanlış markalı besin takviyesi ürününe karşı önlem almaktan sorumludur (*Dietary Supplements FDA, n.d.*).

Avrupa birliği mevzuatında “"Gıda takviyeleri", amacı normal beslenmeyi desteklemek olan ve konsantre besin kaynakları veya besinsel veya fizyolojik etkiye sahip diğer maddeler olan, tek başına veya kombinasyon halinde, doz şeklinde, yani kapsüller, pastiller, tabletler, haplar ve diğer benzer formlar, toz poşetleri, sıvı ampulleri, damlalıklı şişeler ve ölçülen küçük birim miktarlarda alınmak üzere tasarlanmış diğer benzer sıvı ve toz formları gibi formlarda pazarlanan gıda maddeleri anlamına gelir.”

Türk Gıda Kodeksi Takviye Edici Gıdalar Tebliği (Tebliğ No: 2013/49)'ne göre takviye edici gıdalar “Normal beslenmeyi takviye etmek amacıyla, vitamin, mineral, protein, karbonhidrat, lif, yağ asidi, amino asit gibi besin öğelerinin veya bunların dışında besleyici veya fizyolojik etkileri bulunan bitki, bitkisel ve hayvansal kaynaklı maddeler, biyoaktif maddeler ve benzeri maddelerin konsantre veya ekstraktlarının tek başına veya karışımlarının kapsül, tablet, pastil, tek kullanımlık toz paket, sıvı ampul, damlalıklı şişe ve diğer benzeri sıvı veya toz formlarda hazırlanarak günlük alım dozu belirlenmiş ürünler” olarak tanımlanmıştır.

Ergojenik destek kullanma motivasyonları, performansı veya iyileşmeyi iyileştirmeyi, sağlığı iyileştirmeyi veya sürdürmeyi, enerjiyi artırmayı, yetersiz beslenmeyi telafi etmeyi, bağışıklık desteğini ve vücut kompozisyonunu kontrol etmeyi içerir.

Takviyeler ve spor gıdaları kullanmanın faydaları, sporcular için beslenme hedeflerine ulaşmada pratik yardımı içerir; beslenme eksikliklerini önleme veya tedavi etme, plasebo etkileri ve bazı durumlarda doğrudan ergojenik etkiler. Ancak bu, risklere ve ergolitik etkilerin maliyetine ve potansiyeline karşı dikkatli bir şekilde dengelenmelidir (Thomas, Erdman ve Burke, 2016a). Ergojenik yardımcıları, gücü veya dayanıklılığı artırmak, egzersiz verimliliğini artırmak, performans hedeflerine daha hızlı ulaşmak ve daha yoğun egzersizlerde toleransı artırmak için kullanılır. Bazı insanlar ayrıca egzersize hazırlanmak, antrenman sırasında yaralanma olasılığını azaltmak ve egzersiz sonrası toparlanmayı artırmak için ergojenik destekleri kullanır (*Dietary Supplements for Exercise and Athletic Performance - Health Professional Fact Sheet*, n.d.). Diyet takviyeleri, sağlıklı bir diyetin yerini almayı amaçlamaz, ancak sporcuların doğru miktarda kalori, makro besin ve mikro besin tüketmelerine yardımcı olmada önemli bir rol oynayabilir. Antrenman, toparlanma ve/veya performansı iyileştirmek için egzersiz popülasyonlarında potansiyel faydaları için bir dizi diyet bileşeni incelenmiştir. Uygun olduğunda bu besinlerin klinik olarak onaylanmış miktarlarda takviyesi, performansı optimize etmeye veya kondisyon antrenman sonuçlarını desteklemeye yardımcı olmak için normal bir diyetin geliştirilmesine yardımcı olabilir (Kerksick vd., 2018).

Ergojenik destekler, atletik performansı iyileştirebilen ve/veya antrenmana uyum yeteneğini geliştirebilen herhangi bir antrenman tekniği, mekanik ekipman, beslenme uygulaması, farmakolojik yöntem veya psikolojik tekniktir. Bu, insanların egzersize hazırlanmalarına, egzersiz verimliliğini artırmalarına ve/veya egzersiz sonrası

toparlanmayı iyileştirmelerine yardımcı olabilecek yardımcıları içerir. Ergojenik yardımcıları aynı zamanda insanların daha hızlı toparlanmasını sağlayarak veya yoğun antrenman esnasında yaralanmadan ve/veya sağlıklı kalmalarına yardımcı olarak ağır antrenmanlara karşı daha toleranslı hale getirebilir (Porrini ve Del Bo', 2016; Kreider vd., 2010). Takviyeler farklı amaçlar için kullanılır. Bağışıklık için D vitamini, probiyotikler, C vitamini, polifenoller, çinko, glutamin, kafein ve E vitamini (Maughan vd., 2018). Antrenman kapasitesi, toparlanma, kas ağrısı ve yaralanma yönetimi için kreatin monohidrat, HMB, Omega-3 yağ asitleri, D vitamini, jelatin ve C vitamini (Rawson, Miles ve Larson-Meyer, 2018). Kas kazanımı ve yağ kaybı için protein, lösin, BCAA ve krom (Hector ve Phillips, 2018) ve sporda yaralanmaların önlenmesi ve tedavisi için glukozamin, kondrotin, MSM, D, C ve E vitaminleri, polifenoller, kreatin, bakır, glisin, kollajen, taurin, arjinin ve bromelain takviyeleri kullanılır (Close vd., 2019). Kullanılan ergojenik desteklerden sadece kafein, kreatin, nitrat/pancar suyu, beta-alanin ve bikarbonat takviyeleri kanıta dayalı olarak performansı artırır (Peeling vd., 2019).

Avustralya Spor Enstitüsü (2021) ergojenik destekleri kanıt seviyelerine göre sınıflandırır. A grubunda olan destekler sporda belli durumlarda kullanıldığında etki ettiğine dair güçlü kanıtlar vardır. B grubunda olan destekler sporda belli durumlarda kullanıldığında etki edebileceğine dair bazı kanıtlar vardır fakat yeterli değildir ve daha fazla araştırılması gerekmektedir. C grubunda olan destekler sporda belli durumlarda kullanıldığında sporcuya yararı desteklemeyen bilimsel kanıtlar vardır. D grubunda ise pozitif doping testine yol açabilecek maddeler veya yüksek kontaminasyon riski altında olan takviyelerden oluşur.

Tablo 1.1. Avustralya Spor Enstitüsü (2021) 'ne göre ergojenik desteklerin sınıflandırılması

A grubu	Spor yiyecekleri: Spor içecekleri, Spor Jelleri, Spor şekerlemeleri, elektrolit takviyeleri, İzole Protein takviyeleri, Karışık Makrobesin, Takviye (Bar, Toz, Sıvı Yemek) Tıbbi takviyeler: Demir, Kalsiyum, D Vitamini, Multivitamin, Probiyotikler, Çinko Performans takviyeleri: Kafein, β -alanin, Bikarbonat, Pancar suyu/Nitrat, Kreatin, Gliserol
----------------	--

B grubu	<p>Gıda polifenoller Antioksidanlar: C Vitamini, N-Asetil Sistein</p> <p>Tatlandırıcılar: Mentol, Geçici reseptör potansiyeli, kanal agonistleri, Kinin</p> <p>Diğer: Kollajen takviyesi, Kurkumin, Keton takviyeleri, Balık yağları, Karnitin</p>
C grubu	<p>Magnezyum, Alfa lipoik asit, HMB, BCAA/Lösin, Fosfat, Prebiyotikler, E Vitamini, Tirozin</p>
D grubu	<p>Uyarıcılar Efedrin: Striknin, Sibutramin, Metilheksanamin (DMAA), 1,3-dimetilbutilamin (DMBA), Diğer bitkisel uyarıcılar</p> <p>Prohormonlar ve hormon güçlendiriciler: DHEA, Androstenedione, 19-norandrostenedione/ol, Diğer prohormonlar, Tribulus terrestris ve diğer testosteron güçlendiriciler, Maca kökü tozu</p> <p>Beta-2 agonistleri: Higenamin</p> <p>Seçici Androjen Reseptör Modülatörleri (SARMS): Andarine, Ostarine, Ligandrol</p> <p>Metabolik Modülatörler: GW1516 (Kardarin)</p> <p>Diğer: Tüm örnekler için WADA listesine bakın: https://www.wada-ama.org/</p>

(Australian Institute of Sport. The ABCD Classification System of the AUS Sports Supplement Framework: 2021) Available online: <https://www.ais.gov.au/nutrition/supplements> (Accessed on March 2021).

ISSN (2018) 'de ergojenik destekleri etkinliği desteklenenler ve güvenli olanlar, etkinliği henüz belli olmayanlar, etkinliğini ve güvenliğini destekleyecek kanıt olmayanlar olmak üzere 3 grupta sınıflandırır. Bu 3 gruptaki takviyeleri de kas geliştirme takviyeleri ve performans geliştirme takviyeleri olmak üzere 2 gruba ayırır.

Tablo 1.2. ISSN (2018)' e göre ergojenik desteklerin sınıflandırılması

Kategori	Kas geliştirme takviyeleri	Performans geliştirme takviteleri
----------	----------------------------	-----------------------------------

I. Etkinliği Desteklenen ve Güvenli Olanlar	<ul style="list-style-type: none"> • HMB • Kreatin Monohidrat • Esansiyel amino asitler (EAA) • Protein 	<ul style="list-style-type: none"> • β-alanin • Kafein • Karbonhidrat • Kreatin Monohidrat • Sodyum bikarbonat • Sodyum Fosfat • Su ve Spor İçecekleri
II. Etkinliği henüz belli olmayanlar	<ul style="list-style-type: none"> • Adenozin-5'-Trifosfat (ATP) • Dallı zincirli amino asitler (BCAA) • Fosfatidik asit 	<ul style="list-style-type: none"> • L-Alanil-L-Glutamat • Arakidonik asit • Dallı zincirli amino asitler (BCAA) • Sitrülin • Esansiyel amino asitler • Gliserol • HMB • Nitratlar • Egzersiz sonrası karbonhidrat ve protein • Quercetin • Taurin
III. Etkinliği veya Güvenliğini Destekleyecek Kanıt Yoktur	<ul style="list-style-type: none"> • Agmatin sülfat • Alfa-ketoglutarat • Arginin • Bor • Krom • Konjuge linoleik asitler (CLA) • D-Aspartik asit • Ecdisteronlar • emen otu özü • Gama orizanol (Ferulik asit) • Glutamin • Büyüme hormonu salgılayan peptitler ve Sekretologlar • İzoflavonlar • Ornitin-alfa-ketoglutarat • Prohomonlar • Sülfo-polisakaritler • Tribulus terrestris • Vanadil sülfat 	<ul style="list-style-type: none"> • Arjinin • Karnitin • Glutamin • İnosin • Orta zincirli trigliseritler (MCT) • Riboz

	• Çinko-magnezyum aspartate	
--	-----------------------------	--

ISSN exercise & sports nutrition review update: research & recommendations (2018).

Available online: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1186/s12970-018-0242-y>

(Accessed on March 2021).

Takviyelerin dünyadaki pazar payı 1999 yılında 49,1 milyar dolar iken 2017 yılında 127,8 milyar dolara çıktı ve 2020 yılına kadar 150 milyar doları aşacağı tahmin edilmektedir. 1999 yılında küresel takviye Pazar payının %33'ü ABD'ye aitti ve en büyük tek küresel Pazar payına sahipti. 2017 yılında dünya çapındaki satışların %34'ü en büyük tek küresel takviye pazarına sahip olan ABD'ye, %14'ü en büyük Asya pazarına sahip olan Çin'e, %13'ü Batı Avrupa'ya, %11'i diğer Asya ülkelerine, %8'i Japonya'ya, %7'si Latin Amerika'ya, %6'sı Doğu Avrupa'ya ve %7'si diğer ülkelere aittir (IADSA, n.d.). Türkiye'de besin takviyesi pazarı büyüyor. 2012 verilerine göre pazar büyüklüğünün 15-200 milyon dolar arasında olduğu tahmin ediliyor. Türkiye besin takviyesi pazar büyüklüğünün 2020'de 205 milyon Euro'ya ulaşması bekleniyordu. Euromonitor tahminlerine göre Avrupa'nın en büyük pazarları İtalya ve Almanya başta olmak üzere Batı Avrupa ülkeleri olurken, Doğu Avrupa ülkeleri arasında Romanya, Türkiye, Bosna Hersek, Rusya ve Makedonya en hızlı büyüyen ve gelecek vaat eden ülkeler (*Türkiye'de Besin Destek Ürünlerine Yönelik Görüşler ve Tüketici Profilini Tanımlamaya Yönelik Bir Araştırma görünümü*, n.d.).

Uluslararası araştırmalar, Dünya Şampiyonalarında yarışan 3.887 elit yetişkin ve genç atletizm sporcusunun 2/3'ünün vitamin, mineral, kreatin, kafein ve amino asit içeren bir veya birden fazla besin takviyesi aldığını buldu. Takviye kullanımının yaşla birlikte arttığı ve kadınlarda erkeklere göre daha sık kullanıldığı bulundu. 2009-2010 yıllarında ABD'deki beş kolej ve üniversitelerde 16 yaş ve üzeri olan 1.248 öğrenciyle yapılan bir anket, %66'sının herhangi bir besin takviyesi kullandığını bildirdi. Katılımcıların %20'sinin gelişmiş kas gücü, %19'u performans artışı ve %7'si artan

dayanıklılık için besin takviyesi kullanmıştır. Bu amaçlarla alınan ürünler arasında protein, amino asitler, bitkisel takviyeler, kafein, kreatin ve kombinasyon ürünleri yer aldı. Yaklaşık 21.000 ABD'li kolej sporcusu ile yapılan ulusal bir ankette, katılımcıların %41,7'si protein ürünleri, %28,6'sı enerji içecekleri ve atıştırmalar, %14'ü kreatin, %12,1'i amino asitler, %5,7'si kafeinli multivitaminler, %0,2'si beta-hidroksi-beta-metilbutirat (HMB), %0,1'i dehidroepiandrosteron (DHEA) ve %1,6'sı belirtilmemiş bir "testosteron güçlendiriciler" karışımı aldıklarını bildirdiler. Erkeklerin, enerji içecekleri ve atıştırmaları dışında, performans artırıcı ürünler alma olasılığı kadınlardan daha fazladır. Erkeklerde buz hokeyi, güreş ve beyzbol ile kadınlarda voleybol, yüzme ve buz hokeyi performans artırıcı ürünlerin en yüksek oranda kullanıldığı spor dalları oldu. Amerikan Pediatri Akademisi, ergenlerde performans artırıcı maddelerin kullanımına ilişkin çalışmaların gözden geçirilmesinde, en sık kullanılan bileşenlerin protein, kreatin ve kafeinin olduğunu ve kullanımının yaşla birlikte arttığı sonucuna varmıştır. Sporcular bu takviyeleri sporcu olmayanlardan daha fazla kullansalar da, sporcu olmayan gençler genellikle daha iyi bir vücut görünümüne sahip olmak için bu takviyeleri kullandılar. 2007-2008 yıllarında 106.698 ABD askeri personeliyle yapılan bir anket, erkeklerin %22,8'inin ve kadınların %5,3'ünün kreatin ve amino asitler gibi vücut geliştirme takviyeleri kullandığını ve erkeklerin %40,5'i ve kadınların %35,5'i kafein ve/veya enerji artırıcı otlar içerebilecek enerji takviyeleri kullandığını bildirdi (Dietary Supplements for Exercise and Athletic Performance - Health Professional Fact Sheet).

Polonyalı 600 sporcu üzerinde yapılan bir araştırmada katılımcıların %48,2'si takviye kullanmıyor, %36,7'si ara sıra takviye kullanıyor ve %11,5'i sürekli takviye kullandığını belirtmiştir. En çok kullanılan ergojenik destek fiziksel performansı arttırmak için izotonik içecek ve katılımcıların %75,4'ü tüketiyor. En az kullanılan ergojenik destek ise kreatindir ve katılımcıların %34,5'i kullanıyor. Çalışma sonucuna göre erkek sporcular kadın sporculara göre daha sık ergojenik destek kullanıyor (Frączek vd., 2016). 527 seçkin İspanyol sporcularda yapılan bir araştırmada katılımcıların %64 diyet takviyesi kullanıyor. En çok kullanılan iki takviye %41 oranıyla protein ve %37 oranıyla aminoasit/BCAA'dır (Baltazar-Martins vd., 2019). Uluslararası düzeyde 18 spor dalında yarışan 4 ülkeden (Sırbistan, Almanya, Japonya ve Hırvatistan) 15-18 yaşındaki 348 sporcunun katıldığı araştırma sonucuna göre %82,2'si diyet takviyesi kullanıyor ve en çok kullandıkları takviye %54,5 oranıyla

proteindir (Jovanov vd., 2019). 574 seçkin Japon atletlerinde yapılan araştırmaya göre %63,9'u diyet takviyesi kullanıyor. Kullanılan takviyeler aminoasit (%49,3), vitamin (%48,3), mineral (%22,8) ve proteindir (%17,8) (Tabata vd., 2020).



İKİNCİ BÖLÜM

GENEL BİLGİLER

2.1. Karbonhidrat

Egzersiz/müsabaka sırasında ana yakıt kaynağı olarak karbonhidrat kullanılır, dolayısıyla endojen glikojen depoları büyük önem taşır. Dayanıklılık performansı ve kapasitesi endojen glikojen miktarına bağlıdır. Uzun süreli (>2 saat) orta ila yüksek yoğunluklu egzersiz sırasında karbonhidrat alımının dayanıklılık performansını önemli ölçüde arttırır. Alınan karbonhidrat dolaşımdaki plazma glikozunun daha iyi korunmasını, daha yüksek eksojen ve toplam karbonhidrat oksidasyonu ve endojen glikojen tasarrufu mekanizmaları ile performans arttırıldığı düşünülmektedir (Cermak ve van Loon, 2013; Kerksick vd., 2017; Newell vd., 2018). Sporcular için önerilen karbonhidrat aralığı 6-10 g/kg'dır. Karbonhidratlar kan şekerini korur ve egzersiz sırasında kas glikojeninin yerini alır. Alınması gereken karbonhidrat miktarı sporcunun toplam günlük enerji harcamasına, egzersiz türüne, cinsiyetine ve çevre koşullarına bağlıdır (ACSM, 2009). Antrenman öncesi seçilen karbonhidrat türü önemlidir. Egzersizden 3 saat önce 2,5 g/kg sağlayan bir yüksek glisemik indeksli karbonhidrat yemeği yemek, kas glikojen düzeylerini yaklaşık %11-15 oranında arttırır. Antrenman öncesi alınan düşük glisemik indeksli karbonhidratların tüketimi, yağ oksidasyonunu arttırır ve karbonhidrat oksidasyonunu azaltır (Williams ve Rollo, 2015; Kaviani vd., 2020). Antrenman sırasında akut karbonhidrat alımı performans düşüşüne neden olmaz ve kuvvet ve kondisyon performansına olumlu etki sağlar (Krings vd., 2016). Kas glikojen oksidasyonunu azaltmak için uzun süreli (>2 saat) egzersiz performansında 90 g/saat glikoz ve fruktoz alımı önerilir (King vd., 2018).

8 rekreasyonel yüzücü çapraz tasarımda yüksek karbonhidratlı-düşük yağlı (HCLF) ve düşük karbonhidratlı-yüksek yağlı (LCHF) iki adet 3 günlük diyet tükettiler. Katılımcılar maksimum aerobik kapasitelerinin ($VO_{2\max}$) %50, %60 ve %70'i ile bir kanalda yüzdüler. Solunum değişim oranı, LCHF'ye kıyasla HCLF'de önemli ölçüde daha yüksek ancak diyetler arasında oksijen tüketimi veya enerjik yüzme maliyeti açısından önemli bir fark bulunmamıştır. Kalp atış hızı diyetler arasında farklılık göstermemiş ancak atım hacmi için non-invaziv bir vekil olan oksijen nabızı, HCLF diyetini takiben daha yüksekti bulunmuştur. Sonuç olarak 3 günlük uygulanan iki farklı diyetin yüzme ekonomisi üzerine etkisi olmadığı bulunmuştur (Bestard,

Rothschild ve Crocker, 2020). 11 erkek eğitimli bisikletçi tok bir durumda %6'lık maltodekstrin solüsyonu, plasebo solüsyonu veya ad libitum içmenin olduğu 30 km'lik bir bisiklet ergometre çalışmasında karbonhidratlı ağız çalkalamanın plasebo ve ad libituma kıyasla performans, biyokimyasal ve psikofizyolojik bir etkisinin olmadığı bulunmuştur (Ferreira vd., 2018). 9 erkek bisikletçide karbonhidrat ağız gargarasının veya karbonhidrat alımının performans üzerindeki etkisini incelendiğinde aç ve glikojeni azaltılmış durumda, yüksek yoğunluklu egzersiz sırasında bir karbonhidrat çözeltisinin yutulması, insülin aracılı glikoz alımının uyarılması yoluyla performansı arttırdı fakat karbonhidrat ile ağız çalkalama, plaseboya göre ergojenik, endokrin veya metabolik tepkilere etkisi olmadığı bulunmuştur (Ali vd., 2016). Farklı bir çalışmada da karbonhidratlı ağız çalkalamanın seri olarak tekrarlanan sprint süresini iyileştirmediği bulunmuştur (Tomko vd., 2019). Erkek bisikletçilerde yapılan bir çalışmada 0 ve 20 g/saat karbonhidrat alımı performans iyileştirmede anlamlı değildi fakat 39 ve 64 g/saat karbonhidrat alımı dayanıklılık performansını eşit derecede iyileştirdi (Newell vd., 2015).

2.2. Protein

Protein alımı ile direnç egzersizi kas protein sentezini artırır ve iskelet hipertrofisi ile sonuçlanır. Kilo başına 0,25 gram whey proteinin sağlıklı bireylerde hem dinlenme hem de egzersizden sonra alımı maksimum etki gösterir (Morton, McGlory ve Phillips, 2015). Dayanıklılık ve kuvvet egzersizi yapan sporcular için önerilen protein alımı 1,2-1,7 g/kg arasında değişir. Egzersiz sonrası tüketilen protein kas yapımı ve onarımı için gerekli aminoasitleri sağlar (ACSM, 2009). Bitkisel protein kaynakları hayvansal proteinlerden daha düşük anabolik potansiyele sahiptir. Protein alımını arttırarak ya da protein kalitesini geliştirerek bu durum iyileştirilebilir (Berrazaga vd., 2019). Fakat yapılan bir çalışmada 8 haftalık yüksek yoğunluklu fonksiyonel antrenmandan sonra 24 gram whey proteini veya bezelye proteini tüketiminde vücut kompozisyonu, kas kalınlığı ve kuvvet üretimi ölçümlerinde benzer sonuçlar alınmıştır (Banaszek vd., 2019). Pozitif kas protein dengesi yoluyla kas kütlesi oluşturmak ve korumak için 1,4-2 g/kg/gün protein, hipokalorik beslenirken direnç egzersizi yapan bireyler yağsız vücut kütlelerini korumak için 2,3-3,1 g/kg/gün protein ve direnç egzersizi yapan bireylerde günlük kilo başına 3 gramdan fazla protein alımı yağ kütlesi kaybını teşvik eder. Uykudan önce 30-40 g kazein alımı lipolizi etkilemeden gece boyunca kas

protein sentezini ve metabolik hızı artırır (Jäger vd., 2017). Yapılan bir çalışmada direnç egzersizinden sonra 12 saatlik toparlanma sırasında proteinlerin farklı dağılımlarının iskelet kas protein sentezi üzerindeki etkisine bakılmıştır. Katılımcılar 3 gruba ayrılmış ve her 1,5 saatte bir 8x10 g protein, her 3 saatte bir 4x20 g protein veya 6 saatte bir 2x40 g protein verilmiştir. Çalışmanın sonucunda iskelet kas protein sentezinin 3 saatte bir 20 g protein alan katılımcılarda daha yüksek olduğu bulunmuştur (Areta vd., 2013). Bu çalışma ACSM'nin her 3-4 saatte bir eşit dozlarda protein alımının kas protein sentezini arttırdığı bilgisini desteklemektedir (Jäger vd., 2017).

2.3. Dalı Zincirli Amino Asitler

Dalı zincirli Amino Asitler (BCAA)'ler valin, lösin ve izoliösindir. Bakteriler, bitkiler ve mantarlarda sentezlenirler. Direnç egzersizi ve protein/BCAA alımı maksimum protein sentezine yol açar. BCAA'lar protein sentezini uyardığı için kas atrofisinin önlenmesini sağlayabilir. BCAA'lar yakıt olarak kasta oksitlenebilmeleri açısından diğer aminoasitlerden ayrılır ve egzersiz sırasında yakıt olarak kullanılabilmesi için uzun süreli dayanıklılık sporlarında performansa fayda sağlayabileceği düşünülmektedir. BCAA yıkımı karaciğerde düşük, kasta daha yüksektir. Yeterince katabolik edilemeyen BCAA'lar obezite ve diyabete neden olabilirler. Ayrıca valinin katabolik ara ürünü kasta yağ asidi alımını uyardığı için kas içi lipitlerin birikmesine bağlı insülin direncine yol açabilir (Kamei vd., 2020; Mueller ve Hingst 2013; Neinast, Murashige ve Arany 2019). Diyetle yetersiz veya aşırı BCAA tüketimi lipolizi artırır ayrıca artan plazma BCAA seviyeleri insülin direncine veya tip 2 diyabete neden olduğu bildirilmiştir (Zhang vd., 2017).

Bir hafta boyunca 21 gram BCAA takviyesi profesyonel voleybolcularda dikey sıçrama performansını iyileştirmemiştir (Martín-Martínez vd., 2020). 1,2 g/kg/gün diyet proteinine ek olarak 0,22 g/kg/gün BCAA (3:1:2) takviyesinin eksantrik egzersizden sonra ağrı algısını azaltabileceği bulunmuştur (VanDusseldorp vd., 2018). 7 günlük 5 gram oral BCAA takviyesi maraton sırasında performansı arttırmamıştır ve kas gücü kaybını önlemede etkisiz bulunmuştur (Areces vd., 2014). Hipokalorik beslenirken direnç egzersizi yapan eğitimli bireyler günlük ticari üründen 14 gram BCAA ve egzersiz öncesi ve sonrasında 7'şer gram BCAA aldığında kilo kaybı

yaşanırken yağsız kütleyi ve kas performansını koruyabildiği gösterilmiştir (Dudgeon, Kelley ve Scheett, 2016).

2.4. Lösin

Esansiyel dallı zincirli bir aminoasit olan lösin süt ve ürünleri, tavuk, yumurta, tahıl, sebze, yulaf, sarımsak ve mantarlarda bulunur (Zhang vd., 2020). Lösin mTORC1 sinyal yolunu aktive ederek protein sentezini uyarır, glutamin ve alanin sentezi için bir metabolik yakıt ve/veya bir nitrojen donörü olarak görev yapar ve insülin fosfoinositol 3-kinaz sinyal kaskadı modülatörüdür (Ananieva, Powell ve Hutson, 2016; Norton ve Layman 2006).

Kadınlarda ve erkeklerde yapılan randomize bir çalışmada 12 haftalık direnç egzersizinden sonra aynı oranda lösin içeren whey ve soya protein takviyesinin kas büyümesi ve güç gelişiminde bir farklılık olmadığını göstermiştir (Lynch vd., 2020). Son yapılan çalışmalar 1,8 gramdan fazla lösin takviyesinin protein sentezini daha fazla geliştirmedini bulmuştur (Pasiakos ve McClung, 2011).

2.5. Whey proteini

Whey proteini (peynir altı suyu proteini) esansiyel aminoasitlerden zengin yüksek kaliteli bir protein kaynağıdır ve egzersizden sonra kas protein sentezini artırır (Davies, Carson ve Jakeman, 2018). Whey protein kazein proteinine göre daha hızlı emilir. Ayrıca whey proteininde bulunan sistein aminoasidinden zengindir, sistein hücre içi glutatyon sentezi için bir substrattır bu yüzden antioksidan etki gösterebilir (Kritikos vd., 2021). Direnç egzersizinden sonra 20 gram whey protein takviyesi miyofibriler kas protein sentezini maksimum oranda arttırmıştır. 20 gramdan fazla alınan whey proteini aminoasit oksidasyonunu ve ürejenesi uyarır (Witard vd., 2014). Yapılan bir çalışmada whey protein izolatının kas kuvvetine ve vücut yağına etkisi olmadığı fakat kas kütleini arttırabildiğini bulunmuştur (Duarte vd., 2020). 25 gram whey proteini akşam yapılan direnç egzersizinden sonra gece 10 saat boyunca tüm vücut net protein dengesini iyileştirmiştir. Ayrıca egzersizden sonra sabah ek 25 gram whey proteini almak 24 saat boyunca tüm vücut protein dengesinin korunmasına katkısı olmuştur. Yoğun direnç egzersizinden sonra whey protein takviyesi almak artan toparlanma egzersiz performansı ile doğrudan ilişkilidir (West vd., 2017).

2.6. Tirozin

Tirozin esansiyel olmayan bir aminoasittir ve Fenilalanin'den sentezlenebilir. Ayrıca protein açısından zengin olan süt, et, balık, yumurta, tohum, fındık ve fasulye gibi gıdalarda bulunur. Tirozin dopamin, epinefrin ve norepinefrinin öncüsüdür (Zaragoza vd., 2019; van de Rest vd., 2017). Dopamin ile serotonin antagonist çalışan nörotransmitterlerdir. Serotonin oranı arttıkça yorgunluk, uyuşukluk ve yorgunluk başlangıcında hızlanma görülür; dopamin oranı arttıkça yorgunluk hissi azalır ve uyarılmanın sürdürülmesiyle performansın artacağı düşünülür (Meeusen ve Decroix, 2018; Mueller ve Hingst, 2013).

2016 yılında yapılan bir çalışmada bir grup plasebo, bir grup 2 doz 75 mg/kg tirozin ve diğer grup 2 doz 150 mg/kg tirozin almıştır. Alınan tirozin takviyesi ile tirozinin serum konsantrasyonunda artış oldu fakat egzersiz ısısı stresi sırasında bilişsel işlevi veya fiziksel performansı etkilememiştir (Coull vd., 2016). Akut olarak 150 mg/kg oral tirozin takviyesi orta derecede eğitimli katılımcılarda sıcak havada dayanıklılık kapasitesini arttırmıştır (Tumilty vd., 2011). Farklı bir çalışmada ise 150 mg/kg, 300 mg/kg ve 400 mg/kg tirozin takviyesi sıcak bir ortamda egzersiz performansını etkilememiştir (Tumilty vd., 2020). Yapılan araştırmalarda tirozin takviyesinin egzersiz performansını etkisi konusunda çelişkili sonuçlar mevcuttur. Kullanılacak doz miktarına karar verilmesi için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.

2.7. Glutamin

Glutamin, hızlı büyüyen hücreler (özellikle bağışıklık hücreleri, bağırsak hücreleri ve tümör hücreleri) için önemli bir enerji kaynağıdır, nükleik asit sentezi için öncü maddedir, glikojenez, gen ekspresyonu, sitokin ve hormon üretimi, amonyak tamponlama, asit-baz dengesinin korunması, kas protein metabolizması ve hücre çoğalması da dahil olmak üzere birçok süreçte bir sinyal rolü oynar. Glutamin kullanım dozu 5-10 g/gün'dür. Yüksek dozda glutamin kullanımı hiperamonemiye neden olur (Holecek, 2013; Coqueiro, Rogero ve Tirapegui, 2019). Enfeksiyon ve/veya yüksek katabolizma sırasında tüm bağışıklık hücreleri tarafından glutamin tüketimi artar. Glutamin eksikliğinde bağışıklık düşer ve enfeksiyon ve/veya hastalık durumu kötüleşebilir (Cruzat vd., 2018). Sporcular, spor kaynaklı yaralanma veya travmadan sonra glutaminin toparlanma yeteneğinden yararlanabilirler. Glutamin, yorgunluk, sık hastalık ve düşük performans gibi tükenmişlik veya aşırı antrenman

semptomları yaşayan sporcular için özellikle faydalı olabilir (Mueller ve Hingst, 2013).

Basketbolcular üzerinde yapılan bir çalışma da sezon döneminde 40 gün boyunca 6 g/gün L-glutamin takviyesinin aspartat transaminaz, kreatin kinaz ve miyoglobin değerlerini düşürmüştür. Bu sonuç plaseboya kıyasla daha az kas hasarı olduğunu göstermektedir (Córdova-Martínez vd., 2021). 17 sağlıklı erkek üzerinde yapılan bir çalışmada 4 hafta boyunca haftada 3 kez 0,1 g/kg L-glutamin takviyesi alınması ekzantrik egzersizden sonra kuadriseps kasında kas hasarını önlemediği fakat geç başlangıçlı kas ağrısı etkilerini azalttığı bulunmuştur (Rahmani Nia vd., 2013).

2.8. Ornitin

Ornitin üre döngüsünde rol alan esansiyel olmayan bir aminoasittir. Ornitin alfa ketoglutarat, α -ketoglutarat veya ornitine göre kaslardaki glutamin havuzlarını yenilemede tek başına daha etkili olduğu bulunmuştur. Ornitin α -ketoglutarat aktivitesi, glutamin, prolin, arginin ve poliaminlerin artan sentezi dışında insülin ve büyüme hormonu salgılanmasını indüklemeye yeteneği ve argininden daha fazla nitrik oksit üretimi ile ilişkilidir. Ornitin α -ketoglutarat takviyesi kronik veya protein eksikliği olan hastalarda protein metabolizmasını iyileştirir ve ciddi yanıkları olan hastalarda kastaki protein katabolizmasını azaltarak nitrojen dengesini iyileştirir (Sivashanmugam vd., 2017; Zdzisińska, Żurek ve Kandefler-Szerszeń, 2017). Ornitin α -ketoglutarat'ın arjinin ve nitrik oksit için öncü olabileceği öne sürülmüştür (Cynober, 2004).

Direnç eğitimi almış 18 erkek üzerinde yapılan çift kör bir çalışmada 6 haftalık günde 10 gr ornitin α -ketoglutarat takviyesinin üst vücut gücünü arttırdığı fakat düşük vücut gücü, kas kütleindeki kazanımlar, kan konsantrasyonunda büyüme hormonu ve insülin seviyelerini değiştirmedeği görülmüştür (Chetlin vd., 2000). Bu çalışma dışında insanlarda ornitin α -ketoglutarat takviyesi üzerine yapılan başka bir çalışma bulunmamaktadır. Ergojenik destek olarak kullanımını için daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.

2.9. Kreatin

Kreatin kaslarda bulunan azotlu organik bir bileşiktir. Vücudumuzda karaciğerde ve pankreasta arjinin, glisin ve metiyonin aminoasitlerinden günde 1 gr kreatin sentezlenir, kalan gereksinim diyetel kaynaklardan (et, balık, et ürünleri ve süt) alınır. Takviye olarak alınan kreatinin büyük çoğunluğu (%95) kasta fosfokreatin depolanır (Butts, Jacobs ve Silvis, 2018). Kasta bulunan fosfokreatin ADP'nin ATP'ye dönüşümünde P kaynağıdır ve anaerobik glikoliz baskın hale gelmeden önce 6-8 saniyelik kas kasılması için enerji kaynağıdır (Tarnopolsky, 2010). Kas kreatin depolarının doldurulması için iki farklı protokol uygulanır. Birincisi 5-7 gün boyunca günde dört kez 5 gr kreatin monohidrat almak (depolar tamamen dolduğunda günde 3-5 gr/gün kreatin alımı, daha büyük sporcular için 5-10 gr/gün kreatin alımı depoyu koruyabilir), ikincisi ise 28 gün boyunca günde 3 gr kreatin monohidrat almaktır. Kas kreatin depoları dolduğu zaman başlangıç seviyesine dönmesi 4-6 hafta alır (Kreider vd., 2017). Yüksek dozda kreatin alımı baş ağrısı, ishal, kusma, gastrointestinal rahatsızlıklara ve sıvı tutma kapasitesinden dolayı kas içi elektrolit dengesini bozarak kas kramplarına neden olur (Kim vd., 2011).

6 gün boyunca 20 gram kreatin takviyesinin 4 haftalık karmaşık antrenmana etkisi 1 RM (maksimal kas gücü) gücü geliştirdiği ve kreatin kinaz seviyesini düşürdüğü yani antrenman sırasında kas hasarını azalttığını bulunmuştur (Wang vd., 2018). Farklı bir çalışmada ise 6 gün boyunca 20 gr kreatin takviyesinin karmaşık antrenman sırasında patlayıcı performans üzerinde bir etkisi olmadığını, 1 RM gücü arttırdığını ve optimal bireysel postaktivasyon potansiyasyonu süresini geliştirdiği bulunmuştur (Wang vd., 2016). Kano sporu yapan sporcularda da 6 gün boyunca 20 gr kreatin takviyesinin karmaşık antrenman sırasında patlayıcı performans üzerinde bir etkisi olmadığını, 1 RM gücü arttırdığını ve üst ekstremitelerde kaslarda optimal bireysel postaktivasyon potansiyasyonu süresini geliştirdiği bulunmuştur (Wang vd., 2017).

2.10. Arjinin

Arjinin kaynakları et, deniz ürünleri, kabuklu yemişler, tohumlar, karpuz ve soya proteini izolatıdır (Wu vd., 2009). Arjininin akut etkisi egzersiz kapasitesini iyileştirmek, kronik etkisi ise kas protein sentezini uyarmaktır. Arjinin kreatin sentezinde öncü bir maddedir, nitrik oksit üretimini artırır ve büyüme hormonu

salgılanmasını arttırır (Madden vd., 2013). Arjininin oral alımlarda güvenli görülen seviyesi 20 g/gün'dür (McNeal vd., 2016). Nitrik oksidin vazodilatör etkisiyle kan akışı artar ve oksijen taşınmasını arttırır. Bu sayede performans artışını sağlar (Mueller ve Hingst, 2013). 4 hafta boyunca günde 5 gr L-arjininin kronik takviyesi profesyonel su topu oyuncularının kas gücü ve maksimum hızını değiştirmede fakat oksidatif metabolizmayı iyileştirmede güvenli ve etkili olduğu bulunmuştur (Gambardella vd., 2021). 4 hafta yüksek yoğunluklu interval antrenman boyunca 4 g/gün arginin takviyesinin VO2 max'ı önemli ölçüde arttırabileceğini ve ardından sporcularda spor performansını iyileştirebileceğini bildirmiştir (Hosseini vd., 2015).

2.11. Kafein

Kafein kahve, çay, kakao ve guarana gibi doğal kaynaklardan alınabileceği gibi sentetik kaynaklardan da alınabilir. Kafein en sık %71 kahveden, %16 alkolsüz içeceklerden ve %12 çaydan alınır (Heckman, Weil ve De Mejia, 2010). Gün geçtikçe artan kahve tüketimi dünyada 2017-2018 yılından bu yana %1'lik bir artış göstermiştir. Türkiye Ekim 2020'den Eylül 2021 yılına kadar 60 kilogramlık paketlerden 1.764.000 adet tüketmiştir ve 2017-2018 yılından bu yana ortalama %8,4'lük bir artış göstermiştir (*International Coffee Organization - Trade Statistics Tables*, n.d.). Avrupa Gıda Güvenliği Ajansı (EFSA) 2015 yılında kafein tüketimi için güvenli seviyeleri şu şekilde belirlemiştir; yetişkinler için tek seferde 200 mg ve bir gün boyunca 400 mg, hamileler için günlük 200 mg ve çocuk ve ergenler için günde kilogram başına 3 gram (EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA), 2015). Kafein takviyesi yapılan çalışmalar sonucunda kas dayanıklılığını, hareket hızını, kas kuvvetini, sprint, atlama, fırlatma, aerobik ve anaerobik performansı arttırdığı kanıtlanmıştır. Ayrıca dikkat ve uyanık kalma da dahil olmak bilişsel işlevleri iyileştirdiği bilinmektedir. Kullanım dozu günlük 2-6 mg/kg'dır. Ancak yapılan bir çalışmada kafeine alışmış sporcuların yüksek doz (9 mg/kg ve 11 mg/kg) akut kafein alması sporcuların kas gücü ve dayanıklılığını iyileştirmede görülmüştür. Genel kullanım önerisi antrenmandan/müسابakadan 60 dakika önce alınmasıdır. Antrenmandan 1 saat önce alınan kafein plazmada maksimum konsantrasyona ulaşır fakat bireysel farklılıklar gösterebilir. Kafeinin alış formuna göre kullanım süresi farklılık göstermektedir. Kafein yemek ile birlikte tüketildiğinde daha yavaş sindirilirken sakız formunda daha hızlı sindirilir (Guest vd., 2021;

Pickering ve Grgic, 2019; Wilk vd., 2019; Akça, Aras ve Arslan, 2018). Vücut tarafından emildikten sonra kafein vücuttaki tüm hücrelere ulaşır, kan-beyin bariyerini hızla geçer ve karaciğerdeki P450 1A2 (CYP1A2) enzimi tarafından metabolize edilir. CYP1A2 genindeki genetik polimorfizmler nedeniyle bireylerin kafeine tepkileri farklılık gösterir. Bozulmuş CYP1A2 genleri olan kişilerde uzun süreli etkiler ve bozulmuş metabolizma vardır. Kafein metabolizması, klirensi ve farmakokinetiğinin yaş, cinsiyet, hormonlar, karaciğer hastalığı, obezite, sigara ve diyet gibi birçok faktörden etkilenmektedir. Kafein ayrıca birçok ilaçla etkileşime girer (Nehlig, 2018).

Fazla kafein alımı huzursuzluk ve titreme, uykusuzluk hastalığı, baş ağrısı, baş dönmesi, hızlı kalp atış hızı, dehidrasyon ve anksiyeteye sebep olur (*Caffeine: MedlinePlus*, n.d.). Saf ve yüksek konsantrasyonda kafein alımı belirtileri arasında hızlı ve tehlikeli derecede düzensiz kalp atışı, nöbetler ve hatta ölüm bile sayılabilir. Ölümcül kafein dozunun yaklaşık 14 gram veya 150-200 mg/kg olarak rapor edilmektedir (Richardson ve Clarke, 2016). Kusma, ishal, uyuşukluk ve oryantasyon bozukluğu kafein toksisitesinin belirtileridir. Bu belirtiler çok fazla kahve, çay veya diğer kafeinli içeceklerin tüketilmesiyle kaynaklanan belirtilerden çok daha şiddetlidir (FDA Warns Consumers About Pure and Highly Concentrated Caffeine | FDA).

2004'ten önce kafein, doping olarak kabul edilen bir maddeydi ve bu, uluslararası yarışmalar sırasında idrar seviyeleri 12 µg/ml'nin üzerinde bulunan sporcular için diskalifiye ve cezalara yol açmıştır. 2004 yılından bu yana, Dünya Anti-Doping Ajansı (WADA), kafeini doping listesinden çıkarmış, yalnızca potansiyel kötüye kullanım için kontrol listesine eklemiştir (Bayraktar ve Taşkiran, 2019).

FDA kafeinin idrar söktürücü etkisi olduğunu iddia ediyor ve kullanıcılarına sıcakta egzersiz yaparken dehidrasyonu önlemek için bol su içmelerini tavsiye ediyor. Kafeinin genellikle dayanıklılık performansını iyileştirmek için kullanıldığı ve dayanıklılık olaylarının bazen yüksek ortam sıcaklıklarının varlığında meydana geldiği göz önüne alındığında, bu koşullar aşırı sıvı kaybı ve bozulmuş dayanıklılık performansı hakkında endişeler doğurur. Kafeinli içeceklerin tüketiminin ayrıca egzersiz sonrası rehidrasyon sırasında idrar çıkışını arttırdığı ve böylece sıvı gereksinimlerini arttırdığı gösterilmiştir. Bu yüzden kafein alımının yakından izlenmesi gerekmektedir (Zhang, Coca, Casa, Antonio, Green ve Bishop, 2015).

Sarkoplazmik retikulumdan kalsiyum salınımı, fosfodiesterazı inhibe ederek kas glikojeninin tutulması ve merkezi sinir sistemi adenosin reseptörleri üzerindeki etkileri kafeinin performansı iyileştirmek için kullandığı varsayımsal mekanizlardır (Martins vd., 2020). Kafein merkezi sinir sisteminde adenosin reseptör antagonisti olarak adenosin reseptörlerine bağlanarak nörotransmitter salınımını ve kas ateşleme oranlarını artırır, adrenalin salgılanmasını uyarır hücrel iyon salınımını artırır ve ağrıyı azaltır. Ayrıca adenosinin uyarılma ve sinir aktivitesini aşağı regülasyonunu da azaltır (Pickering ve Kiely, 2018). Yapılan bir çalışmada yeterli miktarda karbonhidrat içeren bir içeceğe kahve eklenmesinin egzersizden sonra toparlanmada kas glikojeninin yeniden sentezini, glisemik ve insülinemik yanıtı arttırdığı bulunmuştur (Loureiro vd., 2021).

8 elit sporcu ve 10 rekreasyonel sporcunun katıldığı randomize kontrollü çapraz çalışmada bir gruba 6 mg/gün kafein diğer gruba ise plasebo verilmiştir. Çalışma sonucunda kafein alan hem elit hem de rekreasyonel sporcuların anaerobik performansın iyileştiği ve kafein takviyesi alan elit sporcuların rekreasyonel sporculara göre çeşitli ruha hali boyutları ve öznel canlılık üzerindeki ergojenik etkisi daha fazla olduğu bulunmuştur (Jodra vd., 2020). Yapılan başka bir çalışmada 6 mg/kg kafein takviyesinin 800 m koşu performansını iyileştirmediği ancak uyku kalitesini bozduğu bildirilmiştir (Ramos-Campo vd., 2019).

2.12. Beta alanin

Beta alanin, karaciğerde sentezlenen ve kümes hayvanları ve etten de alınabilen nonproteojenik bir aminoasittir. Orta ve yüksek yoğunluklu egzersiz sırasında kasta H^+ iyonları birikmeye başlar, bu durum pH'ın düşmesine neden olur ve kas performansını etkiler (Trexler vd., 2015; Culbertson vd., 2010). Beta alanin takviyesi kas karnosin seviyesini arttırdığı ve artan karnosinin kas içi pH'ı düzenlediği için yorgunluğu geciktirdiği bulunmuştur (Hobson vd., 2012; Artioli vd., 2010). ISSN, 4 haftalık günde 4-6 g/gün beta alanin takviyesinin kas karnozin seviyesini arttırdığını, egzersiz performansını iyileştirdiğini, yaşlı popülasyonda nöromüsküler yorgunluğu azalttığını ve genel olarak güvenli kabul edildiğini ve tek yan etkisinin karıncalanma olduğunu açıklamıştır (Trexler vd., 2015).

18 kürekçi 7 hafta boyunca plasebo veya 5 g/gün beta alanin takviyesi aldı. Beta alanin takviyesinden sonra karnosin içeriği soleus kasında %45,3 ve gastroknemius kasında %28,2 oranında arttırdığı gözlemlenmiştir. Beta alanin takviyesi alan grup plasebo grubundan 4,3 saniye daha hızlı iken takviyeden önce 0,3 saniye daha yavaştı (Baguet vd., 2010). Bir çalışmada 6 hafta boyunca 6,4 g/gün Beta alanin takviyesinin HIIT (yüksek yoğunluklu interval antrenman) antrenman ve tekrarlanan sprint yeteneğini arttırdığı bulunmuştur (Miloni vd., 2019). Yapılan başka bir çalışmada 5 hafta boyunca 6,4 g/gün Beta alanin takviyesinin kuvvet antrenmanına etkisi bireyin maksimum gücüne eşdeğer yükü kaldırıırken veya maksimum güç çıkışında çalışırken g çıkışını etkili bir şekilde arttırdığı bulunmuştur (Mat-Muoz vd., 2018). Yaşlı popülasyonda yapılan bir araştırmada 12 hafta boyunca günde 3,2 g beta alanin takviyesinin kas karnosin içeriğini arttırmada ve fiziksel kapasitede iyileşme olduğunu göstermiştir (del Favero vd., 2012).

2.13. Sitrulin

Sitrulin ismi ilk bulunduğu karpuzun latince ismi olan Citrillus'tan gelmektedir. Sitrulin esansiyel olmayan bir aminoasittir ve Arjinin'in nc maddesidir. Arjinin re döngüsünde bir ara madde ve NO sentezi için bir substrattır (Bailey vd., 2016; Khalaf vd., 2019). Bir sitrulin kaynağı olan karpuz suyunun pastörize edilmemiş meyve suyunda 1 litresinde yaklaşık 2,33 g L-sitrulin bulunmaktadır. Karpuz suyuyla yapılan bir çalışmada; bir gruba 710 ml karpuz suyu, bir gruba 6 g sitrulin içeren 710 ml sakkaroz sıvısı verilmiştir. Kontrol grubuna ise 710 ml sakkarozlu sıvı verilmiştir ve performansları karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmanın sonucunda karpuz suyu ve L-sitrulinli sakkaroz sıvısı alan katılımcıların sitrulin desteği almayan katılımcılara karşı performanslarında artış olmadığı rapor edilmiştir (Cutruffello, Gadowski ve Zavorsky, 2015). Yapılan bir çalışmada 14 gün boyunca oral yolla 6 g/gün sitrülin takviyesi yaşlı erkeklerde alt ekstremite egzersizi sırasında vasküler iletkenliği %14 oranında ve femoral kan akışını %11 oranında arttırırken yaşlı kadınlarda herhangi bir etki gözlenmemiştir (Gonzales vd., 2017). Yapılan başka bir çalışmada 7 gün boyunca 2,4 g/gün L-sitrulin takviyesi bisiklet ergometresi egzersiz deneme süresini %1,5 kısalttığı gözlemlenmiştir (Suzuki vd., 2016).

2.14. Pancar

Pancar suyu yüksek oranda NO_3^- içerir ve NO öncüsü olarak kullanılabilmesi için takviye olarak kullanılır (Domínguez vd., 2018). 2018 yılında International Olympic Committee (IOC) tarafından yayınlanan bir uzlaşma beyanında pancar suyunun tip 2 kas çeşidinde daha etkili olduğu, 3 günden fazla kullanımının etkili olabileceği, HIIT ve SIT antrenmanlarında kullanıldığında etkili olduğu ve çok az yan etkisinin olduğunu bildirmiştir (Maughan vd., 2018).

Meta analiz sonucunda pancar suyu takviyesinin verimliliği ve çeşitli mesafelerde performansı arttırdığı bulunmuş ve ayrıca anaerobik eşik yoğunluğu ve maksimum oksijen alımında kardiyorespiratuar performansını artırarak dayanıklılık performansını arttırdığı bulunmuştur. Pancar suyu takviyesiyle kafein gibi diğer takviyelerin birlikte alınmasıyla tepkimeye girebilir ve ergojenik etkisini azaltabilir (Domínguez vd., 2017). 10 sağlıklı erkekte yapılan bir çalışmada 70 ml ($4,2 \text{ mmol NO}_3^-$), 140 ($8,4 \text{ mmol NO}_3^-$) ve 280 ml ($16,8 \text{ mmol NO}_3^-$) konsantre pancar suyu veya plasebo veriliyor. Çalışmanın sonucunda plasebo ile karşılaştırıldığında 70 ml takviyenin fizyolojik bir etkisi bulunmamış fakat 140 ml ve 280 ml takviyenin kararlı O_2 seviyesinde iyileştirme gerçekleştirdiği belirlenmiştir. 140 ml ve 280 ml takviye karşılaştırmasında 8,4'e kıyasla 16,8 mmol içeren pancar suyu takviyesinin egzersiz toleransında ek bir iyileşme olmadığı bulunmuştur (Wylie vd., 2013). Futbolcularda yapılan bir çalışmada 6 gün boyunca 140 ml pancar suyu (800 mg nitrat içerir) takviyesinin antrenmanlı sporcularda yüksek yoğunluklu aralıklı tip egzersiz performansını arttırdığı bulunmuştur (Nyakayiru vd., 2017).

2.15. Guarana

Guarana Amazon bölgesinin yerli toplulukları tarafından tüketilmektedir. Guarana tohumlarında %6'ya kadar çıkabilen kafein vardır. Kafein içeriğinin yüksek olması ve kafeinin merkezi sinir sistemini uyarıcı etkisinden dolayı ilaç endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca guarananın içerdiği bileşiklerden dolayı idrar söktürücü, afrodisyak ve tonik olarak da kullanılmaktadır (Schimpl vd., 2013). Yapılan araştırmalarda herhangi bir ciddi sağlık sorunu ile nedensel bir bağlantı bulunamamıştır. Bu yüzden güvenilir olarak kabul edilmektedir (Patrick vd., 2019).

Yapılan bir çalışmada 40 dakikalık bir submaksimal egzersiz sırasında guarana kompleksi (37,5 mg guarana+ 12,5 mg ginseng 22,5 mg C vitamini) takviyesi ile seri ağız çalkalamasının bilişsel performansına etkisi olduğu bulunmuştur fakat algılama efor oranında bir fark bulunamamıştır (Pomportes vd., 2017). Yapılan başka bir çalışmada %60 VO_{2 max}'da 30 dakikalık bir egzersizden önce 222,2 mg guarana içeren (40 mg kafein içeriyor) multivitamin-mineral takviyesinin algılanan efor oranında küçük fakat önemli bir fark bulmuştur (Veasey vd., 2015). Farklı bir çalışmada 300 mg guarana ve multivitamin-mineral takviyesinin alınmasında sonraki 30-90 dakika bilişsel performanstaki tepki süresinin azaldığı ve karar verme performansını iyileştirdiği bulunmuştur (Pomportes vd., 2014).

2.16. Taurin

Kükürt içeren yarı esansiyel olan bir aminoasittir ve tüm hayvansal hücrelerde yüksek konsantrasyonda bulunur. Taurin; antioksidan takviyesi, osmoregülasyon, membran stabilitesi ve Ca⁺² konsantrasyonunun korunması gibi önemli biyolojik görevleri bulunmaktadır (Marcinkiewicz ve Kontny, 2014). Taurin kas kalsiyum salınımını artırarak daha fazla aktin ve miyozin etkileşimine izin vererek kas kasılmasını ve buna bağlı olarak kuvvet üretimini arttıracakı düşünülmektedir. Genel olarak kullanımı güvenli olarak görülmektedir. Bildirilen tek yan etki ishaldir (Mueller ve Hingst, 2013).

Kalp yetersizliği olan hastalarda yapılan bir çalışmada 2 hafta boyunca günde 3 kez 500 mg taurin takviyesinin egzersizden önce ve sonra artan antiaterojenik ve antiinflamatuvar etkisinin olduğu bulunmuştur (Ahmadian vd., 2017). Yapılan bir çalışmada erkeklerde aç durumda yapılan tek bir aerobik egzersizden 90 dakika önce 6 mg taurin takviyesinin egzersiz sonrası lipid oksidasyonunu arttırdığı bulunmuştur (Carvalho vd., 2020). Egzersizden önce 1000 mg oral taurin alımının 3 km'lik koşu denemesi performansına etkili olduğu bulunmuştur (Balshaw vd., 2013) fakat farklı bir çalışmada egzersizden önce 1000 mg oral taurin takviyesinin 4 km'lik bisiklet zaman denemesi performansına etkisi bulunamamıştır (Ward vd., 2016). Taurin ile ilgili yapılan çalışmaların sonuçları çelişkilidir ve insanlar üzerinde yapılan çok az çalışma mevcuttur. Taurinin yararlılığı ve ne kadar doz kullanılması gerektiği konusunda daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

2.17. B1 Vitamini (Tiamin)

Tiamin tahıllar, baklagiller, kuruyemişler ve etlerde bulunur. Ancak pirinç ve tahıllar öğütülürken yapılan işlemden kaynaklı olarak tiamin kaybı oluşur. Ayrıca çay, kahve, çiğ balık ve kabuklu deniz ürünleri gibi bazı gıdalar, tiamini parçalayabilen tiaminaz enzimi içerir (Wiley ve Gupta, 2021). Yetişkinler için RDA'ya göre alınması gereken miktar erkekler için 1,2 mg/gün, kadınlar için 1,1 mg/gün ve hamileler için 1,4 mg/gün'dür. Çocukların alması gereken miktar daha az miktardadır. B1 vitamini vücutta depolanamadığı için günlük düzenli olarak alınması gerekiyor. Yüksek tiamin alımın toksisiteye neden olmaz (Martel vd., 2021). Tiamin şiddetli eksikliğinde beriberi hastalığı görülür. Hafif eksikliğinde yorgunluk, gastrointestinal sistem semptomları, ağrı ve halsizlik görülür (Kennedy, 2016). Tiamin karbonhidrat metabolizmasında görev aldığı için eksikliğinde laktat artışına ve hücrel ATP sentezinde azalmaya yol açar. Ayrıca beyinde tiamin bağımlı enzimler yeterince çalışmaz. Bu durumda beyinde oksidatif stres artar ve yağ asit sentezi (miyelinde dahil) azalmasına neden olur (Dhir vd., 2019).

2008 yılında yapılan çalışmada 27 erkek sporcu, plasebo (sodyum klorür %0,9) veya Tiamin pirofosfat (1 mg/kg) alarak dinlenme ve egzersiz sonrası karşılaştırıldı. TPP, plaseboya kıyasla daha düşük serum laktat ve kalp hızı seviyeleri ve aerobik fiziksel aktivite yapan sporcularda daha yüksek VO₂ max ile sonuçlandı (Bautista-Hernández vd., 2008).

2.18. B2 Vitamini (Riboflavin)

Riboflavin süt ve süt ürünleri, tahıllar, yumurta, yağsız et, baklagiller, badem ve yeşil yapraklı sebzelerde bulunur. Yetişkinler için RDA'ya göre alınması gereken miktar kadınlarda 1,1 mg/gün ve erkekler için 1,3 mg/gün'dür. Yüksek riboflavin tüketimi toksisiteye neden olmaz çünkü fazla alınan riboflavin idrarla atılır. Diyet kısıtlaması ve rafine ürün tüketiminin fazla olması riboflavin eksikliği görülmesine neden olabilir (Woolf ve Manore, 2006; Suwannasom vd., 2020). Riboflavin eksikliği gelişme döneminde kas, iskelet ve gastrointestinal anomallikleri ile sonuçlanır, yetişkinlerde ise azalmış demir emilimi, anemi, nörodejenerasyon ve periferik nöropati ile ilişkilidir (Galimberti ve Mesinkovska, 2016). B2 vitamininden türetilen Flavin mononükleotit (FMN) ve Flavin adenin dinükleotit (FAD) koenzimleri vücutun

yağları, proteinleri ve karbonhidratları glikoza metabolize etmekte kullanılır (Mahabadi, Bhusal ve Banks, 2021).

2.19. B3 Vitamini (Niasin)

Nikotinamid veya nikotinic asit olarak da bilinen niasin tahıl, baklagiller, et, süt ve mayada bulunur. Bu kaynaklar aynı zamanda triptofan içeriği bakımından yüksektir (60 mg triptofandan 1 mg niasin elde edilir). (Mousa ve Mousa, 2021; Hill ve Williams, 2017). Bebekler için RDA'ya göre alınması gereken miktar 2-4 mg/gün, çocuklar için 6-8 mg/gün, gençler için 12 mg/gün, kadınlar için 14 mg/gün, emziren ve hamile kadınlar için 17-18 mg/gün ve erkekler için 16 mg/gün'dür. Tolere edilebilir üst alım düzeyi 35 mg/gün'dür, yan etki olarak kızarıklık görülür (Eldridge, 2004); Pitkin vd., 2000). Niasin eksikliğinde pellegra veya 3D hastalığı olarak da bilinen dermatit, demans ve diyare gibi klinik semptomlar görülür. Son yıllarda yapılan araştırmalar sonucunda niasin eksikliğinin Alzheimer, Parkinson, Huntington hastalıkları, bilişsel bozukluk veya şizofreni ile ilişkili olabileceğini ortaya koydu. Niasin, NAD ve NADP koenzimlerin bir parçası olduğu için karbonhidrat, protein ve yağların metabolize edilmesinde önemli rol oynar (Redzic ve Gupta, 2021; Mousa ve Mousa, 2021; Gasperi vd., 2019).

Yapılan bir çalışmada nikotinic asit ve karbonhidrat kombinasyonunun iskelet kası tarafından karbonhidrat oksidasyonuna etki (plazma serbest yağ asidi konsantrasyonunda azalma ve eksojen glikoz sağlanmasıyla tetiklenecek) edeceği ve performansın artacağı düşünülerek yapılan bir çalışmada nikotinic asit ve karbonhidrat kombinasyonunun performansı değiştirmedeği bulunmuştur (Murray vd., 1995).

2.20. Pantetonik Asit (B5 Vitamini)

Pantotenik asit süt, yumurta, et, tavuk, kepekli tahıllar ve sebzelerde doğal olarak bulunur. Birçok besinde bulunduğu için eksikliği nadiren görülür. Önerilen günlük alım 0-6 ay bebekler için 1,7 mg/gün, 7-12 ay bebekler için 1,8 mg/gün, 1-3 yaş çocuklar için 2 mg/gün, 4-8 yaş çocuklar için 3 mg/gün, 9-13 yaş çocuklar için 4 mg/gün, 14 yaş ve üzeri için 5 mg/gün, hamileler için 6 mg/gün ve emziren kadınlar için 7 mg/gün'dür. Tolere edilebilir alım düzeyi belirlenmemiştir. B5 vitamini eksikliği üzerine yapılan deneysel bir çalışmada, B5 vitamini eksikliğinin yorgunluk,

baş ağrısı, halsizlik, kişilik değışiklikleri, uyuşukluk, kas krampları, mide krampları ve bulantısı ve bozulmuş kas koordinasyonu gibi semptomlarla ilişkili olduğunu göstermiştir (Sanvictores ve Chauhan, 2021; Institute of Medicine, 1998). Pantetonik asit koenzim A'nın (CoA) öncüsüdür. CoA hücrenel mekanizmanın merkezinde yer alan birçok reaksiyonda açıl grubu taşıyıcısı ve karbonil aktive edicisidir. CoA karbonhidrat, protein ve yağdan enerji elde edilmesinde görev alır (Spry, Kirk ve Saliba, 2008; Kennedy, 2016). Sporcular diyetle yetersiz pantotenik asit aldığında kas yorgunluğu artar ve dayanıklılığı azalır (Mueller ve Hingst, 2013).

2.21. B6 Vitamini (Piridoksal, Piridoksin, Piridoksamin)

B6 vitamini et, balık, kuruyemiş, fasulye, tahıl, meyve ve sebzeler dahil olmak üzere birçok besinde yaygın olarak bulunur. B6 vitamini nörotransmitter üretiminde, aminoasit, glikoz ve lipit metabolizmasında, hemoglobın sentezi ve gen ekspresyonu da dahil olmak üzere birçok enzimatik reaksiyonda kullanılır (Hemminger ve Wills, 2021; Wu ve Lu, 2012). Önerilen günlük alım 0-6 ay bebekler için 0,1 mg/gün, 7-12 ay bebekler için 0,3 mg/gün, 1-3 yaş çocuklar için 0,4 mg/gün, 4-8 yaş çocuklar için 0,5 mg/gün, 9-13 yaş çocuklar için 0,8 mg/gün, 14-18 yaş kızlar için 1 mg/gün, 14-18 yaş erkek çocuklar için 1,1 mg/gün, 19-50 yaş yetişkinlerde 1,1 mg/gün, 51-70 yaş kadınlarda 1,3 mg/gün, 51-70 yaş erkeklerde 1,4 mg/gün, hamilelerde 1,6 mg/gün ve emziren kadınlarda 1,7 mg/gün'dür. Tolere edilebilir üst alım 1-3 yaş çocuklarda 30/mg/gün, 4-8 yaş çocuklarda 40 mg/gün, 9-13 yaş çocuklarda 60 mg/gün, 14-18 yaş çocuklarda (hamile ve emzirenlerde dahil) 80 mg/gün ve 19 yaş ve üstü hamile ve emzirenlerde 100 mg/gündür (Institute of Medicine, 1998).

Piridoksin alfa-ketoglutaratla kompleks oluşturarak maksimum oksijen tüketimini arttırdığı ve kısa süreli maksimal egzersizden sonra laktikasidemiye azalttığı bilinmektedir (Linderman vd., 1992). Marconi, Sassi ve Cerretelli (1982) tarafından yapılan çift kör plasebo kontrollü bir çalışmada 10 eğitimli gönüllüye 30 gün boyunca günlük 30 mg/kg alfa-ketoglutarat piridoksin kompleksinin verilmesi maksimum aerobik gücü %6 oranında arttırdığı ve kısa süreli supramaksimal iş yükünden sonra laktikasidemiye azalttığı gözlemlenmiştir (Marconi, Sassi ve Cerretelli, 1982).

2.22. B12 Vitamini

B12 vitamini et, yumurta, süt ve süt ürünlerinde bulunur. Vegan ve bazı vejeteryan bireyler hayvansal kaynakları tketmediklerinden dolayı B12 vitamin eksikliği riski altındadırlar (Antony, 2003). Önerilen günlük alım 0-6 ay bebekler için 0,4 µg/gün, 7-12 ay bebekler için 0,5 mcg/gün, 1-3 yaş çocuklar için 0,7 µg/gün, 4-8 yaş çocuklar için 1 µg/gün, 9-13 yaş çocuklar için 1,5 µg/gün, 14-18 yaş çocuklar için 2 µg/gün, 19 ve üstü yaş yetişkinlerde 2,4 µg/gün, hamilelerde 2,6 µg/gün ve emziren kadınlarda 2,8 µg/gün'dür (Institute of Medicine, 1998). B12 vitamini DNA, yağ asitleri ve miyelin sentezinde yer alan enzimler için bir kofaktör olarak kullanılır. Eksikliğinde nörolojik ve hematolojik semptomlar ortaya çıkar. B12 vitamini, homosisteini metionine dönüştüren metil transfer reaksiyonunda ve başka bir reaksiyon L-metil-malonil-CoA'yı süksinil-CoA'ya dönüşümünde kofaktör olarak görev alır. B12 vitamini eksikliğinde homosistein seviyelerinin artmasıyla DNA sentezi yavaşlar ve megaloblastik anemi görülür. L-metil-malonil-CoA'yı süksinil-CoA dönüşümünde ara metabolit olarak metilmalonik asit birikir ve nörolojik hasara neden olur (Ankar ve Kumar, 2021; Lukaski, 2004). B12 vitamini yetersizliği görülen sporcular artan enerji seviyeleri ve anemi durumunun düzelmesiyle daha iyi dayanıklılıktan yaralanabilirler (Mueller ve Hingst, 2013).

2.23. Biotin

Vitamin H veya B7 vitamini olarak da bilinen biotin en çok organ etlerinde, yumurta sarısı, tahıllar, mantar ve yeşil yapraklı sebzelerde bulunur. Yağ asidi metabolizması, aminoasit metabolizması, karbonhidrat metabolizması, poliketid biyosentezi ve üre kullanımında önemli bir rolü olan karboksilaz enzimlerinin kofaktörüdür. Bazı araştırmalar kasta glikoz kullanımını iyileştirmek için biotin kullanımının faydalı olabileceğini savunur fakat yapılan çalışmalarda iskelet kasında insülin duyarlılığını iyileştirmedeki rolü tam olarak belirlenememiştir (Kouzi vd., 2015; Tong, 2013). Dengeli ve sağlıklı beslenmede biotin eksikliği görülmez ve önerilen alım günlük 30 µg'dir (Bistas ve Tadi, 2021).

2.24. Folik asit ve Folat

Folat yeşil yapraklı sebzelerde, karaciğer gibi etlerde, süt ve yumurta da bulunur. Günlük önerilen alım 400 mcg'dir, yüksek risk altındaki kadınlar günlük 5 mg'ye kadar alınması önerilir. Folik asit folatın sentezlenmiş formudur ve folata göre biyoyararlılığı daha fazladır. Folat birçok metabolik sistemde, DNA sentezi, RNA sentezi, kan hücrelerinin olgunlaşmasında ve tek karbonlu metabolik reaksiyonlarda kofaktördür. Yapılan çalışmalarda folik asitin antioksidan, antikanser, nöroprotektif ve kardiyovasküler etkileri olduğu bildirilmiştir. Folik asidin en etkin formu tetrahidrofolattır (Khan ve Jialal, 2021; Field ve Stover, 2018; Merrell ve McMurry, 2021). Biyoyararlı folatlar endoteliumda NO (nitrik oksit) biyoyararlılığını artırırlar. Bu sayede vazodilatasyon gerçekleşir ve daha fazla kan akışına neden olur (Staniewicz ve Kenney, 2017; Staniewicz, Alexander ve Kenney, 2015). Kan hücrelerinin olgunlaşması ve NO biyoyararlılığını arttırarak kaslara oksijen iletimini arttırabilir böylece aerobik performansın artmasına yardımcı olabilir.

6 hafta boyunca 2 mg kronik folik asit alımının egzersiz yapan yaşlılarda gelişmiş vasküler iletkenlik ile iskelet kası kan akışını iyileştirdiği gösterilmiştir (Romero vd., 2017).

2.25. C Vitamini (Askorbik asit)

C vitaminini vücudumuz sentezleyemediği için doğal olarak meyve ve sebzelerden alır. Greyfurt, mandalina, portakal, limon, çilek, patates, brokoli, ıspanak ve kırmızı biber iyi kaynaklarıdır (Maxfield ve Crane, 2021a). Askorbik asit sentezinin son basamağını katalizleyen l -gulonolakton oksidaz enziminin evrimsel gelişim sırasında genlerden silinmesiyle insanlar, uçan memeliler, bazı kuşlar ve balıklar vücudunda C vitaminini sentezleyemez (Lykkesfeldt ve Tveden-Nyborg, 2019). Bu evrimsel olay ile C vitamini sentezleyen türlere kıyasla C vitamininin daha verimli emilimi, geri dönüşüm ve renal geri alımı ile C vitamini eksikliğinin önleme yeteneğinin geliştiği bir adaptasyon süreci ile sonuçlanmış olabilir (Frikke-Schmidt, Tveden-Nyborg ve Lykkesfeldt, 2016). Askorbik asit sentezi basamakları memelilerde şu şekildedir; UDP-D-glukoz→ UDP-D-glukuronat→ D-glukuronat 1-P→ D-glukuronat→L-Gulonat→ L-Gulono-1,4- lakton→L-askorbat (Smirnoff, 2018).

C vitamini kollajen sentezinde, karnitin metabolizmasında, kotakalemin metabolizmasında ve demir emiliminde kofaktör olarak görev alır (Abdullah, Jamil ve Attia, 2021). Askorbik asidin indirgenmesiyle askorbat anyonu oluşur. Askorbat anyonu Fe^{+3} ile kompleks oluşturularak Fe^{+3} 'ü Fe^{+2} 'ye indirger. İndirgenmiş demir enerji kullanımını için yağ asidinin mitokondriye taşınmasında gerekli bir bileşik olan karnitin sentezinde rol oynar. C vitamini aynı şekilde bakır iyonunu indirgeyerek bakırın norepinefrin sentezinde kullanılmasını sağlar (Kontoghiorghes, Kolnagou, Kontoghiorghes, Mourouzidis, Timoshnikov ve Polyakov, 2020; Evans ve Omaye, 2017). Tam kan ve plazmadaki serbest radikallere karşı ilk savunma hattıdır. Lipoproteinlerde ve hücre zarlarında E vitamini üreten güçlü bir lipid peroksidasyon inhibitörüdür. Plazma C vitamini konsantrasyonlarının, hücresel lipid oksidatif hasarı ve lipid peroksidasyonunun doğrulanmış spesifik belirteçleri olan plazma izoprostanları ile güçlü bir şekilde ters orantılı olduğu gösterilmiştir. C vitamini ve alfa-tokoferol (E vitamini) kombinasyonu oksidasyonu önlemede özellikle etkilidir (Brisswalter, 2015, pp. 131-145). Eksikliğinde kanama, hematolojik anomaliler ve hiperkeratoz ile kendini gösteren iskorbüt hastalığı ortaya çıkar. Yüksek miktarda C vitamini alımında baş ağrısı, baş dönmesi, mide bulantısı, kusma ve kızarıklık gibi yan etkileri ortaya çıkar (Abdullah, Jamil ve Attia, 2021).

Önerilen günlük alım 0-6 ay bebekler için 40 mg/gün, 7-12 ay bebekler için 50 mg/gün, 1-3 yaş çocuklar için 15 mg/gün, 4-8 yaş çocuklar için 25 mg/gün, 9-13 yaş çocuklar için 45 mg/gün, 14-18 yaş kızlar için 65 mg/gün, 14-18 yaş erkek çocuklar için 75 mg/gün, 19 ve üzeri yaş yetişkin kadınlarda 75 mg/gün, 19 ve üzeri yaş erkeklerde 90 mg/gün, hamilelerde 14-18 yaş için 80 mg/gün, 19 yaş ve üzeri için 85 mg/gün, emziren kadınlarda 14-18 yaş için 115 mg/gün ve 19 ve üzeri yaş için 120 mg/gün'dür. Tolere edilebilir üst sınır 1-3 yaş için 400 mg, 4-8 yaş için 650 mg/gün, 9-13 yaş için 1200 mg/gün, 14-18 yaş için 1800 mg/gün ve 19 yaş ve üzeri için 2000 mg/gün'dür (Krinsky vd., 2000).

C vitamini kollajen sentezinde stabil kollajen üçlü sarmal yapısının uygun şekilde katlanmasını sağlar ayrıca reaktif oksijen türlerini nötralize ettiği için güçlü bir antioksidandır. Yapılan prelinik çalışmalar sonucunda C vitamininin kırılma sonrası kemik iyileşme süresini hızlandırdığı, tip 1 kollajen sentezini arttırdığı ve oksidatif stres parametrelerini azalttığı bulunmuştur (DePhillipo vd., 2018). Egzersizden önce 15 gram C vitamini ile zenginleştirilmiş jelatin alan bir grupta kollajen sentezinin

arttığı görülmüştür. Bu durumun yaralanmayı önlemede ve doku onarımında faydalı olabileceği düşünülmektedir (Shaw vd., 2017). 21 futbolcuyla yapılan çift kör kontrollü bir çalışmada bir gruba 15 gün boyunca 500 mg/gün C vitamini ve 400 UI/gün E vitamini verildi. 7 günlük takviyeden sonra, sporculara, pliometrik sıçrama ve tükenmeye karşı dayanıklılık direnç setlerinden oluşan egzersize bağlı bir oksidatif stres protokolü uygulandı. Kan örnekleri, performans testleri ve gecikmeli başlangıçlı kas ağrısı egzersizden önce ve egzersizden 24, 48 ve 72 saat sonra ölçülmüştür. Sonuç olarak, antioksidan takviyesi oksidatif stresi azaltırken, akut egzersizin neden olduğu yüksek kas hasarı veya kas ağrısı belirteçlerini azaltmadı ve genç sporcularda futbol performansı üzerinde herhangi bir ergojenik etki yaratmadığı görülmüştür (de Oliveira, Rosa, Simões-Ambrósio, Jordao ve Deminice, 2019).

2.26. A Vitamini

A vitamini, retinol, retinil palmitat ve beta-karoten gibi yağda çözünen çeşitli maddeleri kapsayan genel bir terimdir. Çeşitli metabolitleri görme, hücrel farklılaşma, epitel bariyer fonksiyonu ve bağışıklık fonksiyonu için gereklidir (Chea, Lopez ve Milstein, 2021). RDA'ya göre yetişkin erkeklerde 900 µg retinol aktivite eşdeğeri/gün, kadınlarda ise 700 retinol aktivite eşdeğeri/gün alımı önerilir. A vitamini için tolere edilebilir üst limit oluşturulmamıştır (Institute of Medicine, 2001). Beta-karoten sporcuların -özellikle ultra dayanıklılık olaylarında- antrenmanı ve performansı engelleyen hastalıklardan koruması ve antioksidan etki göstermesi sebebiyle performansta yararlı olabileceği düşünülmektedir (Mueller ve Hingst, 2013).

2.27. D Vitamini

D vitamininin ana kaynağı güneş ışığıdır, ancak diğer kaynaklar arasında balık, mantar, yumurta, güçlendirilmiş gıdalar ve takviyeler bulunur. D vitamini vücudun fosfat ve kalsiyum depolarını kontrol eder ve kemik içeriğinin korunmasında görev alır. Kemik, bağışıklık sistemi, gastrointestinal sistem, böbrek, kardiyovasküler sistem, paratiroid bezi ve iskelet kasında D vitamini reseptörleri bulunmaktadır (Sikora-Klak vd., 2018; Ramasamy, 2020). Kas hücrelerinde D vitamini reseptörlerinin (VDR) varlığı, D vitamini hücrelerinin çoğalmasını ve dokulardaki kas

hücrelerinin farklılaşmasını ve ayrıca kalsiyum ve fosfatın hücre içi bölmeye taşınmasını düzenler (Caballero-García vd., 2021).

Stres kırıkları oluşumunu etkileyen birçok risk faktörü vardır. Bunlardan biri D vitamini eksikliğidir (Knechtle vd., 2021). D vitamini kalsiyum taşınmasını, renal kalsiyum geri emilimini ve kalsiyumun kemikten mobilizasyonunu etkiler. Yeterli D vitamininin alınmaması osteoporoz riskini artırır. Kapalı alanda antrenman yapan sporcularda güneş ışığı alamadıkları için d vitamini eksikliği yaşama olasılıkları daha fazladır (Jenkins, Skinner ve Bolam, 2015). Erkek profesyonel salon oyuncularında yetersiz D vitamini (<30 ng/mL) daha düşük maksimum aerobik güç ile ilişkilidir. Sporcularda optimal fiziksel performansı sağlamak için yeterli düzeyde D vitamini sağlanmalıdır (Most vd., 2021). D vitamini eksikliği olan sporcularda D vitamini normal seviyelere döndüğünde en yüksek atletik performans görülür. Ayrıca çeşitli akut ve kronik durumlardan koruyabilir (Cannell vd., 2009).

2.28. E Vitamini

E vitamini, 4 tokotrienol ve 4 tokoferol içeren yağda çözünen bir bileşiktir ve α -tokoferol biyolojik aktivitesi en yüksek olan formudur (Neubauer ve Yfanti, 2015). Yetişkinler için RDA'ya göre alınması gereken E vitamini miktarı 15 mg'dir. E vitamini sarkoplazmik retikulum gibi lipid açısından zengin yapılarda bulunur. Mitokondri tarafından üretilen serbest radikalleri temizleyebilir, böylece lipid peroksidasyonunu ve membran hasarını azaltabilir (Higgins, Izadi ve Kaviani, 2020). Günde 200-400 IU'luk bir takviye dozunun, egzersizin neden olduğu oksidatif hasarı önlemeye yardımcı olduğu gösterilmiştir. The Food and Nutrition Board of the Institute of Medicine (Tıp Enstitüsü Gıda ve Beslenme Kurulu) α -tokoferolün tüm formları için maksimum tolere edilebilir alım miktarı 1.500 IU/gün (1.000 mg/gün) belirlemiştir. Bu dozun aşılması kanama sorunlarına neden olabilir (Mueller ve Hingst, 2013). 2018 yılında 18 elit sporcunun katıldığı randomize plasebo kontrollü çift kör çalışmada arka arkaya 4 olimpik tekvando maçına katılmadan önce 4 gün boyunca (müsabaka gününden 3 gün önce ve her sabah) 2000 mg/gün C vitamini ve 1400 U/gün E vitamini takviyesi yapıldı. Takviye sonucunda maçlar sırasında ve sonrasında egzersize bağlı doku hasarını ve inflamatuvar yanıtı etkili bir şekilde azalttığı bulundu (Chou vd., 2018). Nieman ve ark. (2004) 38 triatlete yarıştan 2 ay önce 800 U/gün E

vitamini veya plasebo kapsülleri vererek randomize, çift kör bir çalışma yaptı. Yarışmacıların yarıştan bir gün önce, yarıştan 5-10 dakika sonra ve yarıştan 1,5 saat sonra kan, idrar ve tükürük örnekleri alındı. Yapılan testler sonucunda plazma sitokinlerindeki artışları, diğer bağışıklık ölçütlerindeki bozulmaları veya oksidatif stresi azaltmadığı bulundu (Nieman vd., 2004.).

2.29. Magnezyum

Magnezyum genellikle hayvansal ve bitkisel besinlerde bulunur. Ispanak, kabuklu yemişler, baklagiller, tohumlar, tam tahıllar gibi kepekli ürünler ve yeşil yapraklı sebzeler iyi kaynaklarıdır (Magnesium-Fact Sheet for Health Professionals). Magnezyum enerji metabolizması, hücre bölünmesi, glikoliz, protein sentezi, sinir iletimi, kas kasılması ve kan basıncının düzenlenmesi gibi birçok metabolizmada görev alır (Zhang vd., 2017). Magnezyumun hafif eksikliğinde halsizlik, iştahsızlık, yorgunluk, mide bulantısı ve kusma görülür. Eksiklik ilerledikçe kas kasılmaları, kas krampları, uyuşukluk, karıncalanma, koroner spazmlar, bozulmuş kalp ritmi ve nöbetler görülür (Fiorentini vd., 2021). Günlük alım önerileri 0-6 ay için 30 mg/gün, 7-12 ay için 75 mg/gün, 1-3 yaş çocuklar için 80 mg/gün, 4-8 yaş çocuklar için 130 mg/gün, 9-13 yaş çocuklar için 240 mg/gün, 14-18 yaş kadınlar için 360 mg/gün, erkekler için 410 mg/gün, hamileler için 400 mg/gün, emziren kadınlar için 360 mg/gün, 19-30 yaş kadınlar için 310 mg/gün, erkekler için 400 mg/gün, hamileler için 350 mg/gün, emziren kadınlar için 310 mg/gün, 31 yaş ve üstü kadınlar için 320 mg/gün, erkekler için 420 mg/gün, hamileler için 360 mg/gün ve emziren kadınlar için 320 mg/gün'dür. Tolere edilebilir ek magnezyum alımı 1-3 yaş için 65 mg/gün, 4-8 yaş için 110 mg/gün ve 9 yaş ve üzeri tüm bireyler için 350 mg/gün'dür (Institute of Medicine, 1997).

1 haftalık akut 300 mg/d elementer magnezyum takviyesi 4 haftalık kronik 300 mg/d elementer takviyesine göre toplam periferik basıncı daha fazla düşürmüştür ayrıca hem akut hem de kronik takviye diyastolik kan basıncını düşürmüştür (Kass ve Poeira, 2015). Elit erkek basketbolcular üzerinde yapılan bir çalışmada sezon boyunca günde 400 mg magnezyum laktat takviyesinin kas hasarını önleyebileceği bulunmuştur (Córdoba Martínez vd., 2017).

2.30. Çinko

Çinko et, balık, baklagiller ve kabuklu yemişlerde bulunur. Diyetle önerilen çinko alımı çocuklarda 3 mg/gün, yetişkin kadınlarda 8 mg/gün ve yetişkin erkeklerde 11 mg/gün, hamile kadınlarda 11 mg/gün ve emziren kadınlarda 12 mg/gün'dür. Sitrik asit çinko alımını artırırken fitatlar, lif ve demir emilimini engeller. 300'den fazla enzimin kofaktörüdür. Büyüme ve doku onarımı, DNA, RNA ve proteinlerin oluşumu gibi birçok metabolizmada görev alır. Aşırı çinko alımında yan etki olarak karın ağrısı, kusma, ishal, demir veya bakır eksikliği ve koku alma kaybına neden olur. Eksikliğinde sık enfeksiyon, saç dökülmesi, iştahsızlık, erkeklerde hipogonadizm, cilt yaraları, yavaş büyüme ve geç yara iyileşmesi gözükür (Rabinovich ve Smadi, 2021; Maxfield, Shukla ve Crane, 2021b; Kogan, Sood ve Garnick, 2017). Çinko soleus kasında daha yüksek oranlarda bulunur bu yüzden çinko konsantrasyonundaki değişikliklere karşı daha duyarlıdır. Diyetle düşük çinko alımı çoğunlukla kasta çinko seviyelerini korusa bile spesifik çinko proteinlerin aktivitesinde düşüşe neden olur ve kas fonksiyonu bir dereceye kadar bozulur (Hernández-Camacho vd., 2020). 12 hafta boyunca 22 mg/d çinko takviyesi antioksidan durum belirteçlerini iyileştirir fakat plazma bakır ve demiri azaltır (de Oliveira vd., 2009). Güreşçilerde yapılan bir çalışmada 4 hafta boyunca her gün 3 mg/kg oral çinko fosfat takviyesinin yorgunluk egzersizinden sonra hem tiroid hormonları hem de testosteron seviyelerinin inhibisyonunu önlediği gösterilmiştir (Kilic vd., 2006).

2.31. Fosfor

Fosfor enerji metabolizmasında, hücre içi sinyalleşmede ve tamponlamada görev alır. Fosfor vücutta yaklaşık %85 kemiklerde ve %15 yumuşak dokularda (yaklaşık %1'i hücre dışı sıvılarda) bulunur. (Vorland vd., 2017). Önerilen alım 1-3 yaş için 460 mg, 4-8 yaş için 500 mg, 9-18 yaş için 1250 mg, 19 yaş ve üzeri için 700 mg'dir. Tolere edilebilir üst sınır yetişkinler için 4 gramdır. Önerilerden fazla fosfor alımı kalsiyum emilimini azalttığı için dikkat edilmelidir (Institute of Medicine, 1997). Fosfor sporcularda genellikle sodyum fosfat olarak kullanılır. Sodyum fosfatın sprint süresi, döngüsel güç çıkışı, bisiklet ergonometresinde zaman denemesi ve dinlenme kalp atım hızında iyileştirmeler yapmaktadır (Heffernan vd., 2019).

Takım sporcularında aynı protokolle farklı yıllarda yapılan iki çalışmada 6 gün boyunca yağsız kütle başına 50 mg sodyum fosfat takviyesinin plaseboya göre tekrarlı sprint performansını iyileştirebileceği bulunmuştur (Buck vd., 2015; Kopec vd., 2016). Eğitilmiş bisikletçiler üzerinde yapılan bir çalışmada 6 gün boyunca yağsız vücut kütle başına 50 mg sodyum fosfat yüklemesi yapıldı. Takviye sonrası 1. ve 4. gün tekrarlı sprint ve zaman denemesi yapıldı. Çalışmanın sonunda tekrarlı sprint ve zaman denemesinin iyileştiği gözlemlendi (Brewer vd., 2015). Fakat 13 kadın bisikletçi üzerinde yapılan bir çalışmada yağsız vücut kütle başına 25 mg, 50 mg ve 75 mg sodyum fosfat alımının plaseboya kıyasla zaman denemesinde herhangi bir farklılık gözlenmemiştir (Buck vd., 2014).

2.32. Kalsiyum

Süt ve süt ürünleri kalsiyum açısından zengin ve emilebilirlik oranı en yüksek kaynaklardır. Tahıllar, sebzeler (lahana, brokoli, tere) kuruyemişler ve tohumlar (özellikle keten tohumu, chia tohumu ve badem) kalsiyum açısından zengindir (Cormick ve Belizán, 2019). Önerilen alım 1-8 yaş için 800 mg, 9-18 yaş için 1300 mg, 19-50 yaş için 1000 mg, 51 yaş ve üzeri için 1200 mg'dir. Tolere edilebilir üst sınır 19-50 yaş için 2500 mg ve yaşlılar için 2000 mg'dir (Institute of Medicine, 1997). Yan etkileri arasında böbrek taşı oluşumu, mide-barsak problemleri ve artan kardiyovasküler risk bulunmaktadır (Harvey vd., 2017). Vücutta kalsiyumun %99'u kemikte bulunur kalan %1'lik kısım ise plazmada bulunur. Plazmada bulunan kalsiyum homeostazi, iskeletin korunması, hormonal sekresyonun düzenlenmesi, sinir uyarılarının iletimi, kas kasılması ve vasküler aktiviteler gibi önemli metabolizmalarda rol oynar. Yetersiz kalsiyum alımı kemik yoğunluğunu azalttığı için osteoporoz görülür (Li vd., 2018).

Kalsiyum alımının demir emilimini azalttığını öne süren birkaç kısa süreli çalışma vardır fakat uzun süreli yapılan çalışmalar sonucunda demir emilimini azaltmadığı bulunmuştur (Cormick ve Belizán, 2019).

18-26 yaş arası mesafe koşucusu 125 kadın katılımcıyla yapılan bir prospektif çalışmada besin alımı ile kemik sağlığı arasındaki ilişkiye bakılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda daha yüksek kalsiyum, yağsız süt ve süt ürünleri alımı, daha düşük stres

kırığı oranlarına ve günde tüketilen her ilave bir bardak yağsız süt, stres kırığı insidansında %62'lik bir azalma ile ilişkilendirilmiştir (Nieves vd., 2010).

2.33. Potasyum

Potasyum hücre içi sıvıda bulunan bir katyondur. Plazmada 3,6-5,5 mmol/L aralığında bulunur. 3,6 mmol/L altında olduğunda hipokalemi oluşur ve halsizlik, yorgunluk ve kas seğirmesi görülür; 5,5 mmol/L üstünde olduğunda hiperkalemi oluşur ve kardiyak aritmiler, kas krampları, kas güçsüzlüğü, rabdomiyoliz ve miyoglobinüri görülür (Shrimanker ve Bhattarai, 2021). Muz, patates, domates, fındık, ceviz, fıstık, ıspanak, lahana, maydanoz ve hurma gibi diyet kaynaklarında doğal olarak bulunur. WHO yetişkinlerde kan basıncı, kardiyovasküler hastalık, felç ve koroner kalp hastalığı riskini önlemek için en az 3510 mg/gün potasyum alımını önerir (World Health Organization, 2012). Bir elektrolit olarak potasyum, sıvı ve elektrolit dengesini kontrol etmek ve optimal kas kasılması ve düzenli bir kalp atışı için kritik olan sinir uyarılarının iletilmesine yardımcı olmak için sodyum ve klorür ile birlikte çalışır. Sporcular, kas kramplarına karşı koruma ve gelişmiş kas dayanıklılığı dahil olmak üzere gelişmiş kas fonksiyonundan yararlanabilir (Mueller ve Hingst, 2013).

2.34. Sodyum

Sodyum, hücre dışında bulunan ozmotik olarak aktif bir katyondur. Hücre dışı sıvı hacmini korumada ve hücrelerin zar potansiyelinin düzenlenmesinde görevlidir. Plazmada 135-145 mmol/L aralığında bulunur (Shrimanker ve Bhattarai, 2021). Hiponatremi plazma ya da kan Na^+ konsantrasyonunun 135 mmol/L altına düşmesidir. Egzersiz sırasında terlemeyle elektrolit kaybı ile ya da egzersiz sırasında ve sonrasında yüksek miktarda elektrolit içermeyen sıvı alımı ile meydana gelir. Egzersizle ilişkili hiponatremi (EAH) semptomatik ya da asemptomatik olarak görülür. Semptomatik EAH de sersemlik, mide bulantısı, kusma, kişilik değişikliği ve ödem görülür. Asemptomatik EAH de ise kan plazma Na^+ seviyesine bakılarak anlaşılır (Rondon ve Badireddy, 2021; Hew-Butler vd., 2015). Araştırma verileri olmamasına rağmen egzersizle ilişkili kas kramplarının nedeni için oluşturulan teorilerden biri sıvı ve elektrolit dengesinin bozulmasıdır. Sıcakta uzun süreli egzersiz sırasında kaybedilen sıvıyla sodyum alımının yerine konulmasıyla hiponatremi önlenir (Anastasiou vd.,

2009). Yüksek sıcaklıkta egzersiz yaparken egzersizden önce yüksek sodyum (164 mmol/L Na⁺) içeren sıvı alımı, egzersiz öncesi plazma hacmini arttırdığı, egzersiz sırasında daha az termoregülatör ve algılanan zorlanma olduğunu gösterilmiştir (Sims vd., 2007).

2.35. Demir

Demir oksijen taşınması ve elektron taşıma sistemindeki rolüyle enerji metabolizmasında görev alır. RDA'ya göre yetişkin kadınlar 18 mg/gün ve erkekler ise 8 mg/gün demir almalıdır. Yetişkinler için tolere edilebilir demir alımı 45 mg/gün'dür. Demir hem ve hem olmayan olmak üzere ikiye ayrılır. Hem demir et, balık ve kümes hayvanlarında miyoglobin olarak alınır. Hem olmayan demir ise sebzelerde ve tahıllarda bulunur. Hem demir hem olmayan demire göre daha yüksek emilime sahiptir. Diyetle alınan hem demirin %25'i hem olmayan demirin %17'si emilir. C vitamini demir emilimini artırır. Fitatlar, polifenoller ve kalsiyum demir emilimini engeller (Institute of Medicine, 2001; Moustarah ve Mohiuddin, 2021). Demir eksikliği olan kadınlarda gün içinde bölünmüş dozlarda demir takviyesi serum hepsidin miktarını arttırdığı ve demir emilimini azalttığı için tek dozda demir takviyesi alımı önerilir (Stoffel vd., 2017). Anemi olmadan demir eksikliği enerji verimliliğini ve dayanıklılık performansını düşürür. Demir takviyesi yapıldığında maksimum enerji verimliliği ve performans gözlemlenir (DellaValle ve Haas, 2014; Dellavalle ve Haas, 2012).

2.36. Selenyum

Selenyum sağlığı korumak için gerekli olan ve dünya çapında eksikliği yaygın ve ciddi bir sorundur. Hem kadınlarda hem de erkeklerde RDA'ya göre önerilen alım miktarı 55 mcg/gün'dür. Diyetle alınan selenyum formunun biyoyararlılıkları yüksektir. Eksikliğinde kardiyovasküler hastalık, kısırlık, miyodejeneratif hastalıklar, Keshan hastalığı, Kashin-Beck hastalığı (kemiklerin, kıkırdakların ve eklemlerin, eklem genişlemesi ve sınırlı hareket açıklığı ile sonuçlanan, sakat bırakan bir deformitesidir) ve inflamatuvar hastalıklar görülür. Glutatyon peroksidaz bir selenoproteindir ve reaktif oksijen ve nitrojen türlerine karşı antioksidan etki gösterir. Aktif olmayan tiroksini (T4) triiyodotironine (T3) dönüştüren iyodotironin deiyodinazlar selenyum bağımlıdır

(Hu vd., 2021; Shreenath, Ameer ve Dooley, 2021; Krinsky vd., 2000). Selenyum takviyesi aerobik veya anaerobik egzersiz performansına etkisi yoktur ancak yüksek yoğunluklu antrenmanlarda sporculara selenyum eksikliğini önleyebilir (Fernández-Lázaro vd., 2020).

2.37. Krom

Krom karbonhidrat, protein ve yağ metabolizmasında yer alan eser bir mineraldir ve krom emilimini arttırmak için pikolinik asitle birleştirilir (Willoughby, Hewlings ve Kalman, 2018). Yapılan araştırmaların yetersizliğinden kaynaklı olarak krom için RDA belirlenmemiştir. Yapılan araştırmalara göre yetişkin erkekler 35 mcg/gün, kadınlar ise 25 µg/gün krom alımı yeterli alım olarak belirlenmiştir. Krom için tolere edilebilir üst limit oluşturulmamıştır (Institute of Medicine, 2001; Moustarah ve Mohiuddin, 2021). Krom insülin hücre sinyalinin genişleterek plazma zarındaki insülin duyarlılığını artırır ve glisemik kontrolü iyileştirir (Talab vd., 2020; San Mauro-Martin vd., 2016). Krom pikolinat takviyesi yağsız vücut kütlelerinin korunmasına yardımcı olarak vücut kompozisyonunu iyileştirdiği gösterilmiştir. Ek olarak, geliştirilmiş insülin etkisi, kas hücreleri tarafından glikoz ve amino asitlerin alım oranını artırır (Willoughby, Hewlings ve Kalman, 2018). 6 gram whey proteiniyle birlikte 2 gram Amilopektin/krom takviyesi kas protein sentez yanıtını arttırmaktadır (Ziegenfuss vd., 2017). 2.6 g amino asit (L-Lösin, L-Treonin, L-Lizin Monohidroklörür, L-İzolösin, L-Valin) ve 250 mcg krom pikolinat içeren su bazlı bir içecek karbonhidrattan zengin bir yemekle birlikte tüketimi diyabeti olmayan aşırı kilolu yetişkinlerde tokluk glukoz homeostazını iyileştirir (Östman vd., 2020). 12 haftalık egzersiz programına katılan orta derecede obez kadınlarda yapılan çift kör plasebo kontrollü çalışmada deney grubuna 400 mcg/gün krom pikolinat takviyesi verilmiştir. Çalışma sonucunda takviyenin vücut kompozisyonuna, plazma glukagonuna ve serum insülin düzeylerine etkisinin az olduğu bulundu (Volpe vd., 2001).

2.38. Kollajen

Kollajen glisin, prolin ve hidroksprolin aminoasitlerinden oluşan tripleks sarmal yapıdır. Yaklaşık 28 tip kollajen tanımlanmıştır. Tip 1 kollajen cilt, kemik, diş, tendon,

bağlar, damar bağları ve organlarda en yaygın olanıdır. Tip II kollajen kıkırdaklarda bulunur. Tip III kollajen deri, kas ve kan damarlarında bulunur (León-López vd., 2019). Kollajen, tendonların sağlığını korumada ve egzersiz sırasında potansiyel yaralanma riskini azaltmada hayati bir rol oynar (Khatri vd., 2021).

Shaw ve ark. (2017) randomize, çift kör, plasebo kontrollü, çapraz tasarımlı çalışmada plasebo, 5 gr ve 15 gr C vitamini ile zenginleştirilmiş jelatin takviyesinin serum propeptit seviyelerine etkisine bakılmıştır. 15 gr jelatin alan grup diğer gruplara göre 2 kat daha fazla kollajen sentezi gözlemlendi. Bu sonuçlara göre jelatin takviyesi kollajen sentezini geliştirdiğini ve yaralanmayı önleme ve doku onarımında faydalı bir rol oynayabilir (Shaw vd., 2017). Elli yedi genç erkek, rastgele ve çift kör, plasebo kontrollü çalışmada 12 hafta boyunca haftada 3 kez (toplamda 36 seans) direnç antrenmanından önce 15 gr kollajen veya 15 gr plasebo verilmiştir. Direnç egzersizi ve kollajen takviyesinden sonra yağsız vücut kütlesi artarken vücut yağ kütlesi değişmedi. Yağsız vücut kütlesindeki değişiklik, çevredeki bağ dokusundaki artışa bağlanabilir, çünkü iki grup arasında lif kesit alanı hipertrofisi açısından bir fark bulunmamıştır (Kirmse vd., 2019).

2.39. Metilsülfornilmetan (MSM)

Metilsülfornilmetan (MSM) antioksidan ve inflamasyon önleyici bir organosülfür bileşimidir. MSM artrit hastalarında inflamasyon durumlarında, kıkırdak yapının korunması ve osteoartritli bireylerde hareket açıklığı ve fiziksel işlevi iyileştirmede, egzersizle ilişkili kas ağrısını azaltmada, oksidatif stresi azaltmada, mevsimsel alerjilerde, cilt kalitesini dokusunu iyileştirmede kullanılır (Butawan, Benjamin ve Bloomer, 2017). FDA, MSM'yi genellikle güvenli olarak tanınan onaylı bir madde olarak kabul etmiştir, 4845,6 mg/gün'ün altındaki dozlarda MSM alımı güvenlidir (Borzelleca, Sipes ve Wallace, 2007).

18 sağlıklı erkek plasebo kontrollü bir çalışmada 10 gün boyunca 200 mL suda 50 mg/kg MSM takviyesi yapılmış ve ardından 14 km koşmuşlardır. MSM takviyesi alan grupta koşu sonunda kreatin kinaz ve bilirubin anlamlı olarak azalmıştır. MSM'nin antioksidan kapasitesi üzerindeki etkisiyle kas hasarını azaltmada etkili olabilir (Barmaki vd., 2012). 2014 yılında Portland yarı maratonunda yarışan 22 katılımcı üzerinde yapılan plasebo kontrollü bir çalışmada yarıştan 21 gün önce ve yarıştan iki

gün sonra (toplamda 23 gün) 3 g/gün MSM takviyesi yapıldı. Egzersiz öncesi oksidatif stres düzeylerinde bir azalma veya akut bir egzersiz döneminde kas hasarı ile ilişkili değildi. Fakat MSM takviyesi, egzersiz sonrası kas ve eklem ağrısını klinik olarak hafiflettiği bulundu (Withee vd., 2017).

2.40. Glikozamin Sülfat

Glukozamin popüler bir besin takviyesidir ve kıkırdağın doğal bir bileşeni olup kıkırdağın oluşumu ve onarımında rol oynar. Sinovyal eklemlerdeki eklem kıkırdağı gibi bağ dokularının normal büyümesi ve onarımı için gereklidir. Glikozamin çeşitli formlarda bulunur. En çok Glikozamin sülfat ve Glikozamin hidroklorür formları kullanılmaktadır. Osteoartrit ve spesifik olmayan eklem ağrısını tedavi etmek için genellikle kondroitin sülfat ile birlikte kullanılır (Glucosamine, 2018; Henrotin vd., 2013).

Glikozamin sülfatın etki mekanizması iki farklı şekildedir. Birincisi, glukozamin sülfatın, glikozaminoglikanların sentezini uyarması ve kondrositlerde tip II kollajen ekspresyonunu arttırmasıdır. İkincisi, glukozamin sülfatın prostaglandin E2 sentezini azaltarak, nükleer faktör kappa B'yi (NFkB) inhibe ederek ve metalloproteinazlar (MP'ler) gibi katabolik enzimlerin ekspresyonunu azaltarak, böylece glikozamin agregasyonunu önleyerek inflamatuvar sitokinlerin üretimini ve kollajen bozulmasını azalttığına inanılır (Williams ve Ampat, 2021).

2.41. Hyaluronik Asit

Hyaluronik asit eklem kıkırdağının hücre dışı matriksinde ve sinovyal sıvıda bulunan bir glikozaminglikan türüdür. Hyaluronik asit, tendon iyileşmesinin ana aşamalarını (yani, iltihaplanma, hücre göçü ve anjiyogenez) düzenleyerek doku onarım sürecinin düzenlenmesinde yer almaktadır (Ying vd., 2019; Litwiniuk vd., 2016). Hücre dışı matriksi nemlendirir, doku homeostazını ve sıkıştırma kuvvetlerine karşı direnci düzenler (Abatangelo vd., 2020). Diz osteoartriti olan hastalarda ağrıyı gidermek için yaygın olarak eklem içi hyaluronik asit enjeksiyon yöntemi kullanılır (Walker vd., 2021). Bu özelliklerinden dolayı sporcularda tendinopati yaralanmalarında konservatif tedavi olarak kullanılabilir (Crimaldi vd., 2021).

2.42. Kondrotin Sülfat

Kondroitin sülfat, D-glukuronik asit ve *N*-asetil-D-galaktozaminden oluşan doğal bir polisakkarittir . Kollajen fibrilleri ile kıkırdak matrisinin ana bileşenidir (Pang vd., 2021). Antioksidasyon, antiinflamatuvar, hipolipidemik ve immünomodülatör aktiviteler dahil olmak üzere çeşitli kritik biyolojik fonksiyonlara sahiptir (Zou vd., 2020). Özellikle kemik, kıkırdak, deri, bağlar, tendonlar ve ayrıca kan damarlarında bol miktarda bulunur. Kıkırdak ve eklem sıvısının önemli bir bileşeni olan kondroitin sülfat, anabolik ve antikatabolik süreçler yoluyla kıkırdak metabolizması üzerinde kondroprotektif bir etkiye sahiptir (Mishra ve Ganguli, 2021; Korolev vd., 2020). Kondrotin sülfat fibroblast poliferasyonunu arttıran fibroblast büyüme faktörü-2'nin miktarını artırır (Yudistira vd., 2020). Kondrotin sülfat eklemde sertlik, şişme, iltihap ve diğer ilişkili etkileri azalttığı için osteoartrit tedavisinde kullanılır (Mishra ve Ganguli, 2021). Ayrıca hayvanlarda yapılan bir deneyde köpekbalığı ve domuzdan elde edilen kondrotin sülfatın α -amilazı inhibe ettiği ve tip 2 diyabette fonksiyonel bir takviye olarak kullanılabilceği bulunmuştur (Pang vd., 2021).

2.43. Koenzim Q10

Koenzim Q10 (CoQ10), insan vücudunda genellikle ubiquinol (indirgenmiş form) ve ubiquinone (oksidlenmiş form) şeklinde ifade edilen vitamin benzeri bir organik bileşiktir. CoQ10, mitokondriyal oksidatif fosforilasyonun elektron taşınmasında önemli bir rol oynar. Güçlü bir antioksidan, membran stabilizatörü ve kofaktör olarak CoQ10, adenzin trifosfat üretmek için oksidatif fosforilasyon işlemi sırasında protein ve DNA'nın oksidasyonunu engeller (Di Lorenzo vd., 2020). CoQ10, FDA tarafından herhangi bir tıbbi durumun tedavisi için onaylanmamıştır, ancak reçetesiz satılan ilaçlarda diyet takviyesi olarak yaygın olarak kullanılabilir ve birinci basamak doktorları ve uzmanları tarafından tavsiye edilir. Nörodejeneratif hastalıklar, fibromiyalji, diyabet, kanser, mitokondriyal hastalıklar, kas hastalıkları ve kalp yetmezliği gibi hastalıklar dolaşımdaki koenzim Q10 düzeylerinin azalmasıyla ilişkilidir (Sood ve Keenaghan, 2021). Statin grubu ilaçlar mevalonattan koenzim Q10 sentezini bloke ederek plazmada koenzim Q10 eksikliğine neden olur. Konsantrasyonun azalması kas ağrısı ve kramplara neden olur. 30 gün boyunca günde

iki kez 50 mg koenzim Q10 takviyesi statin grubu ilaçların neden olduğu hafif ve orta dereceli kas ağrısı ve kas krampını azaltır (Zaleski, Taylor ve Thompson, 2018; Skarlovník vd., 2014).

2.44. D-riboz

D-riboz vücutta üretilen bir monosakkarittir, DNA'nın bir parçası ve hücre ATP üretimi için önemli bir pentoz şekerdir (Pierce vd., 2020). 625 mg ila 20 gram riboz arasında değişen çeşitli takviye stratejileri kullanılmıştır. 200 mg/kg kullanmak için başka bir takviye protokolü olmasına rağmen, çoğu araştırma denemesi günde 10-20 gram kullanılmıştır. Riboz kullanımını güvenli olarak görülmektedir. Bildirilen herhangi bir yan etki veya ilaç etkileşimi bulunmamaktadır (Mueller ve Hingst, 2013).

D-riboz takviyeleri kas ağrısını azaltabilir, kas yaralanmalarının kısa sürede iyileşmesini sağlayabilir ve lipid peroksit oluşumunu engelleyebilir. Pliometrik egzersizleri yapan genç yetişkin erkekler, egzersizden 1 saat önce ve egzersizden 1 saat, 12 saat, 24 saat ve 36 saat sonra 15 g/doz D-riboz tüketerek geç başlangıçlı kas ağrısını azaltabilir. Bu sonuçlar, D-riboz alımının uygun zamanlamasının, genel popülasyonda egzersize bağlı geç başlangıçlı kas ağrısında benzer bir azalmaya yol açabileceğini göstermektedir (Cao vd., 2020). Yapılan bir çalışmada yüksek yoğunluklu aralıklı egzersizde 10 g/gün D-riboz takviyesi algılanan efor ve kreatin kinaz seviyelerini düşürdüğü bulundu (Seifert, Brumet ve St Cyr, 2017).

2.45. Bromelain

Bromelain ananasın hem meyvesinde hem de gövdesinde bulunan proteolitik bir enzimdir. Bromelainin anti-ödem, fibrinoliz, anti-kanser, anti-inflamatuar, antibiyotik, antikoagülan ve antitrombotik ajan olarak önemli bir role sahip olduğu bilinmektedir. Bromelainin doku yaralanmasından sonra iyileşmeyi iyileştirdiği ve özellikle antibiyotikler için ilaç emilimini arttırdığı gösterilmiştir (Heaton vd., 2017; Varilla vd., 2021; Pavan vd., 2012).

21 gün boyunca bromelain, mantar proteazları ve papain içeren bir proteolitik takviye alımının, yokuş aşağı koşma protokolünden sonra kas fonksiyonunu iyileştirdiğini bulunmuştur (Buford vd., 2009). 15 yüksek eğitimli bisikletçi 6 gün süren yarış

boyunca 1000 mg/gün bromelain takviyesi aldı. Yarışın 4. gününde bisikletçilerin yorgunluk derecelerini azalttığı bulunmuştur (Shing vd., 2016).

2.46. Enerji İçecekleri

Spor içeceklerinin içerikleri benzerken enerji içeceklerinin içerikleri değişiklik gösterir. Tüm enerji içecekleri bir veya daha fazla uyarıcı içerir, bunlardan en yaygın olarak kullanılan kafeindir (Mora-Rodriguez ve Pallarés, 2014). Enerji içeceği tüketiminin en yaygın nedenleri enerjyi artırmak/yorgunluğu azaltmak, uyanık kalmak veya yetersiz uykuya karşı koymak ve akademik nedenlerdir (örneğin, çalışmalar sırasında konsantrasyon için) (Nadeem vd., 2021). Enerji içecekleri, genellikle yüksek oranda karbonhidrat içerir ve içerisinde bulunan diğer besinlerin konsantrasyon ve/veya zihinsel uyanıklık algısını iyileştirdiği öne sürülür (Campbell vd., 2013). EFSA'nın 2013 yılında yayınladığı 16 AB ülkesinin enerji içeceği tüketimi verilerine göre yetişkinlerin (18-65 yaş) %52'si ve gençlerin (10-18 yaş) %41'i spor yaparken enerji içeceği tüketiyor (Zucconi vd., 2013). Del Coso ve ark. (2012) on iki aktif katılımcıya egzersizden 60 dakika önce sadece enerji içeceği (plasebo), 1 g/kg kafein içeren enerji içeceği ve 3 g/kg kafein içeren enerji içeceği verildi. Maksimum 1 tekrarın %10'dan %100'üne kadar yüklerle yarım squat ve bench press güç üretimi belirlendi. Çalışmanın sonucunda yarım squat ve bench press maksimum kas gücü üretimi için enerji içeceklerinde en az 3 g/kg kafein olması gerektiği bulunmuştur (Del Coso vd., 2012).

ISSN enerji içecekleri hakkında yayınladığı beyanda ergojenik destek görevini içerdiği karbonhidrat ve kafeinden geldiğini; egzersizden 10-60 dakika önce tüketildiğinde zihinsel odaklanma, uyanıklık, anaerobik veya dayanıklılık performansını iyileştirebileceği; enerji içeceklerinden gelen kaloringin günlük alınması gereken kaloriden daha fazla alınması durumunda kilo aldırabileceği; yüksek glisemik indeksli karbonhidrat, kafein ve diğer uyarıcıların sağlık, kan şekeri, insülin seviyeleri ve motor beceri durumlarına etkileri göz önünde bulundurulması gerektiğini söyler (Campbell vd., 2013).

2.47. Sporcu İçecekleri

Spor ieeği, 1960'ların başında Dr. Robert Cade'in Florida niversitesi'ndeki kolej futbol takımının yaz performansına yardımcı olmak için Gatorade'nin formülasyonu ile ortaya ıktı (Mora-Rodriguez ve Pallarés, 2014). Spor içecekleri hidrasyonu sağlamak, kaybedilen elektrolitleri yerine koymak, dayanıklılık egzersiz performanslarını sürdürmek için karbonhidrat içerir (Campbell vd., 2013). Son yıllarda, sadece karbonhidrat ve elektrolit içeren sporcu içeceklerine kıyasla, egzersiz yaparken protein içeren sporcu içecekleri iemenin dayanıklılığı arttırdığı, dehidrasyona bağlı kilo kaybını azalttığı ve egzersiz sonrası kas hasarını azaltmaya yardımcı olduğu bildirilmiştir (Naclerio vd., 2014).

Sporcu içecekleri genellikle egzersiz sırasında su ve enerjiyi yenilemek, yorgunluğu geciktirmek ve spor performansını artırmak için tkutilir (Thomas, Erdman ve Burke, 2016b). Karbonhidrat oranı %6-8 olan sporcu içecekleri mide boşalma hızı ve bağırsaktan sıvı emilimini değiştirmeden kas glikojenini hızla doldurur fakat %8'den fazla karbonhidrat içeren sporcu içecekleri egzersiz sırasında mide boşalması ve sıvı emilimini yavaşlatır (Scrivin ve Black, 2018; Pound vd., 2017).

Amerika'da gençlerde yapılan bir araştırmaya göre 2010 yılında %56 oranında sporcu ieeği tkutilirken 2015 yılında bu oran %57,6'ya yükselmiştir (Cordrey vd., 2018).

Spor içecekleri şeker hastalığına ve diş rmesine katkıda bulunabilir ve terle kaybedildiğinden daha fazla potasyum ve kalsiyum içeriyorsa, egzersiz sırasında kemiklere ve kalp kaslarına baskı uygulayabilir ve düzensiz nabza neden olabilir. Ek olarak, bu şekerli sıvılar sorunlara neden olabilir, nk yorucu egzersiz sırasında kan şekeri sindirmek için yer değiştirir ve diğer organlara yetersiz kan akışı kramplara ve vücut ısısının artmasına neden olabilir (Karakuş, 2014).

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

MATERYAL VE METOT

3.1. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmada sporcular tarafından kullanılan ergojenik destek ürünlerinin kafein ve C vitamini miktarlarının yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) ile tespiti amaçlanmıştır. Amacımız ürünlerin etiket bilgilerinde beyan ettikleri kafein ve C vitamini miktarları ile ürün içerisindeki gerçek miktarlarını belirlemek ve karşılaştırmaktır.

3.2. Araştırmanın Zamanı, Yeri ve Örnekler

Çalışma, İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi'nde Ağustos 2022'de gerçekleştirilmiştir. Bu araştırmaya sporcular tarafından kullanılan 68 adet ürün alınmış, bu ürünlerde etiket beyanında kafein ve C vitamini bulunanlar kullanılmıştır. Ürünler Tablo 3.1'de gösterilmiştir.

Tablo 3.1: Örneklerin Listesi

Örnek Numarası	Kullanım	Form	İçerik
1	Egzersiz/Müsabaka Öncesi-Sırası	Tablet	Mineral
2	Egzersiz/Müsabaka Öncesi-Sırası	Toz	Mineral
3	Egzersiz/Müsabaka Öncesi-Sırası	Toz	Kompleks
4	Egzersiz/Müsabaka Öncesi-Sırası	Jel	Kompleks
5	Egzersiz/Müsabaka Öncesi	Jel	Kompleks
6	Egzersiz/Müsabaka Öncesi	Toz	Kompleks
7	Mineral	Efervesan	Mineral
8	Mineral	Toz	Mineral
9	Egzersiz/Müsabaka Öncesi	Toz	Kompleks
10	Egzersiz/Müsabaka Öncesi	Toz	Kompleks
11	Egzersiz/Müsabaka Öncesi	Toz	Kompleks
12	Egzersiz/Müsabaka Öncesi	Toz	Kompleks
13	Egzersiz/Müsabaka Öncesi	Toz	Kompleks
14	Multivitamin	Tablet	Kompleks
15	Egzersiz/Müsabaka Öncesi-Sırası	Toz	Kompleks
16	Egzersiz/Müsabaka Sonrası	Toz	Kompleks
17	Egzersiz/Müsabaka Sonrası	Toz	Kompleks
18	Egzersiz/Müsabaka Sonrası	Toz	Kompleks
19	Egzersiz/Müsabaka Öncesi	Toz	Kompleks

20	Egzersiz/Müsabaka Sonrası	Toz	Kompleks
21	Egzersiz/Müsabaka Öncesi	Toz	Kompleks
22	Egzersiz/Müsabaka Sonrası	Toz	Kompleks
23	Egzersiz/Müsabaka Sonrası	Toz	Kompleks
24	Egzersiz/Müsabaka Öncesi	Toz	Kompleks
25	Egzersiz/Müsabaka Öncesi	Toz	Kompleks
26	Egzersiz/Müsabaka Öncesi	Toz	Kompleks
27	Egzersiz/Müsabaka Sonrası	Toz	Kompleks
28	Egzersiz/Müsabaka Sonrası	Toz	Kompleks
29	Egzersiz/Müsabaka Sonrası	Toz	Kompleks
30	Egzersiz/Müsabaka Öncesi	Toz	Kompleks
31	Egzersiz/Müsabaka Öncesi	Toz	Kompleks
32	Egzersiz/Müsabaka Sonrası	Toz	Kompleks
33	Egzersiz/Müsabaka Öncesi	Toz	Kompleks
34	Egzersiz/Müsabaka Öncesi	Toz	Kompleks
35	Sporcu Yaralanmaları	Tablet	Kompleks
36	Sporcu Yaralanmaları	Toz	Kompleks
37	Sporcu Yaralanmaları	Toz	Kompleks
38	Egzersiz/Müsabaka Sonrası	Toz	Kompleks
39	Multivitamin	Toz	Kompleks
40	Sporcu Yaralanmaları	Tablet	Kompleks
41	Sporcu Yaralanmaları	Tablet	Kompleks
42	Multivitamin	Toz	Kompleks
43	Multivitamin	Efervesan	Kompleks
44	Sporcu Yaralanmaları	Tablet	Kompleks
45	Mineral	Tablet	Mineral
46	Vitamin	Tablet	Vitamin
47	Multivitamin	Tablet	Kompleks
48	Multivitamin	Tablet	Kompleks
49	Multivitamin	Efervesan	Kompleks
50	Multivitamin	Efervesan	Kompleks
51	Multivitamin	Efervesan	Kompleks
52	Enerji İçeceği	Sıvı	Kompleks
53	Enerji İçeceği	Sıvı	Kompleks
54	Enerji İçeceği	Sıvı	Kompleks
55	Enerji İçeceği	Sıvı	Kompleks
56	Enerji İçeceği	Sıvı	Kompleks
57	Enerji İçeceği	Sıvı	Kompleks
58	Enerji İçeceği	Sıvı	Kompleks
59	Enerji İçeceği	Sıvı	Kompleks
60	Enerji İçeceği	Sıvı	Kompleks
61	Enerji İçeceği	Sıvı	Kompleks
62	Sporcu İçeceği	Sıvı	Kompleks
63	Sporcu Yaralanmaları	Tablet	Kompleks
64	Enerji İçeceği	Sıvı	Kompleks
65	Enerji İçeceği	Sıvı	Kompleks
66	Enerji İçeceği	Sıvı	Kompleks
67	Enerji İçeceği	Sıvı	Kompleks

68	Multivitamin	Tablet	Kompleks
----	--------------	--------	----------

3.3. Analiz Metotları

HPLC ile C Vitamini Analizi

Bu çalışmada kullanılan C vitamini tayininde Beceren ve ark., (2022) tarafından önerilen analiz metodu kullanılmıştır.

Kullanılan Malzemeler: L-askorbik asit, Meta fosforik asit, Orto fosforik asit, Potasyum dihidrojen fosfat, Selüloz asetat (CA) 0.45 µm filtre, 50 mL'lik plastik faklon tüpler, balon joje.

Meta Fosforik Asit Çözeltisi (%3): Katı halde bulunan meta fosforik asitten 30 g tartıldı ve 1 L'lik balon joje içine konuldu. Üzerine deiyonize su ilave edildi ve ultrasonik su banyosunda çözündürülerek hacimine tamamlandı.

Vitamin C Standardının Hazırlanması:L-askorbik asit Stok Çözeltisi (100 µg/ml): C vitamini standardından 10 mg tartıldı ve 100 mL'lik balon joje içine aktarıldı. Daha sonra hacim %3'lük meta fosforik asit ile tamamlandı. Bu hazırlanan stok standart çözeiltisindne gerekli seyreltmeler yapılarak çalışma standartları hazırlandı.

Örneğin Hazırlanması: 50 mL'lik plastik falkon tüpler içine sıvı örneklerden 5 mL, toz ve tablet örneklerden ise 2 g tartıldı. Üzerine yaklaşık 30-40 ml %3'lük meta fosforik asit çözeltisi konuldu ve çözündürüldü. Daha sonra hacmi %3'lük meta fosforik asit çözeltisiyle tamamlandı ve 0.45 µm CA filtreden süzüldü ve HPLC'ye enjekte edildi.

HPLC Koşulları:

Mobil Faz: 1.48 g potasyum dihidrojen fosfat 1 L'lik balon joje içine tartıldı ve pH 2.4'e orto fosforik asitle ayarlandı. Daha sonra son hacim deiyonize su ile tamamlandı.

Kolon: Analitik ters fazlı kolon (ACE C18, 5 µm 4,6x250 mm)

Dedektör: Ultra Viyole (UV)

Dalga Boyu: 254 nm

Enjeksiyon Hacmi: 20 µl

Akış Hızı: 0.5 ml/dakika

Analiz Süresi: 20 dakika

Kolon sıcaklığı: 25 °C

HPLC ile Kafein Analizi

Bu çalışmada kullanılan kafein tayini Pokhrel ve ark., (2016) tarafından önerilen analiz metodu modifiye edilerek kullanılmıştır.

Kullanılan Malzemeler: Kafein, asetonitril, selüloz asetat (CA) 0.45 µm filtre, 50 mL'lik plastik faklon tüpler, 100 mL'lik balon joje.

Kafein Standardının Hazırlanması: Kafein Stok Çözeltisi (100 µg/ml): Kafein standardından 10 mg tartıldı ve 100 mL'lik balon joje içine aktarıldı. Daha sonra deiyonize su ile çözündürüldü ve hacmine deiyonize su tamamlandı. Bu hazırlanan stok standart çözeiltisinden gerekli seyreltmeler yapılarak çalışma standartları hazırlandı.

Örneğin Hazırlanması: 50 mL'lik plastik falkon tüpler içine sıvı örneklerden 5 mL, toz ve tablet örneklerden ise 2 g tartıldı. Üzerine deiyonize su konuldu ve çözündürüldü. Daha sonra hacmi deiyonize su ile tamamlandı ve 0.45 µm CA filtreden süzüldü ve HPLC'ye enjekte edildi.

HPLC Koşulları:

Mobil Faz: 920 mL saf su ile 80 mL asetonitril (HPLC saflıkta) karıştırıldı.

Kolon: Analitik ters fazlı kolon (ACE C18, 5 µm 4,6x250 mm)

Dedektör: Ultra Viyole (UV)

Dalga Boyu: 272 nm

Enjeksiyon Hacmi: 5 µl

Akış Hızı: 2 ml/dakika

Analiz Süresi: 30 dakika

Kolon sıcaklığı: 35 °C

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

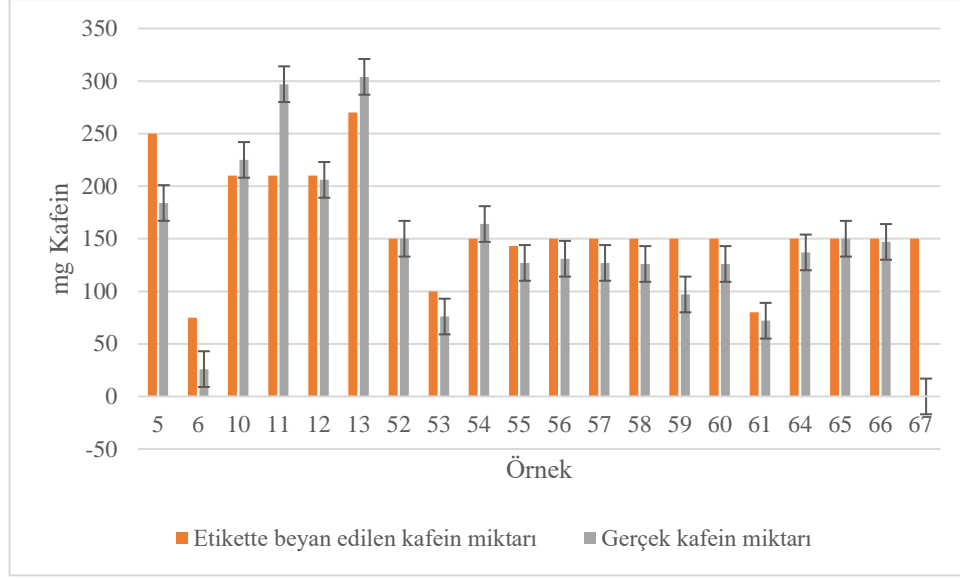
BULGULAR

4.1. Ergojenik Destek Örneklerinin Kafein Miktarları

Örneklerdeki kafein miktarları HPLC ile analiz edildi. Çalışmada kullanılan örneklerin tespit edilen kafein miktarları, beyan edilen etiket değerleri ve etikete göre % yüzdeleri Tablo 4.1'de gösterilmiştir.

Tablo 4.1: Ergojenik destek örneklerinin kafein miktarları

Örnek	Etiket	HPLC	Etikete göre %
5	250 mg/100 ml	184±8	74±3
6	75 mg/1 saşe (1,43g)	26±1	35±2
10	210 mg/36g	225±10	107±5
11	210 mg/17g	297±13	142±6
12	210 mg/15g	206±9	98±4
13	270 mg/100g	304±14	113±5
52	150 mg/L	150±7	100±5
53	100 g/L	76±3	76±3
54	150 mg/L	164±7	110±5
55	143 mg/L	127±6	89±4
56	150 mg/L	131±6	87±4
57	150mg/L	127±6	84±4
58	150 mg/L	126±6	84±4
59	150 mg/L	97±4	64±3
60	150 mg/L	126±6	84±4
61	80 mg/L	72±3	90±4
64	150 mg/L	137±6	91±4
65	150 mg/L	150±7	100±5
66	150 mg/L	147±7	98±4
67	150mg/L	0±0	0±0



Şekil 4.1: Ergojenik destek örneklerin kafein içeriklerinin grafik ile gösterimi

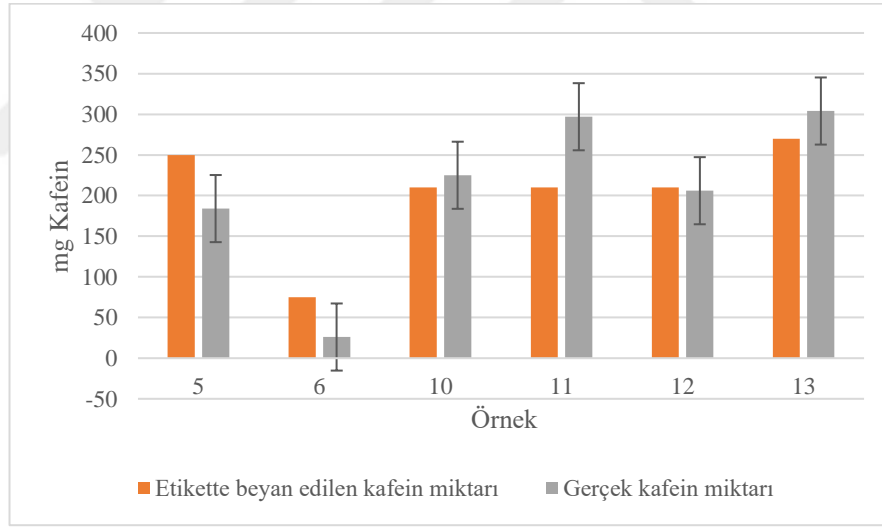
Piyasada satılan içeriğinde kafein bulunduğu beyan edilen ve miktarı belirtilen 20 adet ürününün incelenen örneklerdeki sonuçlardan elde edilen Tablo 4.1’de gösterilmiştir. Örneklerdeki kafein miktarı 0-304±14 mg aralığında bulunmuştur. Örneklerdeki kafein miktarları etikete göre %0-142±6 aralığındadır. Örnekler incelendiğinde etikette beyan edilen ve analiz sonucu bulunan kafein miktarları arasında farklılıklar tespit edilmiştir. Kafein içeriği en fazla ürün, 304±14 mg/100g değeri ile 13 numaralı ürün, en az olan ürün 0 mg/L değeri ile 67 numaralı ürün ile olmuştur. Etiket beyan edilen kafein miktarı ile analiz sonucunda tespit edilen miktarları karşılaştırıldığında bazı ürünlerin etiketinde beyan edilenden daha fazla [10,11,13,54] bazı ürünlerin daha az [5,6,12,53,55,56,57,58,59,60,61,64,66,67], bazı ürünlerin etikette beyan edilen miktarlarda [52,65] kafein içerdiği bulunmuştur. Yapılan analiz sonucunda toplam kafein içeren tüm ürünlerin %20 ‘sinin (4 ürünün) etikette beyan edilen miktardan daha fazla miktarda kafein içerdiği, %70’inin (14 ürünün) daha az miktarda kafein içerdiğini ve %10’unun (2 ürünün) eşit miktarda kafein içerdiği bulunmuştur.

4.2. Egzersiz / Müsabaka Öncesi kullanılan ergojenik destek örneklerinin kafein miktarları

Örneklerdeki kafein miktarları HPLC ile analiz edildi. Çalışmada kullanılan örneklerin tespit edilen kafein miktarları, beyan edilen etiket değerleri ve etikete göre % değerleri egzersiz / müsabaka öncesi kullanılan ürünlere göre Tablo 4.2’de gösterilmiştir.

Tablo 4.2: Egzersiz / Müsabaka öncesi kullanılan ergojenik destek örneklerinin kafein miktarları

	Etiket	HPLC	Etikete göre %
5	250 mg/100ml	184±8	74±3
6	75 mg/1 saşe(1,43g)	26±1	35±2
10	210 mg/36g	225±10	107±5
11	210 mg/17g	297±13	142±6
12	210 mg/15g	206±9	98±4
13	270 mg/100g	304±14	113±5



Şekil 4.2: Egzersiz / Müsabaka öncesi kullanılan ergojenik destek örneklerinin kafein içeriklerinin grafik ile gösterimi

Analiz edilen ürün örneklerinden Egzersiz/Müsabaka öncesi kullanılanların sonuçlarından elde edilen Tablo 4.2’de gösterilmiştir. Egzersiz/Müsabaka öncesi kullanılanların ürün örneklerdeki kafein miktarı 26±1-304±14 mg aralığında bulunmuştur. Örneklerdeki kafein miktarı etikete göre %35±2-142±6 aralığındadır. Örnekler incelendiğinde etikette beyan edilen ve analiz sonucu bulunan kafein

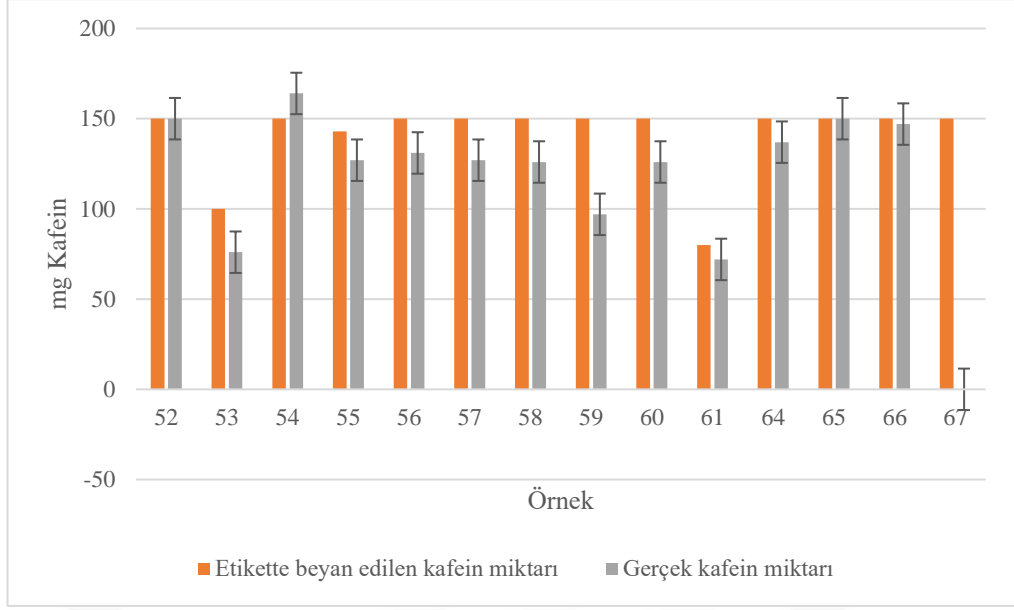
miktarları arasında farklılıklar tespit edilmiştir. Kafein içeriği en fazla ürün, 304±14 mg/100g değeri ile 13 numaralı ürün, en az olan ürün 26±1 mg/1,43g değeri ile 6 numaralı ürün ile olmuştur. Etiketle beyan edilen kafein miktarı ile analiz sonucunda tespit edilen miktarları karşılaştırıldığında bazı ürünlerin etiketinde beyan edilenden daha fazla [10,11,13] bazı ürünlerin daha az [5,6,12], kafein içerdiği bulunmuştur. Analiz sonucu daha fazla miktarda kafein içeren 3 ürün egzersiz/müsabaka öncesi kullanılan ürün örneklerindeki kafein içeren ürünlerin %50 'sini, daha az miktarda kafein içeren 3 ürün egzersiz/müsabaka öncesi kullanılan ürün örneklerindeki kafein içeren ürünlerin %50 'ini oluşturmaktadır.

4.3. Enerji içeceği olarak kullanılan örneklerinin kafein miktarları

Örneklerdeki kafein miktarları HPLC ile analiz edildi. Çalışmada kullanılan örneklerin tespit edilen kafein miktarları, beyan edilen etiket değerleri ve etikete göre % değerleri enerji içeceği olarak kullanılan ürünlere göre Tablo 4.3'de gösterilmiştir.

Tablo 4.3: Enerji içeceği olarak kullanılan örneklerinin kafein miktarları

	Etiket	HPLC	Etikete göre %
52	150 mg/L	150±7	100±5
53	100 g/L	76±3	76±3
54	150 mg/L	164±7	110±5
55	143 mg/L	127±6	89±4
56	150 mg/L	131±6	87±4
57	150mg/L	127±6	84±4
58	150 mg/L	126±6	84±4
59	150 mg/L	97±4	64±3
60	150 mg/L	126±6	84±4
61	80 mg/L	72±3	90±4
64	150 mg/L	137±6	91±4
65	150 mg/L	150±7	100±5
66	150 mg/L	147±7	98±4
67	150mg/L	0±0	0±0



Şekil 4.3: Enerji içeceği olarak kullanılan örneklerin kafein içeriklerinin grafik ile gösterimi

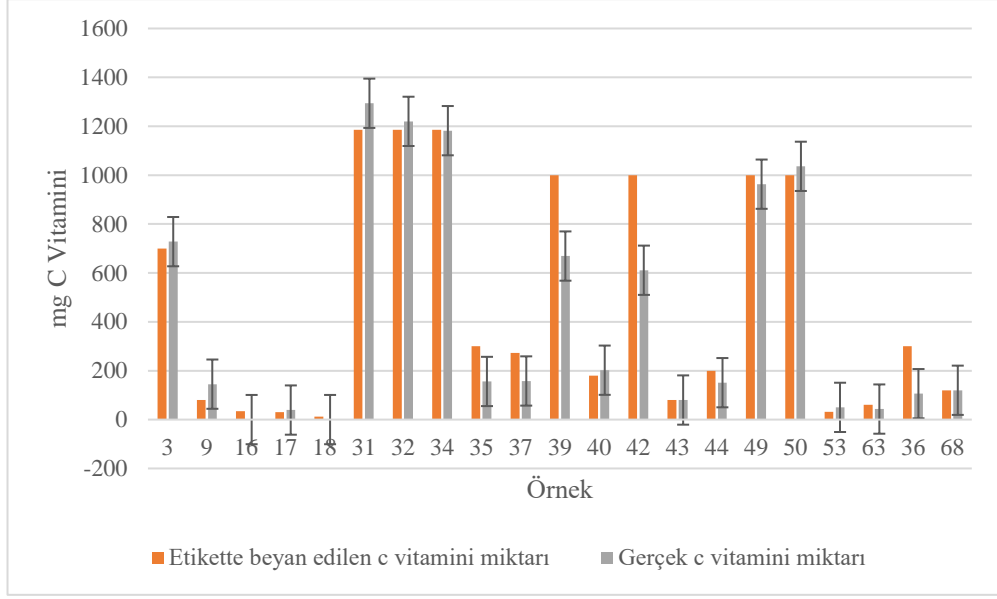
Analiz edilen ürün örneklerinden enerji içeceği olarak kullanılanların sonuçlarından elde edilen Tablo 4.3'de gösterilmiştir. Enerji içeceği olarak kullanılanların ürün örneklerdeki kafein miktarı 0-164±7 mg aralığında bulunmuştur. Örneklerdeki kafein miktarları etikete göre %0-110±5 aralığındadır. Ürün örnekleri incelendiğinde etikette beyan edilen ve analiz sonucu bulunan kafein miktarları arasında farklılıklar tespit edilmiştir. Kafein içeriği en fazla ürün, 164±7 mg/L değeri ile 54 numaralı ürün, en az olan ürün 0 mg/L değeri ile 67 numaralı ürün ile olmuştur. Etikette beyan edilen kafein miktarı ile analiz sonucunda tespit edilen miktarları karşılaştırıldığında bazı ürünlerin etiketinde beyan edilenden daha fazla [54], bazı ürünlerin daha az [53,55,56,57,58,59,60,61,64,66,67], bazı ürünlerin etikette beyan edilen miktarda [52,65], kafein içerdiği bulunmuştur. Analiz sonucu daha fazla miktarda kafein içeren 1 ürün Enerji içeceği olarak kullanılan ürün örneklerindeki kafein içeren ürünlerin %7,14 'ünü, daha az miktarda kafein içeren 11 ürün enerji içeceği olarak kullanılan ürün örneklerindeki kafein içeren ürünlerin %78,57 'sini, eşit miktarda kafein içeren 2 ürün enerji içeceği olarak kullanılan ürün örneklerindeki kafein içeren ürünlerin %14,28 'ini oluşturmaktadır.

4.4. Ergojenik destek örneklerinin C vitamini miktarları

Örneklerdeki C vitamini miktarları HPLC ile analiz edildi. Çalışmada kullanılan örneklerin tespit edilen C vitamini miktarları, beyan edilen etiket değerleri ve etikete göre % değerleri Tablo 4.4 'de gösterilmiştir.

Tablo 4.4: Ergojenik destek örneklerinin C vitamini miktarları

	Etiket	HPLC	Etikete göre %
3	700 mg/100g	728±33	104±5
9	80 mg/1 saşe(8,2g)	145±7	182±8
16	34,3 mg/100g	0±0	0±0
17	30 mg/100g	39±2	131±6
18	12 mg/100g	0±0	0±0
31	1185,8 mg/100g	1294±58	109±5
32	1185,8 mg/100g	1220±55	103±5
34	1185,8 mg/100g	1182±53	100±4
35	300 mg/1 saşe(13g)	156±7	52±2
37	272,5 mg/1 saşe(10g)	158±7	58±3
39	1000 mg/1saşe(8,2g)	669±30	67±3
40	180 mg/3 tablet(4,8g)	202±9	112±5
42	1000 mg/2 saşe(3g)	611±27	61±3
43	80 mg/1 tablet(3,3g)	80±4	100±4
44	200 mg/2 kapsül(1,3g)	151±7	75±3
49	1000 mg/1 tablet(3,6g)	963±43	96±4
50	1000 mg/1 tablet(4,5g)	1036±47	104±5
53	32 mg/100ml	50±2	155±7
63	60 mg/2 kapsül(1,8g)	43±2	72±3
36	300 mg/1 saşe(12,8g)	106±5	35±2
68	120 mg/1 kapsül(0,9g)	120±5	100±4



Şekil 4.4: Ergojenik destek örneklerin C vitamini içeriklerinin grafik ile gösterimi

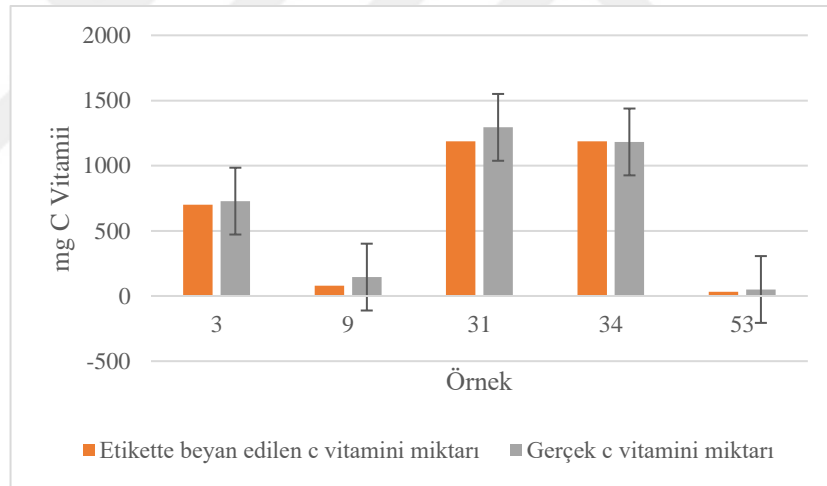
Piyasada satılan içeriğinde C vitamini bulunduğu beyan edilen ve miktarı belirtilen 21 adet ürünün sonuçları Tablo 4.4'de gösterilmiştir. Örneklerdeki C vitamini miktarı 0-1294±58 mg aralığında bulunmuştur. Örneklerdeki C vitamini miktarı etikete göre %0-182±8 aralığındadır. Örnekler incelendiğinde etikette beyan edilen ve analiz sonucu bulunan C vitamini miktarları arasında farklılıklar tespit edilmiştir. C vitamini içeriği en fazla ürün, 1294±58/100 g değeri ile 31 numaralı ürün, en az olan ürün 0 mg/100 g değeri ile 16 ve 18 numaralı ürünler ile olmuştur. Etikette beyan edilen C vitamini miktarı ile analiz sonucunda tespit edilen miktarları karşılaştırıldığında bazı ürünlerin etiketinde beyan edilenden daha fazla [3,9,17,31,32,40,50,53] bazı ürünlerin daha az [16,18,35,37,39,42,44,49,63,36], bazı ürünlerin etikette beyan edilen miktarlarda [34,43,68] C vitamini içerdiği bulunmuştur. Analiz sonucu daha fazla miktarda C vitamini içeren 8 ürün toplam c vitamini içeren ürünlerin %38,09'unu, daha az miktarda C vitamini içeren 10 ürün toplam C vitamini içeren ürünlerin %47,61'ini, eşit miktarda C vitamini içeren 3 ürün toplam C vitamini içeren ürünlerin %14,28'ini oluşturmaktadır.

4.5. Egzersiz / Müsabaka öncesi kullanılan ergojenik destek örneklerinin c vitamini miktarları

Örneklerdeki C vitamini miktarları HPLC ile analiz edildi. Çalışmada kullanılan örneklerin tespit edilen C vitamini miktarları, beyan edilen etiket değerleri ve etikete göre % değerleri egzersiz / müsabaka öncesi kullanılan ürünlere göre Tablo 4.5’de gösterilmiştir.

Tablo 4.5: Egzersiz / Müsabaka öncesi kullanılan ergojenik destek örneklerinin C vitamini miktarları

	Etiket	HPLC	Etikete göre %
3	700 mg/100g	728±33	104±5
9	80 mg/1 saşe(8,2g)	145±7	182±8
31	1185,8 mg/100g	1294±58	109±5
34	1185,8 mg/100g	1182±53	100±4
53	32 mg/100ml	50±2	155±7



Şekil 4.5: Egzersiz / Müsabaka öncesi kullanılan ergojenik destek örneklerin C vitamini içeriklerinin grafik ile gösterimi

Analiz edilen ürün örneklerinden Egzersiz/Müسابaka öncesi kullanılanların sonuçlarından elde edilen Tablo 4.5’de gösterilmiştir. Egzersiz/Müسابaka öncesi kullanılanların ürün örneklerdeki C vitamini miktarı 50±2-1294±58 mg aralığında bulunmuştur. Örneklerdeki C vitamini miktarı etikete göre %104±5-182±8 aralığındadır. Örnekleri incelendiğinde etikette beyan edilen ve analiz sonucu bulunan C vitamini miktarları arasında farklılıklar tespit edilmiştir. C vitamini içeriği en fazla

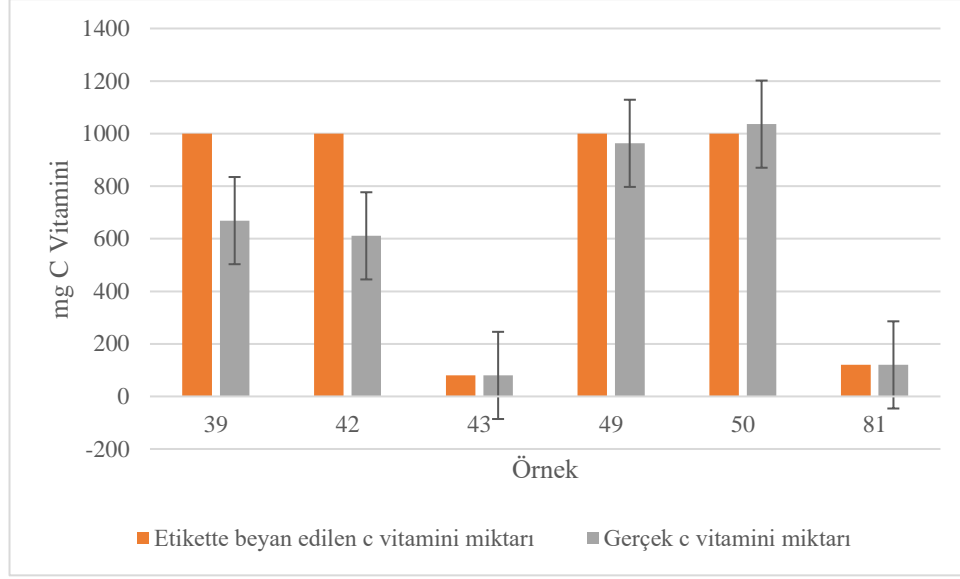
ürün, 1294 ± 58 mg/100g değeri ile 31 numaralı ürün, en az olan ürün $50 \pm 2/100$ ml değeri ile 53 numaralı ürün ile olmuştur. Etiketle beyan edilen c vitamini miktarı ile analiz sonucunda tespit edilen miktarları karşılaştırıldığında bazı ürünlerin etiketinde beyan edilenden daha fazla [3,9,31,53], bazı ürünlerin etikette beyan edilen miktarda [34], C vitamini içerdiği bulunmuştur. Analiz sonucu daha fazla miktarda C vitamini içeren 4 ürün Egzersiz/Müsabaka öncesi kullanılanların ürün örneklerindeki C vitamini içeren ürünlerin %80 'ini, eşit miktarda C vitamini içeren 1 ürün Egzersiz/Müsabaka öncesi kullanılanların ürün örneklerindeki C vitamini içeren ürünlerin %20 'sini oluşturmaktadır.

4.6. Multivitamin / Vitamin olarak kullanılan ergojenik destek örneklerinin c vitamini miktarları

Örneklerdeki c vitamini miktarları HPLC ile analiz edildi. Çalışmada kullanılan örneklerin tespit edilen C vitamini miktarları, beyan edilen etiket değerleri ve etikete göre % değerleri multivitamin / vitamin olarak kullanılan ürünlere göre Tablo 4.6'da gösterilmiştir.

Tablo 4.6: Multivitamin / Vitamin olarak kullanılan ergojenik destek örneklerinin C vitamini miktarları

	Etiket	HPLC	Etikete göre %
39	1000 mg/1saşe(8,2g)	669 ± 30	67 ± 3
42	1000 mg/2 saşe(3g)	611 ± 27	61 ± 3
43	80 mg/1 tablet(3,3g)	80 ± 4	100 ± 4
49	1000 mg/1 tablet(3,6g)	963 ± 43	96 ± 4
50	1000 mg/1 tablet(4,5g)	1036 ± 47	104 ± 5
81	120 mg/1 kapsül(0,9g)	120 ± 5	100 ± 4



Şekil 4.6: Multivitamin / Vitamin olarak kullanılan ergojenik destek örneklerin C vitamini içeriklerinin grafik ile gösterimi

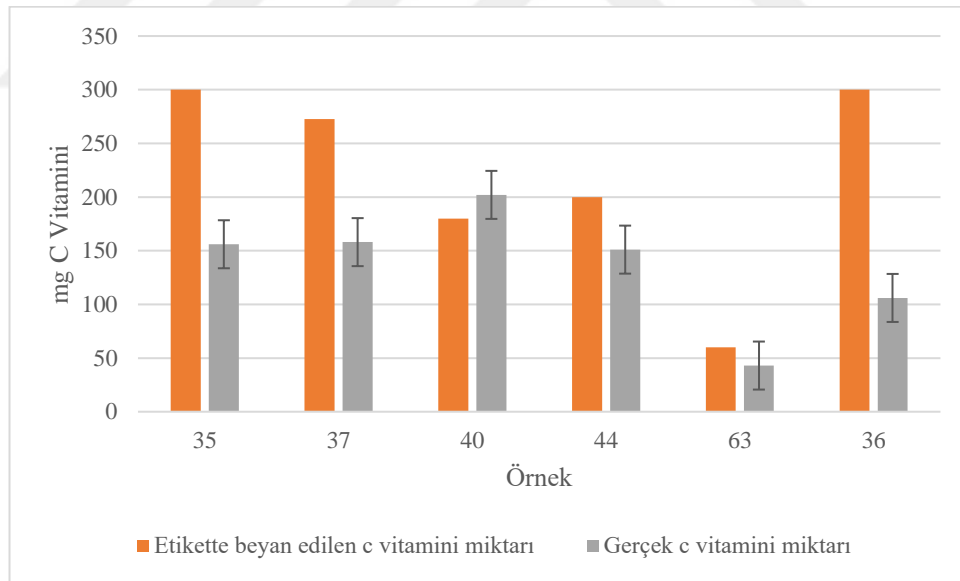
Analiz edilen ürün örneklerinden multivitamin / vitamin olarak kullanılanların sonuçlarından elde edilen Tablo 4.6'da gösterilmiştir. Multivitamin / vitamin olarak kullanılanların ürün örneklerdeki C vitamini miktarı 80 ± 4 - 1036 ± 47 mg aralığında bulunmuştur. Örneklerdeki etikete göre sapma $\%61\pm 3$ - 104 ± 5 aralığındadır. Ürün örnekleri incelendiğinde etikette beyan edilen ve analiz sonucu bulunan c vitamini miktarları arasında farklılıklar tespit edilmiştir. C vitamini içeriği en fazla ürün, 1036 ± 47 mg/4,5g değeri ile 50 numaralı ürün, en az olan ürün 80 ± 4 mg/3,3g değeri ile 43 numaralı ürün ile olmuştur. Etikette beyan edilen c vitamini miktarı ile analiz sonucunda tespit edilen miktarları karşılaştırıldığında bazı ürünlerin etiketinde beyan edilenden daha fazla [50], bazı ürünlerin daha az [39,42,49], bazı ürünlerin etikette beyan edilen miktarda [43,81], c vitamini içerdiği bulunmuştur. Analiz sonucu daha fazla miktarda c vitamini içeren 1 ürün multivitamin / vitamin olarak kullanılanların ürün örneklerindeki c vitamini içeren ürünlerin $\%16,66$ 'sını, daha az miktarda c vitamini içeren 3 ürün multivitamin / vitamin olarak kullanılanların ürün örneklerindeki c vitamini içeren ürünlerin $\%50$ 'sini, eşit miktarda c vitamini içeren 2 ürün multivitamin / vitamin olarak kullanılanların ürün örneklerindeki c vitamini içeren ürünlerin $\%33,33$ 'ünü oluşturmaktadır.

4.7. Sporcu yaralanmalarında kullanılan ergojenik destek örneklerinin C vitamini miktarları

Örneklerdeki c vitamini miktarları HPLC ile analiz edildi. Çalışmada kullanılan örneklerin tespit edilen c vitamini miktarları, beyan edilen etiket değerleri ve etikete göre % değerleri sporcu yaralanmalarında kullanılan ürünlere göre Tablo 4.7’de gösterilmiştir.

Tablo 4.7: Sporcu yaralanmalarında kullanılan ergojenik destek örneklerinin C vitamini

	Etiket	HPLC	Etikete göre %
35	300 mg/1 saşe(13g)	156±7	52±2
37	272,5 mg/1 saşe(10g)	158±7	58±3
40	180 mg/3 tablet(4,8g)	202±9	112±5
44	200 mg/2 kapsül(1,3g)	151±7	75±3
63	60 mg/2 kapsül(1,8g)	43±2	72±3
36	300 mg/1 saşe(12,8g)	106±5	35±2



Şekil 4.7: Sporcu yaralanmalarında kullanılan ergojenik destek örneklerinin C vitamini içeriklerinin grafik ile gösterimi

Analiz edilen ürün örneklerinden sporcu yaralanmalarında kullanılanlarının sonuçlarından elde edilen Tablo 4.7’de gösterilmiştir. Sporcu yaralanmalarında kullanılan ürün örneklerindeki c vitamini miktarı 43±2-202±9 mg aralığında

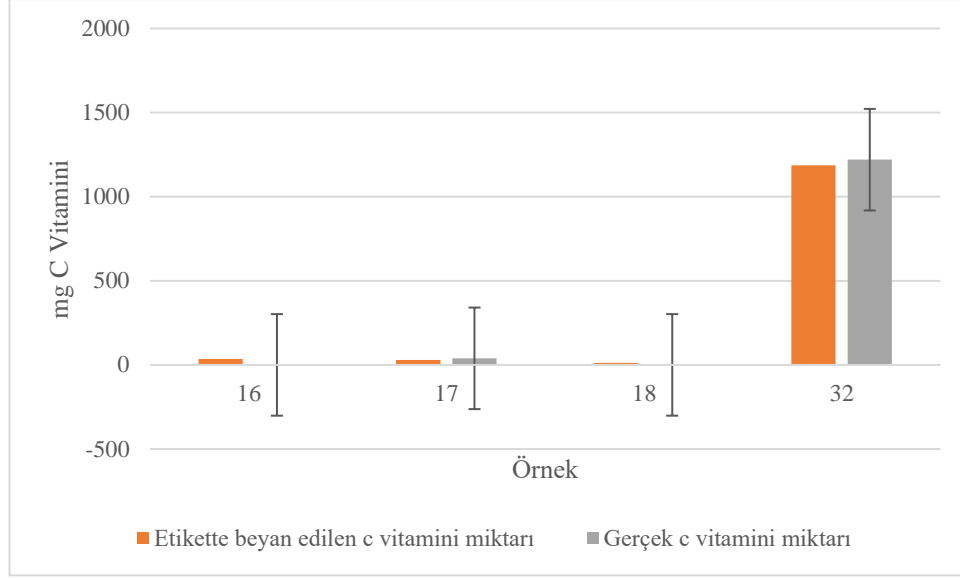
bulunmuştur. Örneklerdeki C vitamini miktarı etikete göre %35±2-112±5 aralığındadır. Ürün örnekleri incelendiğinde etikette beyan edilen ve analiz sonucu bulunan c vitamini miktarları arasında farklılıklar tespit edilmiştir. C vitamini içeriği en fazla ürün, 202±9 mg/4,8g değeri ile 40 numaralı ürün, en az olan ürün 43±2 mg/1,8g değeri ile 63 numaralı ürün ile olmuştur. Etiket beyan edilen C vitamini miktarı ile analiz sonucunda tespit edilen miktarları karşılaştırıldığında bazı ürünlerin etiketinde beyan edilenden daha fazla [40], bazı ürünlerin daha az [35,37,44,63,36], C vitamini içerdiği bulunmuştur. Analiz sonucu daha fazla miktarda C vitamini içeren 1 ürün sporcu yaralanmalarında kullanılan ürün örneklerindeki C vitamini içeren ürünlerin %16,66 'sını, daha az miktarda C vitamini içeren 5 ürün sporcu yaralanmalarında kullanılan ürün örneklerindeki C vitamini içeren ürünlerin %83,33 'ünü oluşturmaktadır.

4.8. Egzersiz / Müsabaka sonrası kullanılan ergojenik destek örneklerinin C vitamini miktarları

Örneklerdeki C vitamini miktarları HPLC ile analiz edildi. Çalışmada kullanılan örneklerin tespit edilen c vitamini miktarları, beyan edilen etiket değerleri ve etikete göre % değerleri egzersiz / müsabaka sonrası kullanılan ürünlere göre Tablo 4.8'de gösterilmiştir.

Tablo 4.8: Egzersiz / Müsabaka sonrası kullanılan ergojenik destek örneklerinin C vitamini miktarları

	Etiket	HPLC	Etikete göre %
16	34,3 mg/100g	0±0	0±0
17	30 mg/100g	39±2	131±6
18	12 mg/100g	0±0	0±0
32	1185,8 mg/100g	1220±55	103±5



Şekil 4.8: Egzersiz / Müsabaka sonrası kullanılan ergojenik destek örneklerin C vitamini içeriklerinin grafik ile gösterimi

Analiz edilen ürün örneklerinden egzersiz/müسابaka sonrası kullanılanların sonuçlarından elde edilen Tablo 4.8'de gösterilmiştir. Egzersiz/müسابaka sonrası kullanılan ürün örneklerdeki c vitamini miktarı 0-1220±55 mg aralığında bulunmuştur. Örneklerdeki etikete göre sapma %0-131±6 aralığındadır. Ürün örnekleri incelendiğinde etikette beyan edilen ve analiz sonucu bulunan c vitamini miktarları arasında farklılıklar tespit edilmiştir. C vitamini içeriği en fazla ürün, 1220±55 mg/100g değeri ile 32 numaralı ürün, en az olan ürün 0 mg/100g değeri ile 16 ve 18 numaralı ürünler olmuştur. Etikette beyan edilen C vitamini miktarı ile analiz sonucunda tespit edilen miktarları karşılaştırıldığında bazı ürünlerin etiketinde beyan edilenden daha fazla [17,32], bazı ürünlerin daha az [16,18], c vitamini içerdiği bulunmuştur. Analiz sonucu daha fazla miktarda C vitamini içeren 2 ürün egzersiz/müسابaka sonrası kullanılan ürün örneklerindeki C vitamini içeren ürünlerin %50 'sini, daha az miktarda C vitamini içeren 2 ürün egzersiz/müسابaka sonrası kullanılan ürün örneklerindeki C vitamini içeren ürünlerin %50'sini oluşturmaktadır.

BEŞİNCİ BÖLÜM

TARTIŞMA

Bu çalışmada sporcuların kullandığı bazı ergojenik destek ürün örneklerinin kafein ve C vitamini analizi yapılmış, etiket beyan bilgisi ile analiz sonuçları karşılaştırılmış ve karşılama yüzleri belirlenmiştir.

Yapılan bir çalışmada, c vitamini içeren sporcu ve enerji içecekleri içeren ürünler incelenmiş, içecek çeşitlerinin içerisindeki c vitamini miktarları tespit edilmiştir. Çalışmadaki bazı içeceklerde önemli derece farklılıklar bulunurken, bazı içeceklerde ise c vitaminleri arasında anlamlı farklılıklar bulunamamıştır (Amendola C., 2004)

Çalışmamızda ürün örnekleri incelendiğinde etikette beyan edilen ve analiz sonucu bulunan C vitamini miktarları arasında farklılıklar tespit edilmiştir. Etiket beyan edilen C vitamini miktarı ile analiz sonucunda tespit edilen miktarları karşılaştırıldığında bazı ürünlerin etiketinde beyan edilenden daha fazla bazı ürünlerin daha az, bazı ürünlerin etikette beyan edilen miktarlarda C vitamini içerdiği bulunmuştur. Analiz sonucu daha fazla miktarda C vitamini içeren 8 ürün, daha az miktarda c vitamini içeren 10 ürün, eşit miktarda C vitamini içeren 3 ürün bulunmuştur.

Meyve suları, çaylar ve izotonik içeceklerin C vitamini düzeylerini değerlendiren bir çalışmada, incelenen 17 içecek arasından sadece 2'sinin C vitamini içeriğinin etiket beyan bilgileri ile uyumlu olduğu tespit edilmiştir (Quirós, 2009).

Çalışmamızda enerji içecekleri arasında etikette beyan edilen miktara eşit olarak C vitamini içeren enerji içeceği tespit edilememiştir.

Hancı M. ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada kahveler, çaylar, diyet içecekleri, enerji içecekleri ve Türk kahvesinin içerisindeki kafein miktarları analiz edilmiştir. Analiz edilen içeceklerde bir çeşit enerji içeceğinde kafein miktarı yaklaşık %15 oranında yüksek bulunmuştur (Hancı vd., 2013).

Çalışmamızda örnekler incelendiğinde etikette beyan edilen ve analiz sonucu bulunan kafein miktarları arasında farklılıklar tespit edilmiştir. Etiket beyan edilen kafein miktarı ile analiz sonucunda tespit edilen miktarları karşılaştırıldığında bazı ürünlerin etiketinde beyan edilenden daha fazla bazı ürünlerin daha az, bazı ürünlerin etikette

beyan edilen miktarlarda kafein içerdiği bulunmuştur. Yapılan analiz sonucunda toplam kafein içeren 4 ürünün etikette beyan edilen miktardan daha fazla miktarda kafein içerdiği, 14 ürünün daha az miktarda kafein içerdiğini ve 2 ürünün eşit miktarda kafein içerdiği bulunmuştur.

Yapılan bir çalışmada, 7 sıvı enerji içeceğini ve 8 ergojenik destek tabletinin kafein ve suda eriyen vitamin içerikleri incelendi. Sıvı enerji içeceklerinin kafein içeriklerinin beyan edilen etiket bilgilerinden biraz daha fazla olduğu tespit edildi (Gliszczynska A., 2015).

Bizim çalışmamızda, enerji içecekleri örneklerinin etikette beyan edilen kafein miktarı ile analiz sonucunda tespit edilen miktarları karşılaştırıldığında analiz sonucu daha fazla miktarda kafein içeren 1 ürün, daha az miktarda kafein içeren 11 ürün, eşit miktarda kafein içeren 2 ürün tespit edilmiştir.

ALTINCI BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada sporcular tarafından kullanılan bazı ergojenik destek ürünlerinin kafein ve C vitamini miktarları yüksek performanslı sıvı kromatografisi (HPLC) ile tespit edilmiştir. Araştırmaya sporcular tarafından kullanılan 68 adet ürün alınmış, Analizde bu ürünlerde etiket beyanında kafein ve C vitamini bulunanlar kullanılmıştır.

Çalışmamızda piyasada satılan içeriğinde kafein bulunduğu beyan edilen ve miktarı belirtilen 20 adet ürün kafein miktarları tespit edilmek için analiz edilmiştir. Örneklerdeki kafein miktarı $0-304\pm 14$ mg aralığında bulunmuştur. Örnekler incelendiğinde etikette beyan edilen ve analiz sonucu bulunan kafein miktarları arasında farklılıklar tespit edilmiştir. Etiket beyan edilen kafein miktarı ile analiz sonucunda tespit edilen miktarları karşılaştırıldığında bazı ürünlerin etiketinde beyan edilenden daha fazla, bazı ürünlerin daha az, bazı ürünlerin etikette beyan edilen miktarlarda kafein içerdiği bulunmuştur.

Çalışmamızda piyasada satılan içeriğinde C vitamini bulunduğu beyan edilen ve miktarı belirtilen 21 adet ürün C vitamini miktarları tespit edilmek için analiz edilmiştir. Ürün örnekleri incelendiğinde etikette beyan edilen ve analiz sonucu bulunan C vitamini miktarları arasında farklılıklar tespit edilmiştir. Etiket beyan edilen C vitamini miktarı ile analiz sonucunda tespit edilen miktarları karşılaştırıldığında bazı ürünlerin etiketinde beyan edilenden daha fazla, bazı ürünlerin daha az, bazı ürünlerin etikette beyan edilen miktarlarda C vitamini içerdiği tespit edilmiştir.

Çalışmamızda 14 adet enerji içeceği analiz edilmiştir. Analiz edilen enerji içeceklerinden hiçbiri etiketlerinde beyan ettikleri C vitamini içeriklerini karşılamamaktadır. Ürün örnekleri incelendiğinde etikette beyan edilen ve analiz sonucu bulunan kafein miktarları arasında farklılıklar tespit edilmiştir. Etiket beyan edilen kafein miktarı ile analiz sonucunda tespit edilen miktarları karşılaştırıldığında bazı ürünlerin etiketinde beyan edilenden daha fazla, bazı ürünlerin daha az, bazı ürünlerin etikette beyan edilen miktarda, kafein içerdiği bulunmuştur.

Sporcular tarafından çeşitli nedenlerle kullanılan bu ürünlerin kullanım zamanlaması ve nedenlerine göre değerlendirildiğinde, içeriklerindeki eksiklik veya fazlalık nedeniyle istenilen faydanın sağlanmamasının yanında fazlalık nedeni ile sporcular doping açısından riskli sonuçlarla karşılaşabilir.

Bu ürünlerin beyan edilen veri parametrelerinin daha iyi analiz edilmesi gerekmektedir. Ayrıca Türk Gıda Kodeksi bu analizleri zorunlu tutması gerekmektedir.

Ürünlerin kullanımını mutlaka gereksinimlere uygun olacak şekilde diyetisyenler tarafından planlanmalı ve diyetisyenler tarafından doğru ürünün seçimi konusunda çok iyi değerlendirmeler yapılması gerekmektedir.

Yapılan araştırmalar sonucunda, ergojenik destek ürünlerinin kullanımının elit sporcular arasında yaygın olduğu görülmektedir, ancak Türkiye’de bu prevalansı açıklayacak bir çalışma bulunmamaktadır. Bu veriler doğrultusunda Türkiye ve dünyada ergojenik destekler için daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKÇA

- Abatangelo, G., Vindigni, V., Avruscio, G., Pandis, L., & Brun, P. (2020). Hyaluronic Acid: Redefining Its Role. *Cells*, 9(7), 1743. <https://doi.org/10.3390/cells9071743>
- Abdullah, M., Jamil, R. T., & Attia, F. N. (2021). Vitamin C (Ascorbic Acid). In *StatPearls*. StatPearls Publishing.
- Ahmadian, M., Roshan, V. D., Aslani, E., & Stannard, S. R. (2017). Taurine supplementation has anti-atherogenic and anti-inflammatory effects before and after incremental exercise in heart failure. *Therapeutic advances in cardiovascular disease*, 11(7), 185–194. <https://doi.org/10.1177/1753944717711138>
- Akça, F., Aras, D., & Arslan, E. (2018). Kafein, etki mekanizmaları ve fiziksel performans etkileri.
- Ali, A., Yoo, M. J., Moss, C., & Breier, B. H. (2016). Carbohydrate mouth rinsing has no effect on power output during cycling in a glycogen-reduced state. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 13, 19. <https://doi.org/10.1186/s12970-016-0131-1>
- Amendola C, I. I. (2004). Multivariate statistical analysis comparing sport and energy drinks, *Innovative Food Science and Emerging Technologies* (5), 263-267.
- American Dietetic Association, Dietitians of Canada, American College of Sports Medicine, Rodriguez, N. R., Di Marco, N. M., & Langley, S. (2009). American College of Sports Medicine position stand. Nutrition and athletic performance. *Medicine and science in sports and exercise*, 41(3), 709–731. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31890eb86>
- Ananieva, E. A., Powell, J. D., & Hutson, S. M. (2016). Leucine Metabolism in T Cell Activation: mTOR Signaling and Beyond. *Advances in nutrition (Bethesda, Md.)*, 7(4), 798S–805S. <https://doi.org/10.3945/an.115.011221>
- Anastasiou, C. A., Kavouras, S. A., Arnaoutis, G., Gioxari, A., Kollia, M., Botoula, E., & Sidossis, L. S. (2009). Sodium replacement and plasma sodium drop during exercise in the heat when fluid intake matches fluid loss. *Journal of athletic training*, 44(2), 117–123. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-44.2.117>
- Ankar, A., & Kumar, A. (2021). Vitamin B12 Deficiency. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.
- Antony A. C. (2003). Vegetarianism and vitamin B-12 (cobalamin) deficiency. *The American journal of clinical nutrition*, 78(1), 3–6. <https://doi.org/10.1093/ajcn/78.1.3>
- Areces, F., Salinero, J. J., Abian-Vicen, J., González-Millán, C., Gallo-Salazar, C., Ruiz-Vicente, D., Lara, B., & Del Coso, J. (2014). A 7-day oral supplementation with branched-chain amino acids was ineffective to prevent muscle damage during a marathon. *Amino acids*, 46(5), 1169–1176. <https://doi.org/10.1007/s00726-014-1677-3>

- Areta, J. L., Burke, L. M., Ross, M. L., Camera, D. M., West, D. W., Broad, E. M., Jeacocke, N. A., Moore, D. R., Stellingwerff, T., Phillips, S. M., Hawley, J. A., & Coffey, V. G. (2013). Timing and distribution of protein ingestion during prolonged recovery from resistance exercise alters myofibrillar protein synthesis. *The Journal of physiology*, *591*(9), 2319–2331. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2012.244897>
- Artioli, G. G., Gualano, B., Smith, A., Stout, J., & Lancha, A. H., Jr (2010). Role of beta-alanine supplementation on muscle carnosine and exercise performance. *Medicine and science in sports and exercise*, *42*(6), 1162–1173. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181c74e38>
- Australian Institute of Sport. The ABCD Classification System of the AUS Sports Supplement Framework: 2021. Available online: <https://www.ais.gov.au/nutrition/supplements> (Accessed on March 2021)
- Baguet, A., Bourgois, J., Vanhee, L., Achten, E., & Derave, W. (2010). Important role of muscle carnosine in rowing performance. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, *109*(4), 1096–1101. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00141.2010>
- Bailey, S. J., Blackwell, J. R., Williams, E., Vanhatalo, A., Wylie, L. J., Winyard, P. G., & Jones, A. M. (2016). Two weeks of watermelon juice supplementation improves nitric oxide bioavailability but not endurance exercise performance in humans. *Nitric oxide : biology and chemistry*, *59*, 10–20. <https://doi.org/10.1016/j.niox.2016.06.008>
- Balshaw, T. G., Bampouras, T. M., Barry, T. J., & Sparks, S. A. (2013). The effect of acute taurine ingestion on 3-km running performance in trained middle-distance runners. *Amino acids*, *44*(2), 555–561. <https://doi.org/10.1007/s00726-012-1372-1>
- Baltazar-Martins, G., de Souza, D. B., Aguilar-Navarro, M., Muñoz-Guerra, J., del Mar Plata, M., & Del Coso, J. (2019). Prevalence and patterns of dietary supplement use in elite Spanish athletes. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, *16*(1), 1-9.
- Banaszek, A., Townsend, J. R., Bender, D., Vantrease, W. C., Marshall, A. C., & Johnson, K. D. (2019). The Effects of Whey vs. Pea Protein on Physical Adaptations Following 8-Weeks of High-Intensity Functional Training (HIFT): A Pilot Study. *Sports (Basel, Switzerland)*, *7*(1), 12. <https://doi.org/10.3390/sports7010012>
- Barmaki, S., Bohlooli, S., Khoshkharesh, F., & Nakhostin-Roohi, B. (2012). Effect of methylsulfonylmethane supplementation on exercise - Induced muscle damage and total antioxidant capacity. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, *52*(2), 170–174.
- Bautista-Hernández, V. M., López-Ascencio, R., Del Toro-Equihua, M., & Vásquez, C. (2008). Effect of thiamine pyrophosphate on levels of serum lactate, maximum oxygen consumption and heart rate in athletes performing aerobic activity. *The Journal of international medical research*, *36*(6), 1220–1226. <https://doi.org/10.1177/147323000803600608>

- Bayraktar, F., Taşkıran, A. (2019). Kafein Tüketimi ve Atletik Performans. *Journal of Health and Sport Sciences*, 2(2), 24-33.
- Beceren, Y., Gürbüz, M., Çatak, J., Demir, B., Uğur, H., & Yaman, M. (2022). In vitro bioaccessibilities of vitamin C in baby biscuits prepared with or without UHT cow's milk. *Journal of Food Composition and Analysis*, 113, 104706.
- Berrazaga, I., Micard, V., Gueugneau, M., & Walrand, S. (2019). The Role of the Anabolic Properties of Plant- versus Animal-Based Protein Sources in Supporting Muscle Mass Maintenance: A Critical Review. *Nutrients*, 11(8), 1825. <https://doi.org/10.3390/nu11081825>
- Bestard, M. A., Rothschild, J. A., & Crocker, G. H. (2020). Effect of low- and high-carbohydrate diets on swimming economy: a crossover study. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 17(1), 64. <https://doi.org/10.1186/s12970-020-00392-3>
- Bistas, K. G., & Tadi, P. (2021). Biotin. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.
- Borzelleca, J. F., Sipes, I. G., & Wallace, K. B. (2007). Dossier in support of the generally recognized as safe (GRAS) status of optimsin (methylsulfonylmethane; MSM) as a food ingredient. *Food and Drug Administration: Vero Beach, FL, USA*.
- Brewer, C. P., Dawson, B., Wallman, K. E., & Guelfi, K. J. (2015). Effect of sodium phosphate supplementation on repeated high-intensity cycling efforts. *Journal of sports sciences*, 33(11), 1109–1116. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.989536>
- Brisswalter, J. (2015). Vitamin Needs of Masters Athletes. In *Nutrition and performance in masters athletes* (pp. 131-145). CRC Press
- Buck, C. L., Dawson, B., Guelfi, K. J., McNaughton, L., & Wallman, K. E. (2014). Sodium phosphate supplementation and time trial performance in female cyclists. *Journal of sports science & medicine*, 13(3), 469–475.
- Buck, C., Guelfi, K., Dawson, B., McNaughton, L., & Wallman, K. (2015). Effects of sodium phosphate and caffeine loading on repeated-sprint ability. *Journal of sports sciences*, 33(19), 1971–1979. <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1025235>
- Buford, T. W., Cooke, M. B., Redd, L. L., Hudson, G. M., Shelmadine, B. D., & Willoughby, D. S. (2009). Protease supplementation improves muscle function after eccentric exercise. *Medicine and science in sports and exercise*, 41(10), 1908–1914. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181a518f0>
- Butawan, M., Benjamin, R. L., & Bloomer, R. J. (2017). Methylsulfonylmethane: Applications and Safety of a Novel Dietary Supplement. *Nutrients*, 9(3), 290. <https://doi.org/10.3390/nu9030290>
- Butts, J., Jacobs, B., & Silvis, M. (2018). Creatine Use in Sports. *Sports health*, 10(1), 31–34. <https://doi.org/10.1177/1941738117737248>

- Caballero-García, A., Córdova-Martínez, A., Vicente-Salar, N., Roche, E., & Pérez-Valdecantos, D. (2021). Vitamin D, Its Role in Recovery after Muscular Damage Following Exercise. *Nutrients*, 13(7), 2336. <https://doi.org/10.3390/nu13072336>
- Caffeine: MedlinePlus, (n.d.), Retrieved August 19, 2022, from <https://medlineplus.gov/caffeine.html>
- Campbell, B., Wilborn, C., La Bounty, P., Taylor, L., Nelson, M. T., Greenwood, M., Ziegenfuss, T. N., Lopez, H. L., Hoffman, J. R., Stout, J. R., Schmitz, S., Collins, R., Kalman, D. S., Antonio, J., & Kreider, R. B. (2013). International Society of Sports Nutrition position stand: energy drinks. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 10(1), 1. <https://doi.org/10.1186/1550-2783-10-1>
- Cannell, J. J., Hollis, B. W., Sorenson, M. B., Taft, T. N., & Anderson, J. J. (2009). Athletic performance and vitamin D. *Medicine and science in sports and exercise*, 41(5), 1102–1110. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181930c2b>
- Cao, W., Qiu, J., Cai, T., Yi, L., Benardot, D., & Zou, M. (2020). Effect of D-ribose supplementation on delayed onset muscle soreness induced by plyometric exercise in college students. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 17(1), 42. <https://doi.org/10.1186/s12970-020-00371-8>
- Carvalho, M. B., Brandao, C., Fassini, P. G., Bianco, T. M., Batitucci, G., Galan, B., De Carvalho, F. G., Vieira, T. S., Ferriolli, E., Marchini, J. S., Silva, A., & de Freitas, E. C. (2020). Taurine Supplementation Increases Post-Exercise Lipid Oxidation at Moderate Intensity in Fasted Healthy Males. *Nutrients*, 12(5), 1540. <https://doi.org/10.3390/nu12051540>
- Cermak, N. M., & van Loon, L. J. (2013). The use of carbohydrates during exercise as an ergogenic aid. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 43(11), 1139–1155. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0079-0>
- Chea, E. P., Lopez, M. J., & Milstein, H. (2021). Vitamin A. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.
- Chetlin, R. D., Yeater, R. A., Ullrich, I. A., Hornsby Jr, W. G., Malanga, C. J., & Bryner, R. W. (2000). The Effect Of Ornithine Alpha-Ketoglutarate (Okg) On Healthy, Weight Trained Men. *Journal of Exercise Physiology Online*, 3(4).
- Chou, C. C., Sung, Y. C., Davison, G., Chen, C. Y., & Liao, Y. H. (2018). Short-Term High-Dose Vitamin C and E Supplementation Attenuates Muscle Damage and Inflammatory Responses to Repeated Taekwondo Competitions: A Randomized Placebo-Controlled Trial. *International journal of medical sciences*, 15(11), 1217–1226.
- Close, G. L., Sale, C., Baar, K., & Bermon, S. (2019). Nutrition for the prevention and treatment of injuries in track and field athletes. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 29(2), 189-197.
- Coqueiro, A. Y., Rogero, M. M., & Tirapegui, J. (2019). Glutamine as an Anti-Fatigue Amino Acid in Sports Nutrition. *Nutrients*, 11(4), 863. <https://doi.org/10.3390/nu11040863>

- Cormick, G., & Belizán, J. M. (2019). Calcium Intake and Health. *Nutrients*, *11*(7), 1606. <https://doi.org/10.3390/nu11071606>
- Córdova-Martínez, A., Caballero-García, A., Bello, H. J., Pérez-Valdecantos, D., & Roche, E. (2021). Effect of Glutamine Supplementation on Muscular Damage Biomarkers in Professional Basketball Players. *Nutrients*, *13*(6), 2073. <https://doi.org/10.3390/nu13062073>
- Córdova Martínez, A., Fernández-Lázaro, D., Mielgo-Ayuso, J., Seco Calvo, J., & Caballero García, A. (2017). Effect of magnesium supplementation on muscular damage markers in basketball players during a full season. *Magnesium research*, *30*(2), 61–70. <https://doi.org/10.1684/mrh.2017.0424>
- Cordrey, K., Keim, S. A., Milanaik, R., & Adesman, A. (2018). Adolescent consumption of sports drinks. *Pediatrics*, *141*(6).
- Coull, N., Christmas, B., Watson, P., Horsfall, R., & Taylor, L. (2016). Tyrosine ingestion and its effects on cognitive and physical performance in the heat. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *48*(2), 277-286.
- Crimaldi, S., Liguori, S., Tamburrino, P., Moretti, A., Paoletta, M., Toro, G., & Iolascon, G. (2021). The Role of Hyaluronic Acid in Sport-Related Tendinopathies: A Narrative Review. *Medicina*, *57*(10), 1088.
- Cruzat, V., Macedo Rogero, M., Noel Keane, K., Curi, R., & Newsholme, P. (2018). Glutamine: Metabolism and Immune Function, Supplementation and Clinical Translation. *Nutrients*, *10*(11), 1564. <https://doi.org/10.3390/nu10111564>
- Culbertson, J. Y., Kreider, R. B., Greenwood, M., & Cooke, M. (2010). Effects of beta-alanine on muscle carnosine and exercise performance: a review of the current literature. *Nutrients*, *2*(1), 75–98. <https://doi.org/10.3390/nu2010075>
- Cutrufello, P. T., Gadowski, S. J., & Zavorsky, G. S. (2015). The effect of l-citrulline and watermelon juice supplementation on anaerobic and aerobic exercise performance. *Journal of sports sciences*, *33*(14), 1459–1466. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.990495>
- Davies, R. W., Carson, B. P., & Jakeman, P. M. (2018). The Effect of Whey Protein Supplementation on the Temporal Recovery of Muscle Function Following Resistance Training: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients*, *10*(2), 221. <https://doi.org/10.3390/nu10020221>
- Del Coso, J., Salinero, J. J., González-Millán, C., Abián-Vicén, J., & Pérez-González, B. (2012). Dose response effects of a caffeine-containing energy drink on muscle performance: a repeated measures design. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, *9*(1), 21. <https://doi.org/10.1186/1550-2783-9-21>
- del Favero, S., Roschel, H., Solis, M. Y., Hayashi, A. P., Artioli, G. G., Otaduy, M. C., Benatti, F. B., Harris, R. C., Wise, J. A., Leite, C. C., Pereira, R. M., de Sá-Pinto, A. L., Lancha-Junior, A. H., & Gualano, B. (2012). Beta-alanine (Carnosyn™) supplementation in elderly subjects (60-

- 80 years): effects on muscle carnosine content and physical capacity. *Amino acids*, 43(1), 49–56. <https://doi.org/10.1007/s00726-011-1190-x>
- Dellavalle, D. M., & Haas, J. D. (2012). Iron status is associated with endurance performance and training in female rowers. *Medicine and science in sports and exercise*, 44(8), 1552–1559. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3182517ceb>
- DellaValle, D. M., & Haas, J. D. (2014). Iron supplementation improves energetic efficiency in iron-depleted female rowers. *Medicine and science in sports and exercise*, 46(6), 1204–1215. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000208>
- de Oliveira, K., Donangelo, C. M., de Oliveira, A. V., Jr, da Silveira, C. L., & Koury, J. C. (2009). Effect of zinc supplementation on the antioxidant, copper, and iron status of physically active adolescents. *Cell biochemistry and function*, 27(3), 162–166. <https://doi.org/10.1002/cbf.1550>
- de Oliveira, D., Rosa, F. T., Simões-Ambrósio, L., Jordao, A. A., & Deminice, R. (2019). Antioxidant vitamin supplementation prevents oxidative stress but does not enhance performance in young football athletes. *Nutrition (Burbank, Los Angeles County, Calif.)*, 63-64, 29–35. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2019.01.007>
- DePhillipo, N. N., Aman, Z. S., Kennedy, M. I., Begley, J. P., Moatshe, G., & LaPrade, R. F. (2018). Efficacy of Vitamin C Supplementation on Collagen Synthesis and Oxidative Stress After Musculoskeletal Injuries: A Systematic Review. *Orthopaedic journal of sports medicine*, 6(10), 2325967118804544. <https://doi.org/10.1177/2325967118804544>
- Dhir, S., Tarasenko, M., Napoli, E., & Giulivi, C. (2019). Neurological, Psychiatric, and Biochemical Aspects of Thiamine Deficiency in Children and Adults. *Frontiers in psychiatry*, 10, 207. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2019.00207>
- Dietary Supplements | FDA*. (n.d.). Retrieved January 14, 2022, from <https://www.fda.gov/food/dietary-supplements>
- Dietary Supplements for Exercise and Athletic Performance - Health Professional Fact Sheet (n.d.). Retrieved January 14, 2022, from <https://ods.od.nih.gov/factsheets/ExerciseAndAthleticPerformance-HealthProfessional/#ref>
- Dietary Supplements for Exercise and Athletic Performance - Health Professional Fact Sheet*. (n.d.). Retrieved January 14, 2022, from <https://ods.od.nih.gov/factsheets/ExerciseAndAthleticPerformance-HealthProfessional/#ref>
- Dietary Supplement Health and Education Act of 1994*. (n.d.). Retrieved January 14, 2022, from https://ods.od.nih.gov/About/DSHEA_Wording.aspx#sec3
- Di Lorenzo, A., Iannuzzo, G., Parlato, A., Cuomo, G., Testa, C., Coppola, M., D'Ambrosio, G., Oliviero, D. A., Sarullo, S., Vitale, G., Nugara, C., Sarullo, F. M., & Giallauria, F. (2020). Clinical

- Evidence for Q10 Coenzyme Supplementation in Heart Failure: From Energetics to Functional Improvement. *Journal of clinical medicine*, 9(5), 1266. <https://doi.org/10.3390/jcm9051266>
- Domínguez, R., Cuenca, E., Maté-Muñoz, J. L., García-Fernández, P., Serra-Paya, N., Estevan, M. C., Herreros, P. V., & Garnacho-Castaño, M. V. (2017). Effects of Beetroot Juice Supplementation on Cardiorespiratory Endurance in Athletes. A Systematic Review. *Nutrients*, 9(1), 43. <https://doi.org/10.3390/nu9010043>
- Domínguez, R., Maté-Muñoz, J. L., Cuenca, E., García-Fernández, P., Mata-Ordoñez, F., Lozano-Estevan, M. C., Veiga-Herreros, P., da Silva, S. F., & Garnacho-Castaño, M. V. (2018). Effects of beetroot juice supplementation on intermittent high-intensity exercise efforts. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 15, 2. <https://doi.org/10.1186/s12970-017-0204-9>
- Duarte, N. M., Cruz, A. L., Silva, D. C., & Cruz, G. M. (2020). Intake of whey isolate supplement and muscle mass gains in young healthy adults when combined with resistance training: a blinded randomized clinical trial (pilot study). *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 60(1), 75–84. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.19.09741-X>
- Dudgeon, W. D., Kelley, E. P., & Scheett, T. P. (2016). In a single-blind, matched group design: branched-chain amino acid supplementation and resistance training maintains lean body mass during a caloric restricted diet. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 13, 1. <https://doi.org/10.1186/s12970-015-0112-9>
- EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). (2015). Scientific Opinion on the safety of caffeine. *EFSA Journal*, 13(5), 4102.
- Eldridge A. L. (2004). Comparison of 1989 RDAs and DRIs for Water-Soluble Vitamins. *Nutrition today*, 39(2), 88–93.
- Evans, L. W., & Omaye, S. T. (2017). Use of Saliva Biomarkers to Monitor Efficacy of Vitamin C in Exercise-Induced Oxidative Stress. *Antioxidants (Basel, Switzerland)*, 6(1), 5. <https://doi.org/10.3390/antiox6010005>
- FDA Warns Consumers About Pure and Highly Concentrated Caffeine | FDA (n.d.) Retrieved August 19, 2022, from <https://www.fda.gov/food/dietary-supplement-products-ingredients/fda-warns-consumers-about-pure-and-highly-concentrated-caffeine>
- FDA 101: Dietary Supplements | FDA. (n.d.). Retrieved January 16, 2022, from <https://www.fda.gov/consumers/consumer-updates/fda-101-dietary-supplements>
- Fernández-Lázaro, D., Fernandez-Lazaro, C. I., Mielgo-Ayuso, J., Navascués, L. J., Córdova Martínez, A., & Seco-Calvo, J. (2020). The Role of Selenium Mineral Trace Element in Exercise: Antioxidant Defense System, Muscle Performance, Hormone Response, and Athletic Performance. A Systematic Review. *Nutrients*, 12(6), 1790. <https://doi.org/10.3390/nu12061790>

- Ferreira, A., Farias-Junior, L. F., Mota, T., Elsangedy, H. M., Marcadenti, A., Lemos, T., Okano, A. H., & Fayh, A. (2018). The effect of carbohydrate mouth rinse on performance, biochemical and psychophysiological variables during a cycling time trial: a crossover randomized trial. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, *15*, 23. <https://doi.org/10.1186/s12970-018-0225-z>
- Field, M. S., & Stover, P. J. (2018). Safety of folic acid. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1414*(1), 59–71. <https://doi.org/10.1111/nyas.13499>
- Fiorentini, D., Cappadone, C., Farruggia, G., & Prata, C. (2021). Magnesium: Biochemistry, Nutrition, Detection, and Social Impact of Diseases Linked to Its Deficiency. *Nutrients*, *13*(4), 1136. <https://doi.org/10.3390/nu13041136>
- Frączek, B., Warzecha, M., Tyrała, F., & Pięta, A. (2016). Prevalence of the use of effective ergogenic aids among professional athletes. *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny*, *67*(3).
- Frikke-Schmidt, H., Tveden-Nyborg, P., & Lykkesfeldt, J. (2016). L-dehydroascorbic acid can substitute l-ascorbic acid as dietary vitamin C source in guinea pigs. *Redox biology*, *7*, 8–13. <https://doi.org/10.1016/j.redox.2015.11.003>
- Galimberti, F., & Mesinkovska, N. A. (2016). Skin findings associated with nutritional deficiencies. *Cleveland Clinic journal of medicine*, *83*(10), 731–739. <https://doi.org/10.3949/ccjm.83a.15061>
- Gambardella, J., Fiordelisi, A., Spigno, L., Boldrini, L., Lungonelli, G., Di Vaia, E., Santulli, G., Sorriento, D., Cerasuolo, F. A., Trimarco, V., & Iaccarino, G. (2021). Effects of Chronic Supplementation of L-Arginine on Physical Fitness in Water Polo Players. *Oxidative medicine and cellular longevity*, *2021*, 6684568. <https://doi.org/10.1155/2021/6684568>
- Gasperi, V., Sibilano, M., Savini, I., & Catani, M. V. (2019). Niacin in the Central Nervous System: An Update of Biological Aspects and Clinical Applications. *International journal of molecular sciences*, *20*(4), 974.
- Gliszczyńska Świąło A., & Rybicka I. (2015). Simultaneous Determination of Caffeine and Water-Soluble Vitamins in Energy Drinks by HPLC with Photodiode Array and Fluorescence Detection. *Food Anal. Methods*, *8*:139–146. <https://doi.org/10.1007/s12161-014-9880-0>
- Glucosamine. (2018). In *LiverTox: Clinical and Research Information on Drug-Induced Liver Injury*. National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases.
- Gonzales, J. U., Raymond, A., Ashley, J., & Kim, Y. (2017). Does l-citrulline supplementation improve exercise blood flow in older adults?. *Experimental physiology*, *102*(12), 1661–1671. <https://doi.org/10.1113/EP086587>
- Guest, N. S., VanDusseldorp, T. A., Nelson, M. T., Grgic, J., Schoenfeld, B. J., Jenkins, N., Arent, S. M., Antonio, J., Stout, J. R., Trexler, E. T., Smith-Ryan, A. E., Goldstein, E. R., Kalman, D. S., & Campbell, B. I. (2021). International society of sports nutrition position stand: caffeine

- and exercise performance. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 18(1), 1. <https://doi.org/10.1186/s12970-020-00383-4>
- Hancı M., Bakırcı S., Bayram S., Karahan S., & Kaya E. (2013). Türk Kahvesi ve Türkiye’de Satılan Bazı İçeceklerdeki Kafein Miktarları. *Düzce Tıp Dergisi*, 15(3): 34-38.
- Harvey, N. C., Biver, E., Kaufman, J. M., Bauer, J., Branco, J., Brandi, M. L., Bruyère, O., Coxam, V., Cruz-Jentoft, A., Czerwinski, E., Dimai, H., Fardellone, P., Landi, F., Reginster, J. Y., Dawson-Hughes, B., Kanis, J. A., Rizzoli, R., & Cooper, C. (2017). The role of calcium supplementation in healthy musculoskeletal ageing : An expert consensus meeting of the European Society for Clinical and Economic Aspects of Osteoporosis, Osteoarthritis and Musculoskeletal Diseases (ESCEO) and the International Foundation for Osteoporosis (IOF). *Osteoporosis international : a journal established as result of cooperation between the European Foundation for Osteoporosis and the National Osteoporosis Foundation of the USA*, 28(2), 447–462. <https://doi.org/10.1007/s00198-016-3773-6>
- Heaton, L. E., Davis, J. K., Rawson, E. S., Nuccio, R. P., Witard, O. C., Stein, K. W., Baar, K., Carter, J. M., & Baker, L. B. (2017). Selected In-Season Nutritional Strategies to Enhance Recovery for Team Sport Athletes: A Practical Overview. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 47(11), 2201–2218. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0759-2>
- Heckman, M. A., Weil, J., & De Mejia, E. G. (2010). Caffeine (1, 3, 7-trimethylxanthine) in foods: a comprehensive review on consumption, functionality, safety, and regulatory matters. *Journal of food science*, 75(3), R77-R87.
- Hector, A. J., & Phillips, S. M. (2018). Protein recommendations for weight loss in elite athletes: A focus on body composition and performance. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 28(2), 170-177.
- Heffernan, S. M., Horner, K., De Vito, G., & Conway, G. E. (2019). The Role of Mineral and Trace Element Supplementation in Exercise and Athletic Performance: A Systematic Review. *Nutrients*, 11(3), 696. <https://doi.org/10.3390/nu11030696>
- Hemminger, A., & Wills, B. K. (2021). Vitamin B6 Toxicity. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.
- Henrotin, Y., Chevalier, X., Herrero-Beaumont, G., McAlindon, T., Mobasheri, A., Pavelka, K., Schön, C., Weinans, H., Biesalski, H., & Participants at the Hohenheim Consensus Conference in August 29th 2011 (2013). Physiological effects of oral glucosamine on joint health: current status and consensus on future research priorities. *BMC research notes*, 6, 115. <https://doi.org/10.1186/1756-0500-6-115>
- Hernández-Camacho, J. D., Vicente-García, C., Parsons, D. S., & Navas-Enamorado, I. (2020). Zinc at the crossroads of exercise and proteostasis. *Redox biology*, 35, 101529. <https://doi.org/10.1016/j.redox.2020.101529>
- Hew-Butler, T., Rosner, M. H., Fowkes-Godek, S., Dugas, J. P., Hoffman, M. D., Lewis, D. P., Maughan, R. J., Miller, K. C., Montain, S. J., Rehrer, N. J., Roberts, W. O., Rogers, I. R.,

- Siegel, A. J., Stuempfle, K. J., Winger, J. M., & Verbalis, J. G. (2015). Statement of the 3rd International Exercise-Associated Hyponatremia Consensus Development Conference, Carlsbad, California, 2015. *British journal of sports medicine*, 49(22), 1432–1446. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095004>
- Higgins, M. R., Izadi, A., & Kaviani, M. (2020). Antioxidants and Exercise Performance: With a Focus on Vitamin E and C Supplementation. *International journal of environmental research and public health*, 17(22), 8452.
- Hill, L. J., & Williams, A. C. (2017). Meat Intake and the Dose of Vitamin B₃ - Nicotinamide: Cause of the Causes of Disease Transitions, Health Divides, and Health Futures?. *International journal of tryptophan research : IJTR*, 10, 1178646917704662.
- Hobson, R. M., Saunders, B., Ball, G., Harris, R. C., & Sale, C. (2012). Effects of β -alanine supplementation on exercise performance: a meta-analysis. *Amino acids*, 43(1), 25–37. <https://doi.org/10.1007/s00726-011-1200-z>
- Holecek M. (2013). Side effects of long-term glutamine supplementation. *JPEN. Journal of parenteral and enteral nutrition*, 37(5), 607–616. <https://doi.org/10.1177/0148607112460682>
- Hosseini, A., VALIPOUR, D. V., Azizi, M., & Khanjari, M. (2015). Effect of high-intensity interval training (HIT) for 4 weeks with and without L-Arginine supplementation on the performance of women's futsal players.
- Hu, W., Zhao, C., Hu, H., & Yin, S. (2021). Food Sources of Selenium and Its Relationship with Chronic Diseases. *Nutrients*, 13(5), 1739. <https://doi.org/10.3390/nu13051739>
- IADSA. (n.d.). Retrieved January 14, 2022, from <https://www.iadsa.org/the-evolution-of-the-health-supplements-sector>
- Institute of Medicine (US) Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes. (1997). *Dietary Reference Intakes for Calcium, Phosphorus, Magnesium, Vitamin D, and Fluoride*. National Academies Press (US).
- Institute of Medicine (US) Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes and its Panel on Folate, Other B Vitamins, and Choline. (1998). *Dietary Reference Intakes for Thiamin, Riboflavin, Niacin, Vitamin B6, Folate, Vitamin B12, Pantothenic Acid, Biotin, and Choline*. National Academies Press (US).
- Institute of Medicine (US) Panel on Micronutrients. (2001). *Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc*. National Academies Press (US).
- International Coffee Organization - Trade Statistics Tables. (n.d.). Retrieved August 22, 2022, from https://www.ico.org/trade_statistics.asp
- Jäger, R., Kerksick, C. M., Campbell, B. I., Cribb, P. J., Wells, S. D., Skwiat, T. M., Purpura, M., Ziegenfuss, T. N., Ferrando, A. A., Arent, S. M., Smith-Ryan, A. E., Stout, J. R., Arciero, P.

- J., Ormsbee, M. J., Taylor, L. W., Wilborn, C. D., Kalman, D. S., Kreider, R. B., Willoughby, D. S., Hoffman, J. R., ... Antonio, J. (2017). International Society of Sports Nutrition Position Stand: protein and exercise. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 14, 20. <https://doi.org/10.1186/s12970-017-0177-8>
- Jenkins, D., Skinner, T., & Bolam, K. (2015). Physiological changes affecting nutritional needs of masters athletes.
- Jodra, P., Lago-Rodríguez, A., Sánchez-Oliver, A. J., López-Samanes, A., Pérez-López, A., Veiga-Herreros, P., San Juan, A. F., & Domínguez, R. (2020). Effects of caffeine supplementation on physical performance and mood dimensions in elite and trained-recreational athletes. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 17(1), 2. <https://doi.org/10.1186/s12970-019-0332-5>
- Jovanov, P., Đorđić, V., Obradović, B., Barak, O., Pezo, L., Marić, A., & Sakač, M. (2019). Prevalence, knowledge and attitudes towards using sports supplements among young athletes. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 16(1), 1-9.
- Kamei, Y., Hatazawa, Y., Uchitomi, R., Yoshimura, R., & Miura, S. (2020). Regulation of Skeletal Muscle Function by Amino Acids. *Nutrients*, 12(1), 261. <https://doi.org/10.3390/nu12010261>
- KARAKUŞ, M. (2014). SPORCULARDA ERGOJENİK DESTEK. *Spor Hekimliği Dergisi*, 49(4), 155–167.
- Kass, L. S., & Poeira, F. (2015). The effect of acute vs chronic magnesium supplementation on exercise and recovery on resistance exercise, blood pressure and total peripheral resistance on normotensive adults. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 12, 19. <https://doi.org/10.1186/s12970-015-0081-z>
- Kaviani, M., Chilibeck, P. D., Gall, S., Jochim, J., & Zello, G. A. (2020). The Effects of Low- and High-Glycemic Index Sport Nutrition Bars on Metabolism and Performance in Recreational Soccer Players. *Nutrients*, 12(4), 982. <https://doi.org/10.3390/nu12040982>
- Kennedy D. O. (2016). B Vitamins and the Brain: Mechanisms, Dose and Efficacy--A Review. *Nutrients*, 8(2), 68. <https://doi.org/10.3390/nu8020068>
- Kerksick, C. M., Arent, S., Schoenfeld, B. J., Stout, J. R., Campbell, B., Wilborn, C. D., Taylor, L., Kalman, D., Smith-Ryan, A. E., Kreider, R. B., Willoughby, D., Arciero, P. J., VanDusseldorp, T. A., Ormsbee, M. J., Wildman, R., Greenwood, M., Ziegenfuss, T. N., Aragon, A. A., & Antonio, J. (2017). International society of sports nutrition position stand: nutrient timing. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 14, 33. <https://doi.org/10.1186/s12970-017-0189-4>
- Kerksick, C. M., Wilborn, C. D., Roberts, M. D., Smith-Ryan, A., Kleiner, S. M., Jäger, R., Collins, R., Cooke, M., Davis, J. N., Galvan, E., Greenwood, M., Lowery, L. M., Wildman, R., Antonio,

- J., & Kreider, R. B. (2018). ISSN exercise & sports nutrition review update: research & recommendations. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 15(1), 38. <https://doi.org/10.1186/s12970-018-0242-y>
- Khalaf, D., Krüger, M., Wehland, M., Infanger, M., & Grimm, D. (2019). The Effects of Oral l-Arginine and l-Citrulline Supplementation on Blood Pressure. *Nutrients*, 11(7), 1679. <https://doi.org/10.3390/nu11071679>
- Khan, K. M., & Jialal, I. (2021). Folic Acid Deficiency. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.
- Khatri, M., Naughton, R. J., Clifford, T., Harper, L. D., & Corr, L. (2021). The effects of collagen peptide supplementation on body composition, collagen synthesis, and recovery from joint injury and exercise: a systematic review. *Amino acids*, 53(10), 1493–1506. <https://doi.org/10.1007/s00726-021-03072-x>
- Kilic, M., Baltaci, A. K., Gunay, M., Gökbek, H., Okudan, N., & Cicioglu, I. (2006). The effect of exhaustion exercise on thyroid hormones and testosterone levels of elite athletes receiving oral zinc. *Neuro endocrinology letters*, 27(1-2), 247–252.
- Kim, H. J., Kim, C. K., Carpentier, A., & Poortmans, J. R. (2011). Studies on the safety of creatine supplementation. *Amino acids*, 40(5), 1409–1418. <https://doi.org/10.1007/s00726-011-0878-2>
- King, A. J., O'Hara, J. P., Morrison, D. J., Preston, T., & King, R. (2018). Carbohydrate dose influences liver and muscle glycogen oxidation and performance during prolonged exercise. *Physiological reports*, 6(1), e13555. <https://doi.org/10.14814/phy2.13555>
- Kirmse, M., Oertzen-Hagemann, V., de Marées, M., Bloch, W., & Platen, P. (2019). Prolonged Collagen Peptide Supplementation and Resistance Exercise Training Affects Body Composition in Recreationally Active Men. *Nutrients*, 11(5), 1154. <https://doi.org/10.3390/nu11051154>
- Knechtle, B., Jastrzębski, Z., Hill, L., & Nikolaidis, P. T. (2021). Vitamin D and Stress Fractures in Sport: Preventive and Therapeutic Measures-A Narrative Review. *Medicina (Kaunas, Lithuania)*, 57(3), 223. <https://doi.org/10.3390/medicina57030223>
- Kogan, S., Sood, A., & Garnick, M. S. (2017). Zinc and Wound Healing: A Review of Zinc Physiology and Clinical Applications. *Wounds : a compendium of clinical research and practice*, 29(4), 102–106.
- Kontoghiorghes, G. J., Kolnagou, A., Kontoghiorghes, C. N., Mourouzidis, L., Timoshnikov, V. A., & Polyakov, N. E. (2020). Trying to Solve the Puzzle of the Interaction of Ascorbic Acid and Iron: Redox, Chelation and Therapeutic Implications. *Medicines (Basel, Switzerland)*, 7(8), 45. <https://doi.org/10.3390/medicines7080045>
- Kopec, B. J., Dawson, B. T., Buck, C., & Wallman, K. E. (2016). Effects of sodium phosphate and caffeine ingestion on repeated-sprint ability in male athletes. *Journal of science and medicine in sport*, 19(3), 272–276. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2015.04.001>

- Korolev, A. V., Afanasyev, A. P., Ilyin, D. O., Gerasimov, D. O., Ryazantsev, M. S., & Kadantsev, P. M. (2020). Injury to the posterior cruciate ligament: biomechanics, diagnosis, treatment and prevention of secondary osteoarthritis. *Genij Ortopedii*, 26(3), 413-419.
- Kouzi, S. A., Yang, S., Nuzum, D. S., & Dirks-Naylor, A. J. (2015). Natural supplements for improving insulin sensitivity and glucose uptake in skeletal muscle. *Frontiers in bioscience (Elite edition)*, 7, 94–106. <https://doi.org/10.2741/E720>
- Kreider RB, Wilborn CD, Taylor L, Campbell B, Almada AL, Collins R, Cooke M, Earnest CP, Greenwood M, Kalman DS, Kerksick CM, Kleiner SM, Leutholtz B, Lopez H, Lowery LM, Mendel R, Smith A, Spano M, Wildman R, Willoughby DS, Ziegenfuss TN, Antonio J: ISSN exercise & sport nutrition review: research & recommendations. *J Int Soc Sports Nutr* 2010 7:7.
- Kreider, R. B., Kalman, D. S., Antonio, J., Ziegenfuss, T. N., Wildman, R., Collins, R., Candow, D. G., Kleiner, S. M., Almada, A. L., & Lopez, H. L. (2017). International Society of Sports Nutrition position stand: safety and efficacy of creatine supplementation in exercise, sport, and medicine. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 14, 18. <https://doi.org/10.1186/s12970-017-0173-z>
- Krings, B. M., Rountree, J. A., McAllister, M. J., Cummings, P. M., Peterson, T. J., Fountain, B. J., & Smith, J. W. (2016). Effects of acute carbohydrate ingestion on anaerobic exercise performance. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 13, 40. <https://doi.org/10.1186/s12970-016-0152-9>
- Krinsky, N. I., Beecher, G. R., Burk, R. F., Chan, A. C., Erdman, J. J., Jacob, R. A., ... & Traber, M. G. (2000). Dietary reference intakes for vitamin C, vitamin E, selenium, and carotenoids. *Institute of Medicine*.
- Kritikos, S., Papanikolaou, K., Draganidis, D., Poullos, A., Georgakouli, K., Tsimeas, P., Tzatzakis, T., Batsilas, D., Batrakoulis, A., Deli, C. K., Chatzinikolaou, A., Mohr, M., Jamurtas, A. Z., & Fatouros, I. G. (2021). Effect of whey vs. soy protein supplementation on recovery kinetics following speed endurance training in competitive male soccer players: a randomized controlled trial. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 18(1), 23. <https://doi.org/10.1186/s12970-021-00420-w>
- León-López, A., Morales-Peñaloza, A., Martínez-Juárez, V. M., Vargas-Torres, A., Zeugolis, D. I., & Aguirre-Álvarez, G. (2019). Hydrolyzed Collagen-Sources and Applications. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 24(22), 4031. <https://doi.org/10.3390/molecules24224031>
- Li, K., Wang, X. F., Li, D. Y., Chen, Y. C., Zhao, L. J., Liu, X. G., Guo, Y. F., Shen, J., Lin, X., Deng, J., Zhou, R., & Deng, H. W. (2018). The good, the bad, and the ugly of calcium supplementation: a review of calcium intake on human health. *Clinical interventions in aging*, 13, 2443–2452. <https://doi.org/10.2147/CIA.S157523>

- Linderman, J., Kirk, L., Musselman, J., Dolinar, B., & Fahey, T. D. (1992). The effects of sodium bicarbonate and pyridoxine-alpha-ketoglutarate on short-term maximal exercise capacity. *Journal of sports sciences*, *10*(3), 243-253.
- Litwiniuk, M., Krejner, A., Speyrer, M. S., Gauto, A. R., & Grzela, T. (2016). Hyaluronic acid in inflammation and tissue regeneration. *Wounds*, *28*(3), 78-88.
- Loureiro, L., Dos Santos Neto, E., Molina, G. E., Amato, A. A., Arruda, S. F., Reis, C., & da Costa, T. (2021). Coffee Increases Post-Exercise Muscle Glycogen Recovery in Endurance Athletes: A Randomized Clinical Trial. *Nutrients*, *13*(10), 3335. <https://doi.org/10.3390/nu13103335>
- Lukaski, H. C. (2004). Vitamin and mineral status: effects on physical performance. *Nutrition*, *20*(7-8), 632-644.
- Lykkesfeldt, J., & Tveden-Nyborg, P. (2019). The Pharmacokinetics of Vitamin C. *Nutrients*, *11*(10), 2412. <https://doi.org/10.3390/nu11102412>
- Lynch, H. M., Buman, M. P., Dickinson, J. M., Ransdell, L. B., Johnston, C. S., & Wharton, C. M. (2020). No Significant Differences in Muscle Growth and Strength Development When Consuming Soy and Whey Protein Supplements Matched for Leucine Following a 12 Week Resistance Training Program in Men and Women: A Randomized Trial. *International journal of environmental research and public health*, *17*(11), 3871. <https://doi.org/10.3390/ijerph17113871>
- Madden, C., Putukian, M., McCarty, E., & Young, C. (2013). *Netter's Sports Medicine E-Book*. Elsevier Health Sciences.
- Magnesium-Fact Sheet for Health Professionals. [(accessed on 18 August 2022)]; Available online: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/Magnesium-HealthProfessional/>
- Mahabadi, N., Bhusal, A., & Banks, S. W. (2021). Riboflavin Deficiency. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.
- Marcinkiewicz, J., & Kontny, E. (2014). Taurine and inflammatory diseases. *Amino acids*, *46*(1), 7–20. <https://doi.org/10.1007/s00726-012-1361-4>
- Marconi, C., Sassi, G., & Cerretelli, P. (1982). The effect of an α -ketoglutarate-pyridoxine complex on human maximal aerobic and anaerobic performance. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, *49*(3), 307-317.
- Martel, J. L., Kerndt, C. C., Doshi, H., & Franklin, D. S. (2021). Vitamin B1 (Thiamine). In *StatPearls*. StatPearls Publishing.
- Martins, G. L., Guilherme, J., Ferreira, L., de Souza-Junior, T. P., & Lancha, A. H., Jr (2020). Caffeine and Exercise Performance: Possible Directions for Definitive Findings. *Frontiers in sports and active living*, *2*, 574854. <https://doi.org/10.3389/fspor.2020.574854>
- Martín-Martínez, J. P., Calleja Gonzalez, J., Adsuar Sala, J. C., Gómez-Pomares, S., Carlos-Vivas, J., & Pérez-Gómez, J. (2020). Short-term branched-chain amino acid supplementation does not

- enhance vertical jump in professional volleyball players. A double-blind, controlled, randomized study. La suplementación con BCAA no mejora el salto vertical en los jugadores de voleibol profesionales. Estudio doble ciego, controlado y aleatorizado. *Nutricion hospitalaria*, 37(5), 1007–1011. <https://doi.org/10.20960/nh.03032>
- Maté-Muñoz, J. L., Lougedo, J. H., Garnacho-Castaño, M. V., Veiga-Herreros, P., Lozano-Estevan, M., García-Fernández, P., de Jesús, F., Guodemar-Pérez, J., San Juan, A. F., & Domínguez, R. (2018). Effects of β -alanine supplementation during a 5-week strength training program: a randomized, controlled study. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 15, 19. <https://doi.org/10.1186/s12970-018-0224-0>
- Maughan, R. J., Burke, L. M., Dvorak, J., Larson-Meyer, D. E., Peeling, P., Phillips, S. M., Rawson, E. S., Walsh, N. P., Garthe, I., Geyer, H., Meeusen, R., van Loon, L., Shirreffs, S. M., Spriet, L. L., Stuart, M., Verne, A., Currell, K., Ali, V. M., Budgett, R., Ljungqvist, A., ... Engebretsen, L. (2018). IOC Consensus Statement: Dietary Supplements and the High-Performance Athlete. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 28(2), 104–125. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2018-0020>
- Maxfield, L., & Crane, J. S. (2021a). Vitamin C Deficiency. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.
- Maxfield, L., Shukla, S., & Crane, J. S. (2021b). Zinc Deficiency. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.
- McNeal, C. J., Meininger, C. J., Reddy, D., Wilborn, C. D., & Wu, G. (2016). Safety and Effectiveness of Arginine in Adults. *The Journal of nutrition*, 146(12), 2587S–2593S. <https://doi.org/10.3945/jn.116.234740>
- Meeusen, R., & Decroix, L. (2018). Nutritional Supplements and the Brain. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 28(2), 200–211. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2017-0314>
- Merrell, B. J., & McMurry, J. P. (2021). Folic Acid. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.
- Milioni, F., de Poli, R., Saunders, B., Gualano, B., da Rocha, A. L., Sanchez Ramos da Silva, A., Muller, P., & Zagatto, A. M. (2019). Effect of β -alanine supplementation during high-intensity interval training on repeated sprint ability performance and neuromuscular fatigue. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, 127(6), 1599–1610. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00321.2019>
- Mishra, S., & Ganguli, M. (2021). Functions of, and replenishment strategies for, chondroitin sulfate in the human body. *Drug Discovery Today*.
- Mora-Rodríguez, R., & Pallarés, J. G. (2014). Performance outcomes and unwanted side effects associated with energy drinks. *Nutrition reviews*, 72 Suppl 1, 108–120. <https://doi.org/10.1111/nure.12132>

- Morton, R. W., McGlory, C., & Phillips, S. M. (2015). Nutritional interventions to augment resistance training-induced skeletal muscle hypertrophy. *Frontiers in physiology*, *6*, 245. <https://doi.org/10.3389/fphys.2015.00245>
- Most, A., Dörr, O., Nef, H., Hamm, C., Bauer, T., & Bauer, P. (2021). Influence of 25-Hydroxy-Vitamin D Insufficiency on Maximal Aerobic Power in Elite Indoor Athletes: A Cross-Sectional Study. *Sports medicine - open*, *7*(1), 74. <https://doi.org/10.1186/s40798-021-00363-1>
- Mousa, T. Y., & Mousa, O. Y. (2021). Nicotinic Acid Deficiency. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.
- Moustarah, F., & Mohiuddin, S. S. (2021). Dietary Iron. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.
- Mueller, K., & Hingst, J. (2013). *The athlete's guide to sports supplements*. Human Kinetics.
- Murray, R., Bartoli, W. P., Eddy, D. E., & Horn, M. K. (1995). Physiological and performance responses to nicotinic-acid ingestion during exercise. *Medicine and science in sports and exercise*, *27*(7), 1057–1062. <https://doi.org/10.1249/00005768-199507000-00015>
- Naclerio, F., Larumbe-Zabala, E., Cooper, R., Jimenez, A., & Goss-Sampson, M. (2014). Effect of a carbohydrate-protein multi-ingredient supplement on intermittent sprint performance and muscle damage in recreational athletes. *Applied physiology, nutrition, and metabolism = Physiologie appliquee, nutrition et metabolisme*, *39*(10), 1151–1158. <https://doi.org/10.1139/apnm-2013-0556>
- Nadeem, I. M., Shanmugaraj, A., Sakha, S., Horner, N. S., Ayeni, O. R., & Khan, M. (2021). Energy Drinks and Their Adverse Health Effects: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports health*, *13*(3), 265–277. <https://doi.org/10.1177/1941738120949181>
- Nehlig A. (2018). Interindividual Differences in Caffeine Metabolism and Factors Driving Caffeine Consumption. *Pharmacological reviews*, *70*(2), 384–411. <https://doi.org/10.1124/pr.117.014407>
- Neinast, M., Murashige, D., & Arany, Z. (2019). Branched Chain Amino Acids. *Annual review of physiology*, *81*, 139–164. <https://doi.org/10.1146/annurev-physiol-020518-114455>
- Neubauer, O., & Yfanti, C. (2015). Antioxidants in Athlete's Basic Nutrition: Considerations towards a Guideline for the Intake of Vitamin C and Vitamin E. In M. Lamprecht (Ed.), *Antioxidants in Sport Nutrition*. CRC Press/Taylor & Francis.
- Newell, M. L., Wallis, G. A., Hunter, A. M., Tipton, K. D., & Galloway, S. (2018). Metabolic Responses to Carbohydrate Ingestion during Exercise: Associations between Carbohydrate Dose and Endurance Performance. *Nutrients*, *10*(1), 37. <https://doi.org/10.3390/nu10010037>
- Newell, M. L., Hunter, A. M., Lawrence, C., Tipton, K. D., & Galloway S, D. R. (2015). The Ingestion of 39 or 64 g·h⁻¹ of Carbohydrate is Equally Effective at Improving Endurance Exercise Performance in Cyclists. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, *25*(3), 285–292. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2014-0134>

- Nieman D.C., Henson D.A., McAnulty S.R., et al. (2004). Vitamin E and immunity after the Kona Triathlon World Championship. *Med Sci Sports Exerc* 36:1328–1335.
- Nieves, J. W., Melsop, K., Curtis, M., Kelsey, J. L., Bachrach, L. K., Greendale, G., Sowers, M. F., & Sainani, K. L. (2010). Nutritional factors that influence change in bone density and stress fracture risk among young female cross-country runners. *PM & R : the journal of injury, function, and rehabilitation*, 2(8), 740–794. <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2010.04.020>
- Norton, L. E., & Layman, D. K. (2006). Leucine regulates translation initiation of protein synthesis in skeletal muscle after exercise. *The Journal of nutrition*, 136(2), 533S–537S. <https://doi.org/10.1093/jn/136.2.533S>
- Nyakayiru, J., Jonvik, K. L., Trommelen, J., Pinckaers, P. J., Senden, J. M., van Loon, L. J., & Verdijk, L. B. (2017). Beetroot Juice Supplementation Improves High-Intensity Intermittent Type Exercise Performance in Trained Soccer Players. *Nutrients*, 9(3), 314. <https://doi.org/10.3390/nu9030314>
- Östman, E., Samigullin, A., Heyman-Lindén, L., Andersson, K., Björck, I., Öste, R., & Humpert, P. M. (2020). A novel nutritional supplement containing amino acids and chromium decreases postprandial glucose response in a randomized, double-blind, placebo-controlled study. *PloS one*, 15(6), e0234237. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0234237>
- Pang, H., Li, J., Miao, Z., & Li, S. J. (2021). Inhibitory effects of chondroitin sulfate on alpha-amylase activity: A potential hypoglycemic agent. *International journal of biological macromolecules*, 184, 289–296. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2021.06.062>
- Pasiakos, S. M., & McClung, J. P. (2011). Supplemental dietary leucine and the skeletal muscle anabolic response to essential amino acids. *Nutrition reviews*, 69(9), 550–557. <https://doi.org/10.1111/j.1753-4887.2011.00420.x>
- Patrick, M., Kim, H. A., Oketch-Rabah, H., Marles, R. J., Roe, A. L., & Calderón, A. I. (2019). Safety of Guarana Seed as a Dietary Ingredient: A Review. *Journal of agricultural and food chemistry*, 67(41), 11281–11287. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.9b03781>
- Pound, C. M., Blair, B., Boctor, D. L., Casey, L. M., Critch, J. N., Farrell, C., ... & Schwarzenberg, S. J. (2017). Energy and sports drinks in children and adolescents. *Paediatrics & child health*, 22(7), 406-410.
- Pavan, R., Jain, S., Shraddha, & Kumar, A. (2012). Properties and therapeutic application of bromelain: a review. *Biotechnology research international*, 2012, 976203. <https://doi.org/10.1155/2012/976203>
- Peeling, P., Castell, L. M., Derave, W., de Hon, O., & Burke, L. M. (2019). Sports foods and dietary supplements for optimal function and performance enhancement in track-and-field athletes. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 29(2), 198-209.

- Pickering, C., & Grgic, J. (2019). Caffeine and Exercise: What Next?. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 49(7), 1007–1030. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01101-0>
- Pickering, C., & Kiely, J. (2018). Are the Current Guidelines on Caffeine Use in Sport Optimal for Everyone? Inter-individual Variation in Caffeine Ergogenicity, and a Move Towards Personalised Sports Nutrition. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 48(1), 7–16. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0776-1>
- Pierce, J. D., Shen, Q., Vacek, J., Rahman, F. K., Krueger, K. J., Gupta, B., & Hiebert, J. B. (2020). Potential use of ubiquinol and d-ribose in patients with heart failure with preserved ejection fraction. *Annals of medicine and surgery (2012)*, 55, 77–80. <https://doi.org/10.1016/j.amsu.2020.05.009>
- Pitkin, R. M., Allen, L. H., Bailey, L. B., & Bernfield, M. (2000). Dietary Reference Intakes for Thiamin, riboflavin, niacin, vitamin B6, folate, vitamin B12, Pantothenic acid, biotin and choline. *Washington, DC*.
- Pokhrel, P., Shrestha, S., Rijal, S. K., & Rai, K. P. (2016). A simple HPLC Method for the Determination of Caffeine Content in Tea and Coffee. *Journal of Food Science and Technology Nepal*, 9, 74–78.
- Pomportes, L., Davranche, K., Brisswalter, I., Hays, A., & Brisswalter, J. (2014). Heart rate variability and cognitive function following a multi-vitamin and mineral supplementation with added guarana (*Paullinia cupana*). *Nutrients*, 7(1), 196–208. <https://doi.org/10.3390/nu7010196>
- Pomportes, L., Brisswalter, J., Casini, L., Hays, A., & Davranche, K. (2017). Cognitive Performance Enhancement Induced by Caffeine, Carbohydrate and Guarana Mouth Rinsing during Submaximal Exercise. *Nutrients*, 9(6), 589. <https://doi.org/10.3390/nu9060589>
- Porrini, M., & Del Bo', C. (2016). Ergogenic aids and supplements. *Sports Endocrinology*, 47, 128–152.
- Quirós, A. R., Fernandez-Ariaz, M., Hernandez, J.L. (2009). A screening method for the determination of ascorbic acid in fruit juices and soft drinks, *Food chemistry*, 116(2), 509–512.
- Rabinovich, D., & Smadi, Y. (2021). Zinc. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.
- Rahmani Nia, F., Farzaneh, E., Damirchi, A., & Shamsi Majlan, A. (2013). Effect of L-glutamine supplementation on electromyographic activity of the quadriceps muscle injured by eccentric exercise. *Iranian journal of basic medical sciences*, 16(6), 808–812.
- Ramasamy I. (2020). Vitamin D Metabolism and Guidelines for Vitamin D Supplementation. *The Clinical biochemist. Reviews*, 41(3), 103–126. <https://doi.org/10.33176/AACB-20-00006>
- Ramos-Campo, D. J., Pérez, A., Ávila-Gandía, V., Pérez-Piñero, S., & Rubio-Arias, J. Á. (2019). Impact of Caffeine Intake on 800-m Running Performance and Sleep Quality in Trained Runners. *Nutrients*, 11(9), 2040. <https://doi.org/10.3390/nu11092040>

- Rawson, E. S., Miles, M. P., & Larson-Meyer, D. E. (2018). Dietary supplements for health, adaptation, and recovery in athletes. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 28(2), 188-199.
- Redzic, S., & Gupta, V. (2021). Niacin Deficiency. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.
- Richardson, D. L., & Clarke, N. D. (2016). Effect of Coffee and Caffeine Ingestion on Resistance Exercise Performance. *Journal of strength and conditioning research*, 30(10), 2892–2900. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001382>
- Romero, S. A., Gagnon, D., Adams, A. N., Morales, G., Kouda, K., Jaffery, M. F., Cramer, M. N., & Crandall, C. G. (2017). Folic acid ingestion improves skeletal muscle blood flow during graded handgrip and plantar flexion exercise in aged humans. *American journal of physiology. Heart and circulatory physiology*, 313(3), H658–H666. <https://doi.org/10.1152/ajpheart.00234.2017>
- Rondon, H., & Badireddy, M. (2021). Hyponatremia. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.
- San Mauro-Martin, I., Ruiz-León, A. M., Camina-Martín, M. A., Garicano-Vilar, E., Collado-Yurrita, L., Mateo-Silleras, B. d., & Redondo Del Río, M. (2016). *Nutricion hospitalaria*, 33(1), 27. <https://doi.org/10.20960/nh.v33i1.27>
- Sanvictores, T., & Chauhan, S. (2021). Vitamin B5 (Pantothenic Acid). In *StatPearls*. StatPearls Publishing.
- Schimpl, F. C., da Silva, J. F., Gonçalves, J. F., & Mazzafera, P. (2013). Guarana: revisiting a highly caffeinated plant from the Amazon. *Journal of ethnopharmacology*, 150(1), 14–31. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2013.08.023>
- Scrivin, R., & Black, K. (2018). Sports Drinks Consumed During Exercise, Which Affect Thermoregulation and/or Athletic Performance in the Heat: A Review. *Strength & Conditioning Journal*, 40(5), 108-119.
- Seifert, J. G., Brumet, A., & St Cyr, J. A. (2017). The influence of D-ribose ingestion and fitness level on performance and recovery. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 14, 47. <https://doi.org/10.1186/s12970-017-0205-8>
- Shaw, G., Lee-Barthel, A., Ross, M. L., Wang, B., & Baar, K. (2017). Vitamin C-enriched gelatin supplementation before intermittent activity augments collagen synthesis. *The American journal of clinical nutrition*, 105(1), 136–143. <https://doi.org/10.3945/ajcn.116.138594>
- Shing, C. M., Chong, S., Driller, M. W., & Fell, J. W. (2016). Acute protease supplementation effects on muscle damage and recovery across consecutive days of cycle racing. *European journal of sport science*, 16(2), 206–212. <https://doi.org/10.1080/17461391.2014.1001878>
- Shreenath, A. P., Ameer, M. A., & Dooley, J. (2021). Selenium Deficiency. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.

- Shrimanker, I., & Bhattarai, S. (2021). Electrolytes. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.
- Sikora-Klak, J., Narvy, S. J., Yang, J., Makhni, E., Kharrazi, F. D., & Mehran, N. (2018). The Effect of Abnormal Vitamin D Levels in Athletes. *The Permanente journal*, 22, 17–216. <https://doi.org/10.7812/TPP/17-216>
- Sims, S. T., van Vliet, L., Cotter, J. D., & Rehrer, N. J. (2007). Sodium loading aids fluid balance and reduces physiological strain of trained men exercising in the heat. *Medicine and science in sports and exercise*, 39(1), 123–130. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000241639.97972.4a>
- Sivashanmugam, M., Jaidev, J., Umashankar, V., & Sulochana, K. N. (2017). Ornithine and its role in metabolic diseases: An appraisal. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 86, 185-194.
- Skarlovnik, A., Janić, M., Lunder, M., Turk, M., & Šabovič, M. (2014). Coenzyme Q10 supplementation decreases statin-related mild-to-moderate muscle symptoms: a randomized clinical study. *Medical science monitor : international medical journal of experimental and clinical research*, 20, 2183–2188. <https://doi.org/10.12659/MSM.890777>
- Smirnoff N. (2018). Ascorbic acid metabolism and functions: A comparison of plants and mammals. *Free radical biology & medicine*, 122, 116–129. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2018.03.033>
- Sood, B., & Keenaghan, M. (2021). Coenzyme Q10. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.
- Spry, C., Kirk, K., & Saliba, K. J. (2008). Coenzyme A biosynthesis: an antimicrobial drug target. *FEMS microbiology reviews*, 32(1), 56–106.
- Stanhewicz, A. E., Alexander, L. M., & Kenney, W. L. (2015). Folic acid supplementation improves microvascular function in older adults through nitric oxide-dependent mechanisms. *Clinical science (London, England : 1979)*, 129(2), 159–167. <https://doi.org/10.1042/CS20140821>
- Stanhewicz, A. E., & Kenney, W. L. (2017). Role of folic acid in nitric oxide bioavailability and vascular endothelial function. *Nutrition reviews*, 75(1), 61–70. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuw053>
- Stoffel, N. U., Cercamondi, C. I., Brittenham, G., Zeder, C., Geurts-Moespot, A. J., Swinkels, D. W., Moretti, D., & Zimmermann, M. B. (2017). Iron absorption from oral iron supplements given on consecutive versus alternate days and as single morning doses versus twice-daily split dosing in iron-depleted women: two open-label, randomised controlled trials. *The Lancet. Haematology*, 4(11), e524–e533. [https://doi.org/10.1016/S2352-3026\(17\)30182-5](https://doi.org/10.1016/S2352-3026(17)30182-5)
- Suwannasom, N., Kao, I., Pruß, A., Georgieva, R., & Bäumler, H. (2020). Riboflavin: The Health Benefits of a Forgotten Natural Vitamin. *International journal of molecular sciences*, 21(3), 950.
- Suzuki, T., Morita, M., Kobayashi, Y., & Kamimura, A. (2016). Oral L-citrulline supplementation enhances cycling time trial performance in healthy trained men: Double-blind randomized

- placebo-controlled 2-way crossover study. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 13, 6. <https://doi.org/10.1186/s12970-016-0117-z>
- Tabata, S., Yamasawa, F., Torii, S., Manabe, T., Kamada, H., Namba, A., ... & Sato, K. (2020). Use of nutritional supplements by elite Japanese track and field athletes. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 17(1), 1-8.
- Talab, A. T., Abdollahzad, H., Nachvak, S. M., Pasdar, Y., Eghtesadi, S., Izadi, A., Aghdashi, M. A., Mohammad Hossseini Azar, M. R., Moradi, S., Mehaki, B., & Moradi, S. (2020). Effects of Chromium Picolinate Supplementation on Cardiometabolic Biomarkers in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus: a Randomized Clinical Trial. *Clinical nutrition research*, 9(2), 97–106. <https://doi.org/10.7762/cnr.2020.9.2.97>
- Tarnopolsky M. A. (2010). Caffeine and creatine use in sport. *Annals of nutrition & metabolism*, 57 Suppl 2, 1–8. <https://doi.org/10.1159/000322696>
- Thomas, D. T., Erdman, K. A., & Burke, L. M. (2016a). Position of the academy of nutrition and dietetics, dietitians of canada, and the american college of sports medicine: Nutrition and athletic performance. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 116(3), 501-528.
- Thomas, D. T., Erdman, K. A., & Burke, L. M. (2016b). American college of sports medicine joint position statement. nutrition and athletic performance. *Medicine and science in sports and exercise*, 48(3), 543-568.
- Tomko, P. M., Laurent, C. M., Fullenkamp, A. M., Voth, N. R., & Young, C. A. (2019). Mouth Rinsing Carbohydrates Serially Does Not Improve Repeated Sprint Time. *Journal of human kinetics*, 67, 133–142. <https://doi.org/10.2478/hukin-2018-0076>
- Tong L. (2013). Structure and function of biotin-dependent carboxylases. *Cellular and molecular life sciences : CMLS*, 70(5), 863–891. <https://doi.org/10.1007/s00018-012-1096-0>
- Trexler, E. T., Smith-Ryan, A. E., Stout, J. R., Hoffman, J. R., Wilborn, C. D., Sale, C., Kreider, R. B., Jäger, R., Earnest, C. P., Bannock, L., Campbell, B., Kalman, D., Ziegenfuss, T. N., & Antonio, J. (2015). International society of sports nutrition position stand: Beta-Alanine. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 12, 30. <https://doi.org/10.1186/s12970-015-0090-y>
- Tumilty, L., Davison, G., Beckmann, M., & Thatcher, R. (2011). Oral tyrosine supplementation improves exercise capacity in the heat. *European journal of applied physiology*, 111(12), 2941–2950. <https://doi.org/10.1007/s00421-011-1921-4>
- Tumilty, L., Gregory, N., Beckmann, M., & Thatcher, R. (2020). No Influence of Low-, Medium-, or High-Dose Tyrosine on Exercise in a Warm Environment. *Medicine and science in sports and exercise*, 52(6), 1404–1413. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002245>
- Türkiye’de Besin Destek Ürünlerine Yönelik Görüşler ve Tüketici Profilini Tanımlamaya Yönelik Bir Araştırma görünümü.* (n.d.). Retrieved January 17, 2022, from <https://www.isarder.org/index.php/isarder/article/view/296/294>

- van de Rest, O., Bloemendaal, M., de Heus, R., & Aarts, E. (2017). Dose-Dependent Effects of Oral Tyrosine Administration on Plasma Tyrosine Levels and Cognition in Aging. *Nutrients*, 9(12), 1279. <https://doi.org/10.3390/nu9121279>
- VanDusseldorp, T. A., Escobar, K. A., Johnson, K. E., Stratton, M. T., Moriarty, T., Cole, N., McCormick, J. J., Kerksick, C. M., Vaughan, R. A., Dokladny, K., Kravitz, L., & Mermier, C. M. (2018). Effect of Branched-Chain Amino Acid Supplementation on Recovery Following Acute Eccentric Exercise. *Nutrients*, 10(10), 1389. <https://doi.org/10.3390/nu10101389>
- Varilla, C., Marcone, M., Paiva, L., & Baptista, J. (2021). Bromelain, a Group of Pineapple Proteolytic Complex Enzymes (*Ananas comosus*) and Their Possible Therapeutic and Clinical Effects. A Summary. *Foods (Basel, Switzerland)*, 10(10), 2249. <https://doi.org/10.3390/foods10102249>
- Veasey, R. C., Haskell-Ramsay, C. F., Kennedy, D. O., Wishart, K., Maggini, S., Fuchs, C. J., & Stevenson, E. J. (2015). The Effects of Supplementation with a Vitamin and Mineral Complex with Guaraná Prior to Fasted Exercise on Affect, Exertion, Cognitive Performance, and Substrate Metabolism: A Randomized Controlled Trial. *Nutrients*, 7(8), 6109–6127. <https://doi.org/10.3390/nu7085272>
- Viera, A. J., & Wouk, N. (2015). Potassium Disorders: Hypokalemia and Hyperkalemia. *American family physician*, 92(6), 487–495.
- Volpe, S. L., Huang, H. W., Larpadisorn, K., & Lesser, I. I. (2001). Effect of chromium supplementation and exercise on body composition, resting metabolic rate and selected biochemical parameters in moderately obese women following an exercise program. *Journal of the American College of Nutrition*, 20(4), 293–306. <https://doi.org/10.1080/07315724.2001.10719050>
- Vorland, C. J., Stremke, E. R., Moorthi, R. N., & Hill Gallant, K. M. (2017). Effects of Excessive Dietary Phosphorus Intake on Bone Health. *Current osteoporosis reports*, 15(5), 473–482. <https://doi.org/10.1007/s11914-017-0398-4>
- Walker, K., Basehore, B. M., Goyal, A., Bansal, P., & Zito, P. M. (2021). Hyaluronic Acid. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.
- Wang, C. C., Yang, M. T., Lu, K. H., & Chan, K. H. (2016). The Effects of Creatine Supplementation on Explosive Performance and Optimal Individual Postactivation Potentiation Time. *Nutrients*, 8(3), 143. <https://doi.org/10.3390/nu8030143>
- Wang, C. C., Lin, S. C., Hsu, S. C., Yang, M. T., & Chan, K. H. (2017). Effects of Creatine Supplementation on Muscle Strength and Optimal Individual Post-Activation Potentiation Time of the Upper Body in Canoeists. *Nutrients*, 9(11), 1169. <https://doi.org/10.3390/nu9111169>

- Wang, C. C., Fang, C. C., Lee, Y. H., Yang, M. T., & Chan, K. H. (2018). Effects of 4-Week Creatine Supplementation Combined with Complex Training on Muscle Damage and Sport Performance. *Nutrients*, *10*(11), 1640. <https://doi.org/10.3390/nu10111640>
- Ward, R., Bridge, C. A., McNaughton, L. R., & Sparks, S. A. (2016). The effect of acute taurine ingestion on 4-km time trial performance in trained cyclists. *Amino acids*, *48*(11), 2581–2587. <https://doi.org/10.1007/s00726-016-2282-4>
- West, D., Abou Sawan, S., Mazzulla, M., Williamson, E., & Moore, D. R. (2017). Whey Protein Supplementation Enhances Whole Body Protein Metabolism and Performance Recovery after Resistance Exercise: A Double-Blind Crossover Study. *Nutrients*, *9*(7), 735. <https://doi.org/10.3390/nu9070735>
- Wiley, K. D., & Gupta, M. (2021). Vitamin B1 Thiamine Deficiency. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.
- Wilk, M., Krzysztofik, M., Filip, A., Zajac, A., & Del Coso, J. (2019). The Effects of High Doses of Caffeine on Maximal Strength and Muscular Endurance in Athletes Habituated to Caffeine. *Nutrients*, *11*(8), 1912. <https://doi.org/10.3390/nu11081912>
- Williams, C., & Rollo, I. (2015). Carbohydrate Nutrition and Team Sport Performance. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, *45 Suppl 1*(Suppl 1), S13–S22. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0399-3>
- Williams, C., & Ampat, G. (2021). Glucosamine Sulfate. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.
- Willoughby, D., Hewlings, S., & Kalman, D. (2018). Body Composition Changes in Weight Loss: Strategies and Supplementation for Maintaining Lean Body Mass, a Brief Review. *Nutrients*, *10*(12), 1876. <https://doi.org/10.3390/nu10121876>
- Witard, O. C., Jackman, S. R., Breen, L., Smith, K., Selby, A., & Tipton, K. D. (2014). Myofibrillar muscle protein synthesis rates subsequent to a meal in response to increasing doses of whey protein at rest and after resistance exercise. *The American journal of clinical nutrition*, *99*(1), 86–95. <https://doi.org/10.3945/ajcn.112.055517>
- Withee, E. D., Tippens, K. M., Dehen, R., Tibbitts, D., Hanes, D., & Zwickey, H. (2017). Effects of Methylsulfonylmethane (MSM) on exercise-induced oxidative stress, muscle damage, and pain following a half-marathon: a double-blind, randomized, placebo-controlled trial. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, *14*, 24. <https://doi.org/10.1186/s12970-017-0181-z>
- Woolf, K., & Manore, M. M. (2006). B-vitamins and exercise: does exercise alter requirements?. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, *16*(5), 453–484. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.16.5.453>
- World Health Organization. (2012). *Guideline: potassium intake for adults and children*. World Health Organization.

- Wu, G., Bazer, F. W., Davis, T. A., Kim, S. W., Li, P., Marc Rhoads, J., Carey Satterfield, M., Smith, S. B., Spencer, T. E., & Yin, Y. (2009). Arginine metabolism and nutrition in growth, health and disease. *Amino acids*, 37(1), 153–168. <https://doi.org/10.1007/s00726-008-0210-y>
- Wu, X. Y., & Lu, L. (2012). Vitamin B6 deficiency, genome instability and cancer. *Asian Pacific journal of cancer prevention : APJCP*, 13(11), 5333–5338. <https://doi.org/10.7314/apjcp.2012.13.11.5333>
- Wylie, L. J., Kelly, J., Bailey, S. J., Blackwell, J. R., Skiba, P. F., Winyard, P. G., Jeukendrup, A. E., Vanhatalo, A., & Jones, A. M. (2013). Beetroot juice and exercise: pharmacodynamic and dose-response relationships. *Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)*, 115(3), 325–336. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00372.2013>
- Ying, H., Zhou, J., Wang, M., Su, D., Ma, Q., Lv, G., & Chen, J. (2019). In situ formed collagen-hyaluronic acid hydrogel as biomimetic dressing for promoting spontaneous wound healing. *Materials Science and Engineering: C*, 101, 487–498.
- Yudistira, A., Risantoso, T., Asmiragani, S., Basunanda, T. A., & Putera, M. A. (2020). Combination of chondroitin sulfate and hyaluronic acid increases amount of fibroblast, collagen and decreases adhesion of achilles tendon after repair. *Journal of Arthroscopy and Joint Surgery*, 7(4), 211–215.
- Zaleski, A. L., Taylor, B. A., & Thompson, P. D. (2018). Coenzyme Q10 as Treatment for Statin-Associated Muscle Symptoms-A Good Idea, but.... *Advances in nutrition (Bethesda, Md.)*, 9(4), 519S–523S. <https://doi.org/10.1093/advances/nmy010>
- Zaragoza, J., Tinsley, G., Urbina, S., Villa, K., Santos, E., Juaneza, A., Tinnin, M., Davidson, C., Mitmesser, S., Zhang, Z., & Taylor, L. (2019). Effects of acute caffeine, theanine and tyrosine supplementation on mental and physical performance in athletes. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 16(1), 56. <https://doi.org/10.1186/s12970-019-0326-3>
- Zdzisińska, B., Żurek, A., & Kandefier-Szerszeń, M. (2017). Alpha-Ketoglutarate as a Molecule with Pleiotropic Activity: Well-Known and Novel Possibilities of Therapeutic Use. *Archivum immunologiae et therapiae experimentalis*, 65(1), 21–36. <https://doi.org/10.1007/s00005-016-0406-x>
- Zhang, Y., Coca, A., Casa, D. J., Antonio, J., Green, J. M., & Bishop, P. A. (2015). Caffeine and diuresis during rest and exercise: A meta-analysis. *Journal of science and medicine in sport*, 18(5), 569–574. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2014.07.017>
- Zhang, L., Li, F., Guo, Q., Duan, Y., Wang, W., Zhong, Y., Yang, Y., & Yin, Y. (2020). Leucine Supplementation: A Novel Strategy for Modulating Lipid Metabolism and Energy Homeostasis. *Nutrients*, 12(5), 1299. <https://doi.org/10.3390/nu12051299>

- Zhang, S., Zeng, X., Ren, M., Mao, X., & Qiao, S. (2017). Novel metabolic and physiological functions of branched chain amino acids: a review. *Journal of animal science and biotechnology*, 8, 10. <https://doi.org/10.1186/s40104-016-0139-z>
- Zhang, Y., Xun, P., Wang, R., Mao, L., & He, K. (2017). Can Magnesium Enhance Exercise Performance?. *Nutrients*, 9(9), 946. <https://doi.org/10.3390/nu9090946>
- Ziegenfuss, T. N., Lopez, H. L., Kedia, A., Habowski, S. M., Sandrock, J. E., Raub, B., Kerksick, C. M., & Ferrando, A. A. (2017). Effects of an amylopectin and chromium complex on the anabolic response to a suboptimal dose of whey protein. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 14, 6. <https://doi.org/10.1186/s12970-017-0163-1>
- Zou, Z., Wei, M., Fang, J., Dai, W., Sun, T., Liu, Q., ... & Wang, Z. (2020). Preparation of chondroitin sulfates with different molecular weights from bovine nasal cartilage and their antioxidant activities. *International journal of biological macromolecules*, 152, 1047-1055.
- Zucconi, S., Volpato, C., Adinolfi, F., Gandini, E., Gentile, E., Loi, A., & Fioriti, L. (2013). Gathering consumption data on specific consumer groups of energy drinks. *EFSA Supporting Publications*, 10(3), 394E.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Mestan Hüseyin ÇİLEKÇİ

ÖĞRENİM DURUMU

Lise: ANTALYA LİSESİ

Lisans: YAKIN DOĞU ÜNİVERSİTESİ/ BESLENME VE DİYETETİK (2007-2012)

Yüksek Lisans: GELİŞİM ÜNİVERSİTESİ/ HAREKET VE ANTRENMAN BİLİMLERİ

Yüksek Lisans: İSTANBUL SABAHATTİN ZAİM ÜNİVERSİTESİ/ BESLENME VE DİYETETİK

BİLDİRİLER

HPB-11- 50. Ulusal Diyabet Kongresi (2014) – Poster Bildirisi - Hastane Ortamlarında İşe Yeni Başlayan Hemşirelik Hizmetleri Çalışanlarının Diyabetle İlgili Bilgi Değerlendirmesi

0083 – 2. Uluslararası Atletik Performans ve Sporcu Sağlığı Kongresi (2020) – Sözel Bildiri - Elit Futbol Oyuncularının Vücut Yağ Oranlarının Dünya Örnekleri İle Karşılaştırılması

0084 – 2. Uluslararası Atletik Performans ve Sporcu Sağlığı Kongresi (2020) – Sözel Bildiri - Elit Futbol Oyuncularının Maç Öncesi Hidrasyon Durumlarının Değerlendirilmesi

BD1 – İZU Fen ve Mühendislik Bilimler Lisansüstü Öğrenci Kongresi (2022) – Sözel Bildiri - Elit Futbol Oyuncularının Mevkilerine Göre Vücut Yağ Oranlarının Belirlenmesi

İŞ TECRÜBESİ

2012-2017: MedicalPark Antalya Hastane Kompleksi

2017- : Galatasaray Spor Kulübü