

**T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**AÇLIK VE TOKLUK DURUMUNDA YAPILAN SUBMAKSİMAL
AEROBİK EGZERSİZİN SUBSTRAT OKSİDASYONUNA
ETKİSİ**

Dyt. Aslıhan NEFES ÇAKAR

**Toplum Beslenmesi Programı
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

ANKARA

2021

**T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**AÇLIK VE TOKLUK DURUMUNDA YAPILAN SUBMAKSİMAL
AEROBİK EGZERSİZİN SUBSTRAT OKSİDASYONUNA
ETKİSİ**

Dyt. Aslıhan NEFES ÇAKAR

**Toplum Beslenmesi Programı
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. Pelin BİLGİÇ**

**ANKARA
2021**

ONAY SAYFASI

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
AÇLIK VE TOKLUK DURUMUNDA YAPILAN SUBMAKSİMAL AEROBİK EGZERSİZİN
SUBSTRAT OKSİDASYONUNA ETKİSİ
Öğrenci: Aslıhan Nefes Çakar
Danışman: Doç. Dr. Pelin Bilgiç

Bu tez çalışması 23/06/2021 tarihinde jürimiz tarafından "Toplum Beslenmesi Programı" nda yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: *Doç. Dr. Mehmet Mesut Çelebi*
(Ankara Üniversitesi)

Tez Danışmanı: *Doç. Dr. Pelin Bilgiç*
(Hacettepe Üniversitesi)

Üye: *Dr. Öğr. Üyesi Nesli Ersoy*
(Hacettepe Üniversitesi)

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri tarafından uygun bulunmuştur.

02 Temmuz 2021

Prof. Dr. Diclehan Orhan
Enstitü Müdürü

YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kağıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan **“Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge”** kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricince YÖK Ulusal Tez Merkezi / H.Ü. Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- Enstitü / Fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 2 yıl ertelenmiştir. ⁽¹⁾
- Enstitü / Fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihimden itibaren 6 ay ertelenmiştir. ⁽²⁾
- Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir. ⁽³⁾

05/07/2021

Aslıhan NEFES ÇAKAR

¹“Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge”

- (1) Madde 6. 1. Lisansüstü teze ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez **danışmanın** önerisi ve **enstitü anabilim dalının** uygun görüşü üzerine **enstitü** veya **fakülte yönetim kurulu** iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.
- (2) Madde 6. 2. Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internette paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç imkanı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez **danışmanın** önerisi ve **enstitü anabilim dalının** uygun görüşü üzerine **enstitü** veya **fakülte yönetim kurulunun** gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.
- (3) Madde 7. 1. Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, **tezin yapıldığı kurum** tarafından verilir *. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, **ilgili kurum ve kuruluşun önerisi** ile **enstitü** veya **fakültenin** uygun görüşü üzerine **üniversite yönetim kurulu** tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir. Madde 7.2. Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir

* Tez **danışmanın** önerisi ve **enstitü anabilim dalının** uygun görüşü üzerine **enstitü** veya **fakülte yönetim kurulu tarafından karar verilir.**

ETİK BEYAN

Bu çalışmadaki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, yararlandığım kaynaklara bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu, tezimin kaynak gösterilen durumlar dışında zgn olduğunu, tez danışmanım Doç. Dr. Pelin BİLGİÇ danışmanlığında tarafımdan üretildiğini ve Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Yönergesine göre yazıldığını beyan ederim.

Diyetisyen Aslıhan NEFES ÇAKAR

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezimde araştırmanın planlanması ve yazımının her aşamasında her türlü katkıyı sağlayan değerli hocam ve tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Pelin BİLGİÇ' e,

Tezimle ilgili gerekli izinlerin alınması ve uygun laboratuvar koşullarının sağlanmasında katkıları olan Sporcu Sağlığı, Performansı ve Hizmet Kalite Standartları Daire Başkanlığı yöneticilerine,

Tez dönemim boyunca tüm aşamalarda bana yardımcı olan, her zaman manevi desteklerini, içten sevgilerini hissettiğim tüm mesai arkadaşlarıma ve çalışmanın istatistiksel analizinde katkıda bulunan canım arkadaşım Merve Yasemin TEKBUDAK' a,

Tez dönemim boyunca manevi desteğini her an hissettiğim, başaracağıma inandıran sevgili eşim Çağatay ÇAKAR' a ve canım arkadaşlarıma,

Tez dönemim boyunca daima sevgisi ve duaları ile her zaman yanımda hissettiğim, beni bugünlere getiren canım annem ve canım babama,

Her adımında ve kararında beni cesaretlendiren, koşulsuz destekleyen canım kardeşlerime sonsuz teşekkür ederim.

ÖZET

Nefes-Çakar, A., Açlık ve Tokluk Durumunda Yapılan Submaksimal Aerobik Egzersizin Substrat Oksidasyonuna Etkisi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Toplum Beslenmesi Programı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2021. Bu çalışmanın amacı; sporcularda farklı günlerde yapılan submaksimal aerobik egzersizin açlık durumunda (AD) ve tokluk durumunda (TD) substrat oksidasyonuna etkisini incelemektir. Bu çalışmaya, 18-25 yaş arasında 13 erkek futbolcu katılmış ve çalışma birer hafta aralıklarla üç aşamada gerçekleştirildi. Çalışmanın birinci aşamasında sporculara idrar analizi, antropometrik ölçümler, dinlenme metabolik hızı, vücut kompozisyonu ölçümleri yapıldı ve diyetisyen tarafından tez anketi uygulandı. Daha sonra standart kahvaltı verilerek maksimum oksijen tüketim kapasiteleri ölçüldü. İkinci aşamada, 12 saatlik açlık durumunda 60 dakika submaksimal aerobik egzersiz yaptırıldı. Üçüncü aşamada ise *postprandiyal* ikinci saatte 60 dakika Submaksimal aerobik egzersiz yaptırıldı. Her üç aşamada aerobik kapasite gaz analizörü ile değerlendirildi. Çalışmanın ikinci ve üçüncü aşamaları öncesi besin tüketim kayıtları alındı ve Beslenme Bilgi Sistemi (BeBİS) programıyla analiz edildi. Egzersiz öncesi ve egzersiz günü; enerji, karbonhidrat, protein ve yağ alımları AD ve TD birbirine benzer bulundu ($p>0,05$). AD ve TD idrar dansiteleri, egzersiz öncesi-sonrası vücut ağırlığı ve vücut ağırlığı değişimi yüzdeleri birbirine benzer iken ($p>0,05$); AD egzersiz öncesi idrar pH'ı daha yüksekti ($p<0,05$). TD yapılan egzersiz sırasında karbonhidrat oksidasyonu değerlerinin AD yapılan egzersize göre daha yüksek bulundu ($p<0,05$). TD yapılan egzersiz sırasında karbonhidrat oksidasyonunun daha yüksek olmasının egzersizin 15-45 dakikalık bölümünden kaynaklandığı belirlendi ($p<0,05$). AD yapılan egzersiz sırasında yağ oksidasyonu değerlerinin TD yapılan egzersize göre daha yüksek olduğu bulundu ($p<0,05$). AD yağ oksidasyonunun daha yüksek olmasının ise egzersizin 15-60 dakikalık bölümünden kaynaklandığı bulundu ($p<0,05$). Çalışmamızın sonucunda açlık durumunda yapılan submaksimal aerobik egzersiz sırasında yağ oksidasyonunun tokluk durumunda yapılan egzersize göre daha yüksek olduğu belirlendi.

Anahtar Kelimeler: açlık, tokluk, sporcu, yağ oksidasyonu

ABSTRACT

Nefes-Çakar, A., The Effect of Submaximal Aerobic Exercise on Substrate Oxidation in Fasting and Postprandial Conditions, Hacettepe University, Graduate School of Health Sciences, Community Nutrition Program, Master of Sciences Thesis, Ankara, 2021. The aim of study was to investigate the effect of submaximal aerobic exercise performed in different days on substrate oxidation in fasting and postprandial conditions. 13 male football players, aged between 18-25, included in this study. The study was carried out in three stages with a one-week intervals. In the first stage, urine analysis, anthropometric measurements, resting metabolic rate, body composition measurements were made and the thesis questionnaire was applied by a dietitian. After that, standard breakfast was given and maximum oxygen consumption capacities were measured. In the second stage, athletes were performed 60 minutes of submaximal aerobic exercise in 12 hours of fasting condition. In the third stage, athletes were performed 60 minutes of submaximal aerobic exercise in postprandial 2nd hour condition. Aerobic capacity was evaluated with a gas analyzer in all three stages. Before the second and third stages, food consumption records were taken and analyzed with the BeBIS program. Pre-exercise and exercise day; energy, carbohydrate, protein and fat intakes fasting and postprandial condition were similar ($p>0.05$). While fasting and postprandial condition urine densities, pre and post exercise body weight and body weight change percentages were similar ($p>0.05$); urine pH was higher at pre-exercise fasting condition ($p<0.05$). The carbohydrate oxidation values were higher when performing exercise in postprandial condition than in fasting condition ($p<0.05$). It was determined that the higher carbohydrate oxidation when performing exercise in postprandial condition was due to the 15-45-minute period of the exercise ($p<0.05$). The fat oxidation values were higher when performing exercise in fasting condition than the postprandial condition ($p<0.05$). It was determined that the higher fat oxidation when performing exercise in postprandial condition was due to the 15-60-minute period of the exercise ($p<0.05$). As a result of our study, it was determined that fat oxidation was higher when performing submaximal aerobic exercises in fasting condition than performing exercises in postprandial condition.

Keywords: fasting, postprandial, athletes, fat oxidation

İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI	iii
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI	iv
ETİK BEYAN	v
TEŞEKKÜR	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR	xii
ŞEKİLLER	xiii
TABLolar	xiv
1. GİRİŞ	1
1.1. Kuramsal Yaklaşımlar ve Kapsam	1
1.2. Amaç ve Varsayım	3
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Açlık ve Tokluk Metabolizması	4
2.1.1. Açlığa Metabolik Yanıt	4
2.1.2. Tokluğa Metabolik Yanıt	5
2.2. Egzersiz Sırasında Enerji Sistemlerinin Kullanımı	5
2.3. Aerobik Egzersizler	6
2.3.1. Spor Dallarının Sınıflandırılması	7
2.3.2. Aerobik Egzersiz Performansını Değerlendirme Parametreleri	8
2.3.3. Aerobik Egzersiz Performansını Etkileyen Faktörler	9
2.4. Aerobik Egzersizlerde Substrat Oksidasyonu	9
2.4.1. İndirekt Kalorimetre Yöntemi	9
2.4.2. Aerobik Egzersizlerde Substrat Oksidasyonuna Etki Eden Faktörler	10
2.4.3. Açlık Durumunda Aerobik Egzersiz	11
2.5. Dinlenme Metabolik Hızının Açlık ve Tokluk Metabolizması Üzerine Etkileri	12
2.6. Makro Besin Ögelerinin Açlık ve Tokluk Metabolizması Üzerine Etkileri	13
2.6.1. Karbonhidratların Açlık ve Tokluk Durumunda Aerobik Egzersize Etkisi	14
2.6.2. Yağların Açlık ve Tokluk Durumunda Aerobik Egzersize Etkisi	14

2.6.3. Proteinlerin Açlık ve Tokluk Durumunda Aerobik Egzersize Etkisi	15
2.7. Hidrasyonun Performans Üzerine Etkileri	15
2.8. Vücut Kompozisyonunun Performans Üzerine Etkileri	17
3. GEREÇ VE YÖNTEM	19
3.1. Çalışmanın Örneklem Seçimi, Yeri ve Zamanı	19
3.2. Çalışmanın Yürütülebilmesi İçin Gerekli İzinler	19
3.3. Çalışmanın Genel Planı	20
3.3.1. 1. Aşama	22
3.3.2. 2. Aşama (Açlık Durumunda Submaksimal Egzersiz)	22
3.3.3. 3. Aşama (Tokluk Durumunda Submaksimal Egzersiz)	23
3.4. Verilerin Toplanması ve Değerlendirilmesi	23
3.4.1. Veri Toplama Araçları	23
3.4.2. Antropometrik Ölçümler	24
3.4.3. Egzersiz Protokolü	27
3.4.4. Biyokimyasal Parametreler	30
3.5. Verilerin İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi	31
4. BULGULAR	32
4.1. Aşama Sırasında Elde Edilen Bulgular	32
4.1.1. Sporcuların Genel Özellikleri ile İlgili Bulgular	32
4.1.2. Sporcuların Beslenme Durumları ile İlgili Bulgular	33
4.2. 2.Aşama Sırasında Elde Edilen Bulgular (Açlık Durumunda)	35
4.3. 3.Aşama Sırasında Elde Edilen Bulgular (Tokluk Durumunda)	39
4.4. 2. ve 3. Aşama Sırasında Elde Edilen Bulgular Arasındaki Farklar	43
5. TARTIŞMA	48
5.1. Sporcuların Genel Özellikleri ile İlgili Bulguların Değerlendirilmesi	49
5.2. Sporcuların Beslenme Durumları ile İlgili Bulguların Değerlendirilmesi	50
5.3. Sporcuların İdrar Analizleri ve Vücut Ağırlığı Değişimlerine İlişkin Bulguların Değerlendirilmesi	52
5.4. Sporcuların Substrat Oksidasyonu ile ilgili Bulguların Değerlendirilmesi	53
5.4.1. Sporcuların Karbonhidrat Oksidasyonları ile İlgili Bulguların Değerlendirilmesi	54
5.4.2. Sporcuların Yağ Oksidasyonları ile İlgili Bulguların Değerlendirilmesi	56

6. SONUÇ VE ÖNERİLER	61
6.1. Sonuçlar	61
6.2. Öneriler	63
7. KAYNAKLAR	64
8. EKLER	75
EK-1: Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu Onayı	
EK-2: Araştırma Amaçlı Çalışma için Aydınlatılmış Onam Formu	
EK-3: Genel Bilgiler ve Beslenme Alışkanlıkları Anketi	
EK-4: Besin Tüketim Kaydı Formu	
EK-5: Dijital Makbuz	
EK-6: Orjinallik Ekran Çıktısı	
9. ÖZGEÇMİŞ	76

SİMGELER VE KISALTMALAR

%	: Yüzde
°	: Derece
g	: Gram
mL	: Mililitre
kg	: Kilogram
dk	: Dakika
sn	: Saniye
O₂	: Oksijen
CO₂	: Karbondioksit
VO₂	: Dakika başına oksijen tüketimi
VCO₂	: Dakika başına karbondioksit üretimi
VA:	Vücut Ağırlığı
VO₂ max	: Maksimum Oksijen Tüketimi
MET	: Metabolik Eşdeğer
RER	: Solunum Değişim Oranı
DMH	: Dinlenme Metabolik Hız
BMH	: Bazal Metabolik Hız
KAH	: Kalp Atım Hızı
BTK	: Besin Tüketim Kaydı
BİA	: Biyoelektrik İmpedans Analizi
BOD-POD	: Hava Değişim Pletismografisi
DEXA	: Dual Enerji X-ray Absorbsiyometrisi
ISSN	: Uluslararası Spor Beslenmesi Topluluğu (<i>International Society of Sports Nutrition</i>)
ACSM	: Amerikan Spor Hekimliği Birliği (<i>American College of Sports Medicine</i>)

ŞEKİLLER

Şekil	Sayfa
2.1. Egzersiz Sırasında Enerji Metabolizması	6
2.2. Spor Dallarının Sınıflandırılması.	7
2.3. Enerji Substratı Olarak Karbonhidrat ve Yağ Oksidasyonunun Egzersiz Şiddeti	11
2.4. İdrar Renk Tablosu.	16
3.1. Çalışmanın Genel Planı	21
3.2. Biyoelektrik İmpedans Analizi	25
3.3. Hava Değişim Pletismografisi	26
3.4. Aerobik Güç ve Kapasite Testi	30
4.1. Sporcuların Açlık ve Tokluk Durumunda Karbonhidrat Oksidasyonu	45
4.2. Sporcuların Açlık ve Tokluk Durumunda Yağ Oksidasyonu	46

TABLOLAR

Tablo	Sayfa
2.1. Dinlenme Metabolik Hızını Etkileyen Başlıca Faktörler.	13
2.2. Hidrasyon Durumunun Göstergeleri.	16
4.1. Sporcuların Genel Özellikleri	32
4.2. Sporcuların Antropometrik Özellikleri, Performans Parametreleri ve İdrar Analizleri	33
4.3. Sporcuların Beslenme Alışkanlıkları	34
4.4. Sporcuların Kullandıkları Beslenme Destekleri	34
4.5. Sporcuların Açlık Durumunda Egzersiz Öncesi Enerji ve Makro Besin Ögesi Alımı	35
4.6. Sporcuların Açlık Durumunda Egzersiz Günü Enerji ve Makro Besin Ögesi Alımı	36
4.7. Sporcuların Açlık Durumunda İdrar Analizleri	36
4.8. Sporcuların Açlık Durumunda Egzersiz Öncesi ve Sonrası Vücut Ağırlığı Değişimleri	37
4.9. Sporcuların Açlık Durumunda Karbonhidrat Oksidasyonu	37
4.10. Sporcuların Açlık Durumunda Egzersiz Süresine Göre Karbonhidrat Oksidasyonu	38
4.11. Sporcuların Açlık Durumunda Yağ Oksidasyonu	38
4.12. Sporcuların Açlık Durumunda Egzersiz Süresine Göre Yağ Oksidasyonu	39
4.13. Sporcuların Tokluk Durumunda Egzersiz Öncesi Enerji ve Makro Besin Ögesi Alımı	39
4.14. Sporcuların Tokluk Durumunda Egzersiz Günü Enerji ve Makro Besin Ögesi Alımı	40
4.15. Sporcuların Tokluk Durumunda İdrar Analizleri	40
4.16. Sporcuların Tokluk Durumunda Egzersiz Öncesi ve Sonrası Vücut Ağırlığı Değişimleri	41
4.17. Sporcuların Tokluk Durumunda Karbonhidrat Oksidasyonu	41
4.18. Sporcuların Tokluk Durumunda Egzersiz Süresine Göre Karbonhidrat Oksidasyonlarının Karşılaştırılması	42
4.19. Sporcuların Tokluk Durumunda Yağ Oksidasyonu	42
4.20. Sporcuların Tokluk Durumunda Egzersiz Süresine Göre Yağ Oksidasyonlarının Karşılaştırılması	43
4.21. Sporcuların Açlık ve Tokluk Durumunda Egzersiz Öncesi Enerji ve Makro Besin Ögesi Alımlarının Karşılaştırılması	43

Tablo	Sayfa
4.22. Sporcuların Açlık ve Tokluk Durumunda Egzersiz Günü Enerji ve Makro Besin Ögesi Alımlarının Karşılaştırılması	44
4.23. Sporcuların açlık ve Tokluk Durumunda İdrar Analizlerinin Karşılaştırılması	44
4.24. Sporcuların Açlık ve Tokluk Durumunda Vücut Ağırlığı Değişimlerinin Karşılaştırılması	45
4.25. Sporcuların Açlık ve Tokluk Durumunda Karbonhidrat Oksidasyonlarının Karşılaştırılması	47
4.26. Sporcuların Açlık ve Tokluk Durumunda Yağ Oksidasyonlarının Karşılaştırılması	47

1. GİRİŞ

1.1. Kuramsal Yaklaşımlar ve Kapsam

Spor beslenmesi, gelişmeye devam eden dinamik bir bilim ve uygulama alanıdır (1, 2). Yapılan çalışmalardan elde edilen sonuçlar ile son yıllarda bu alana ilgi büyük ölçüde artmıştır (1). Literatürde bu alanda yapılan çalışmalar egzersiz, performans, beslenme ve metabolizma arasında var olan ilişkileri tüm yönleriyle ele almaktadır (3). Spor beslenmesi ile ilgili yapılan bu çalışmalarda, egzersize bağlı adaptasyonları geliştirebileceği düşünülen aralıklı açlık, 12 saatlik açlık ve yüksek yağlı-düşük karbonhidratlı diyetler gibi beslenme müdahalelerine odaklanıldığı görülmektedir (2, 4). Bu beslenme müdahalelerinin temel amacı yapılacak olan egzersiz için gereken enerjiyi ve substrat kullanılabilirliğini doğru bir şekilde sağlamaktır (2). Enerji üretiminde kullanılan substrat kaynakları karbonhidrat ve yağlardır ve bu substrat kaynaklarının kullanımı egzersiz öncesi beslenme durumundan etkilenebilmektedir (5). Bu nedenle 12 saatlik açlık güncel spor beslenmesi literatüründe en çok çalışılan beslenme müdahalelerinden biridir. Açlık süresi, bireyin beslenme alışkanlıkları ve uyku süresine göre değişiklik göstermekte (4) ve 12 saatlik açlık 8-12 saat olarak değerlendirilmektedir (6). 12 saatlik açlık sonrası egzersize başlanıldığında, düşük karaciğer glikojen seviyelerine bağlı olarak yağ oksidasyonunun daha yüksek olması beklenmektedir (6, 7). Literatürde açlık ve tokluk durumunda yapılan aerobik egzersizler sırasında substrat oksidasyonunun karşılaştırıldığı bazı çalışmalara bakıldığında açlık durumunda yapılan aerobik egzersizlerde enerji substratı olarak yağların kullanımında artış olduğu görülmektedir (8). Enerji substratı olarak yağların daha fazla kullanılmasını sağlamak, spor beslenmesi alanının temel hedefleri arasında olduğundan açlık durumunda yapılan egzersizler ile ilgili çalışmalar devam etmektedir (9).

Açlık ve tokluk durumundan bağımsız olarak aerobik egzersizlerde yağ oksidasyonunun, maksimum oksijen tüketim kapasitesinin (VO_2 max) yüzde (%) 45-65'inde en yüksek değere ulaştığı bilinmektedir. Egzersiz şiddeti arttıkça substrat olarak karbonhidrat kullanımının arttığı ve yağ oksidasyonunun azaldığı görülmektedir (10).

Sporcunun enerji dengesi (enerji gereksinimi, kullanılabilir enerji, enerji alımı, dinlenme metabolik hız (DMH)), vücut kompozisyonu (yağsız kütle, yağ kütlesi, kas kütlesi, vücut yağ yüzdesi) ve antropometrik ölçümleri (vücut ağırlığı, boy uzunluğu, bel, kalça çevresi, deri kıvrım kalınlıkları, bel/boy oranı, bel/kalça oranı) performans için önemli parametrelerdir (11,12). Açlık durumunda başlanılan egzersizlerde, günlük enerji alımı yeterli olmayabilir. Günlük enerji alımının yeterli olması ile vücut kompozisyonu, antropometrik ölçümler optimal düzeyde tutulabilmekte ve makro-mikro besin ögeleri gereksinimleri karşılanabilmektedir (2, 9). Bu nedenle açlık durumunda yapılan egzersizlerde enerji dengesinin sağlanması oldukça önemlidir. Sedanter bireylerde enerji dengesinin sağlanması ile substrat oksidasyonu arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalara bakıldığında cinsiyet, fiziksel aktivite düzeyi, karbonhidrat ve yağ alımına bağlı olarak bireysel farklılıkların açıklanabileceği gösterilmiş iken (13) sporcularda diyetle alım ve substrat oksidasyonu ilişkisini inceleyen bir çalışmaya rastlamadık. Sporcularda açlık ve tokluk durumunda yapılan aerobik egzersizlerin etkisi ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde ise substrat oksidasyonu, vücut kompozisyonu, hidrasyon, enerji ve makro besin ögeleri alımının substrat oksidasyonuna etkisini birlikte inceleyen çalışmaların sınırlı olduğu görülmektedir. Literatürde yer alan çalışmalarda açlık durumunda egzersizin ardından *ad-libitum* öğün ve aynı gün *postprandiyal* ikinci saatte tekrar aerobik egzersiz yapılarak substrat oksidasyonunun değerlendirildiği görülmektedir (5, 10). Aynı gün iki kez yapılan aerobik egzersiz kas ve karaciğer glikojen depolarının aynı anda boşalması hipotezine dayanmakta iken 12 saatlik egzersiz karaciğer glikojen depolarının boşalmasına dayanmaktadır (8).

Sporcularda, beslenme ve egzersiz müdahaleleri ile metabolik adaptasyonlarda meydana gelen değişikliklerin karşılaştırıldığı çalışmalar yapılmaya devam etmektedir (14) ve bu çalışmadan elde edilen sonuçlar ile literatüre katkı sağlanacağı düşünülmektedir. Çalışma, sporcuların farklı günlerde açlık ve tokluk durumunda aerobik egzersiz yapması ile substrat oksidasyonunda farklılık olup olmadığı ve farklılık var ise bu farklılığın egzersiz süresi ile ilişkili olup olmadığı hakkında bize fikir verecektir. Ayrıca açlık ve tokluk durumunda yapılan aerobik egzersizlerde DMH, vücut kompozisyonu, hidrasyon, enerji ve besin ögesi alımı gibi bireysel

farklılıkların substrat oksidasyonuna etkisi hakkında da bize fikir verecek ve beslenmenin periyotlanmasında yol gösterecektir.

1.2. Amaç ve Varsayım

Çalışmamızın temel amacı sporcularda farklı günlerde, açlık ve tokluk durumunda yapılan submaksimal aerobik egzersizin ve egzersiz süresinin substrat oksidasyonuna etkisini incelemektir.

Bu çalışmanın hipotezleri şunlardır:

1. Sporcuların açlık ve tokluk durumunda yapılan submaksimal aerobik egzersizlerde karbonhidrat oksidasyonları birbirinden farklıdır.
2. Sporcuların açlık ve tokluk durumunda yapılan submaksimal aerobik egzersizlerde yağ oksidasyonları birbirinden farklıdır.
3. Sporcuların açlık ve tokluk durumunda yapılan submaksimal aerobik egzersizlerde egzersiz süresi, karbonhidrat oksidasyonunu etkiler.
4. Sporcuların açlık ve tokluk durumunda yapılan submaksimal aerobik egzersizlerde egzersiz süresi, yağ oksidasyonunu etkiler.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Açlık ve Tokluk Metabolizması

2.1.1. Açlığa Metabolik Yanıt

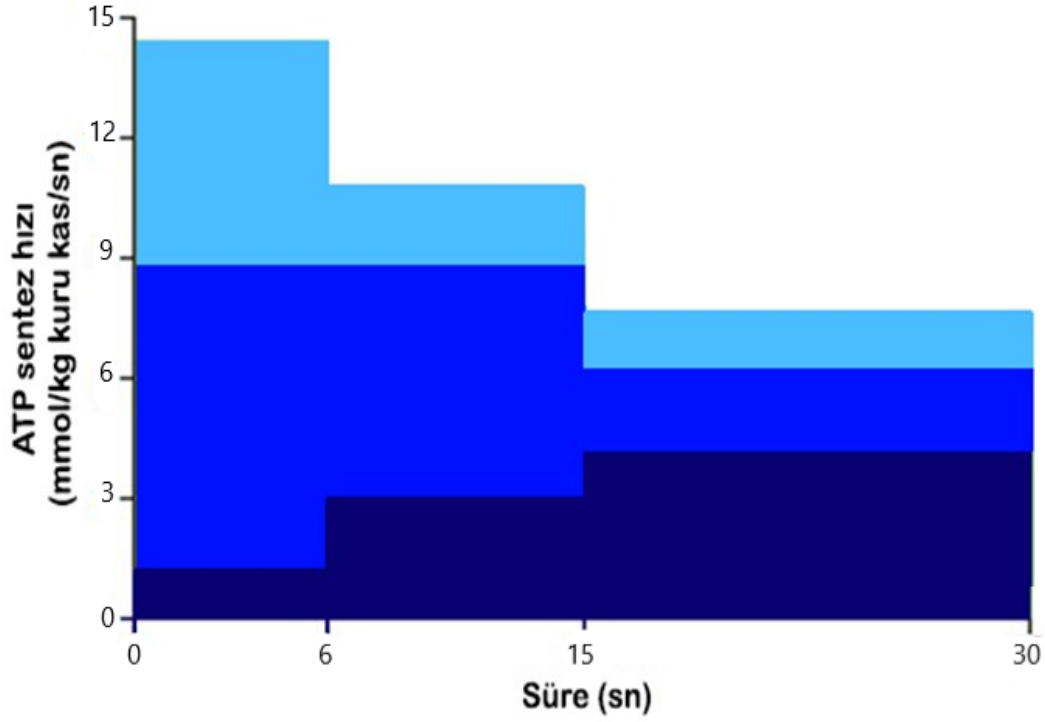
Açlık; belirli bir süre besin tüketiminin olmamasına bağlı olarak vücut dokularındaki besin depolarının boşalması durumudur. Sindirim sonrası periyodun süresi son öğünde tüketilen besin çeşitliliğine ve miktarına bağlı olarak değişmektedir (15). Besin tüketimine bağlı (açlık-tokluk) metabolik yanıtın; porsiyon büyüklüğü, öğünün makro ve mikro besin ögesi içeriği gibi birçok faktöre bağlı olduğu bilinmektedir (15, 16). Açlığa metabolik yanıt, glikojen depolarının doldurulması ve substrat metabolizmasını etkileyeceğinden spor performansı için oldukça önemlidir (16). Açlık durumunda görülen metabolik değişiklikler, dokulara yeterli miktarda enerji substratı sağlanması ile ilişkilidir ve açlık süresine bağlı olarak değişmektedir (7). Açlığın ilk 4-6 saatinde, son öğünde tüketilen besinler ince bağırsaktan emilmektedir. Sonrasında karaciğer glikojeni hidrolize edilerek dolaşımda serbest bırakılmaktadır (15). Açlığın başlamasından 4-6 saat sonra, karaciğer glikojenine ek olarak glikoneogenez başlamaktadır. Karaciğer glikojen depolarının tamamen boşalmasının ardından ise glikoneogenez tamamen aktive edilmektedir. Bu metabolik süreç sayesinde kısa süreli açlık süresince kan glikoz düzeyleri korunabilmektedir (17). Açlık süresi uzadığında ise metabolizmanın normal çalışmaya devam edebilmesi için karbonhidrat depoları yeterli olmamaktadır (4,18). Bu nedenle açlık ve substrat oksidasyonu ile ilgili yapılan çalışmalar, enerji gereksinmesinin karşılanması için karbonhidratların korunduğu, yağ oksidasyonunun arttığı metabolik değişiklikler ile ilişkilendirilmektedir (19). Bu metabolik değişikliklere bağlı olarak yağlar baskın enerji substratı olabileceği düşünülmektedir (18).

2.1.2. Tokluğa Metabolik Yanıt

İnsan metabolizması, açlık sonrası besin tüketimi ile *postprandiyal* duruma geçer ve açlık hissi tekrar gelişene kadar geçen süreye tokluk denir (15). Tokluk durumunda yapılan egzersizlerde, egzersiz öncesi ve sırasında ekzojen substrat sağlanması akut metabolik yanıtların düzenlenmesinde önemli rol oynamaktadır (20). Bu nedenle öğün zamanı, porsiyon büyüklüğü ve diyetin makro-mikro besin ögesi içeriği gibi faktörler tokluğa metabolik yanıtta önemli etkilere sahiptir (4). Egzersiz öncesi ve sırasında diyet ile karbonhidrat alımı, tokluğa metabolik yanıtta katkı sağlamaktadır. Egzersiz öncesi ve sırasında diyet ile yağ alımının ise karbonhidrat oksidasyonunu baskılayarak, yağ oksidasyonunu arttırdığı düşünülmektedir. Bu yaklaşım karbonhidrat ve yağ oksidasyonunun, ortamda glikoz varlığına göre değişebileceği varsayımına dayanmaktadır (21). Bu varsayımına göre diyet ile karbonhidrat alımının yüksek olması, karbonhidrat oksidasyonunu arttırmakta ve karbonhidrat oksidasyonunun artmasına bağlı olarak yağ oksidasyonu baskılanmaktadır (20, 21).

2.2. Egzersiz Sırasında Enerji Sistemlerinin Kullanımı

Egzersiz için enerji, besinlerden elde edilen substratlar parçalanarak sağlanmaktadır (22, 23). Enerji sağlamak için fosfojen sistem, glikolitik sistem ve aerobik enerji sistemi olmak üzere üç enerji sistemi vardır (24). Bu enerji sistemlerinin ATP sentezine nasıl katkı sağladığı egzersizin türü, süresi ve şiddetine bağlı olarak değişebilmekte ve bu durum spor performansının en önemli fizyolojik belirleyicilerinden biri olarak kabul edilmektedir (9, 23, 24). Bu üç enerji sisteminden biri olan fosfojen sistem (alaktik anaerobik), çalışan kaslara anında enerji sağlayan anaerobik yoldur. Bu sistem yüksek yoğunluklu, kısa süreli süreli egzersizlerde 8-10 saniyelik enerji sağlar ve vücudun temel enerji kaynağını oluşturur (25). Bir diğer enerji sistemi olan glikolitik sistem (laktik anaerobik sistem), glikozu veya glikojeni enerjiye dönüştüren başka bir anaerobik yoldur. Bu sistem yüksek yoğunluklu, kısa süreli egzersizlerde 60-120 saniyelik enerji sağlar (26). Aerobik enerji sisteminde ise düşük-orta yoğunluklu ve uzun süreli egzersizlerde enerji sağlamak için oksijen (O₂) kullanılır (22). İki dakikadan uzun süren egzersizlerde temel enerji sistemidir (Şekil 2.1.) (27).



Şekil 2.1. Egzersiz Sırasında Enerji Metabolizması

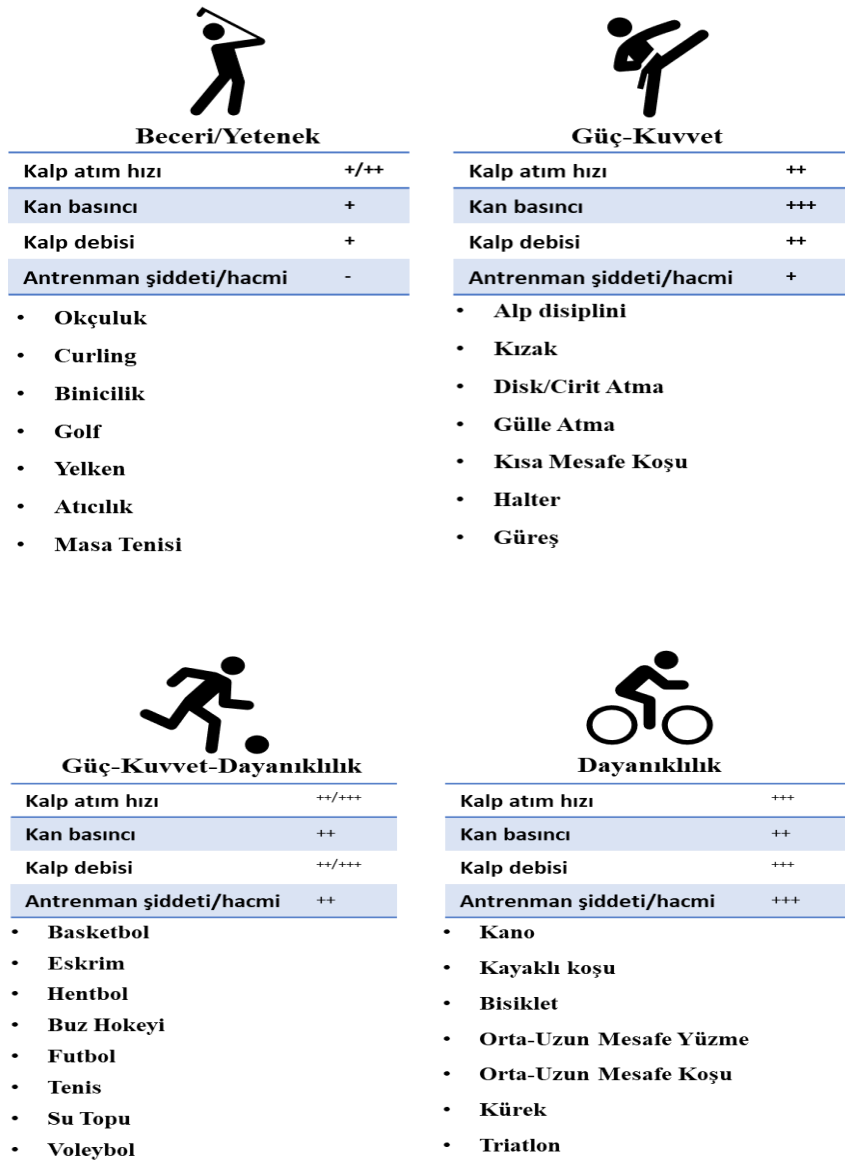
Açık mavi; fosfojen sistem Mavi; glikolitik sistem. Koyu mavi; aerobik enerji sistemini temsil etmektedir (27).

2.3. Aerobik Egzersizler

Sağlığın temel bileşenlerinden biri olan egzersiz; fiziksel zindeliğin bir veya birkaç bileşenini geliştirmeyi hedefleyen, istemli, planlı ve yapılandırılmış fiziksel aktivite türüdür (28). İnsan vücudunda enerjinin temel olarak aerobik veya anaerobik olmak üzere iki farklı yolla sağlandığı bilinmektedir (24). ACSM, aerobik egzersizleri büyük kas gruplarının kullanıldığı, uzun süreli ve ritmik olarak devam eden fiziksel aktiviteler olarak tanımlamakta (29) ve bu egzersizlerde aerobik enerji sistemi baskın olarak kullanılmaktadır (22, 27). Optimal aerobik performansa ulaşmak için yapılan egzersizlerin fizyolojik gerekliliklerinin iyi bilinmesinin yanında (23, 24) aerobik egzersiz performansını değerlendirme parametreleri, performansı etkileyen faktörler ve spor dalının özellikleri de sezon boyunca belirli periyotlarla izlenmelidir. (26, 30).

2.3.1. Spor Dallarının Sınıflandırılması

Egzersizlerde baskın kullanılan enerji sistemlerine göre spor dallarının sınıflandırılmasında farklı yaklaşımlar vardır. Bu yaklaşımlardan birisi sporun kalp üzerindeki etkisine bağlı olarak, spor dalının gerekliliklerinin değişebileceğine dayanmaktadır. Bu yaklaşımdan yola çıkarak spor dalları; beceri/yetenek, güç/kuvvet, güç/kuvvet/dayanıklılık ve dayanıklılık olmak üzere 4 ana grupta sınıflandırılmıştır (Şekil 2.2.) (30).



Şekil 2.2. Spor Dallarının Sınıflandırılması (30).

Şekil 2.2.'ye göre futbol, spor dallarının sınıflandırılmasında (30) güç-kuvvet ve dayanıklılık sporu olarak değerlendirilmiştir. Futbol farklı egzersiz şiddetlerinde oynanmakta (31, 32) ve bu nedenle aerobik ve anaerobik enerji sistemleri birlikte kullanılmaktadır (31). Egzersiz/maç süresine göre düşünüldüğünde aerobik enerji sisteminin baskın olduğu bir spor dalı gibi değerlendirilirken; müsabaka sonucunu etkileyen hareketlere göre düşünüldüğünde anaerobik enerji sisteminin baskın kullanıldığı bir spor dalı olarak değerlendirilmektedir (32). Örnek verilecek olursa, kısa süreli hareketlerin ardından hızlı toparlanma sağlanması ve O₂ talebinin karşılanması için aerobik enerji sistemi; sıçrama, topa vurma ve sprint gibi müsabaka sonucunu etkileyen bütün hareketlerin yapılabilmesi için anaerobik enerji sistemi ön plana çıkmaktadır (33). Aerobik ve anaerobik enerji sistemlerinin aynı anda kullanılmasına bağlı olarak, sporcunun müsabaka sırasında üst düzey performans göstermesi ve bu performansın devamlılığın sağlanması için güç-kuvvet ve dayanıklılığın önemli performans bileşenleri olduğu belirtilmektedir (30, 32, 33).

2.3.2. Aerobik Egzersiz Performansını Değerlendirme Parametreleri

Aerobik egzersiz performansını değerlendirmek için VO₂ max ve metabolik eşdeğer (MET) en önemli parametrelerdir (34,35). Aerobik egzersiz performansının değerlendirilmesinde sahada sıklıkla kullanılan ve dayanıklılık kapasitesinin değerlendirilmesinde en iyi kriterlerden biri olarak kabul edilen VO₂ max, artan hızda bir egzersiz protokolü uygulanarak ölçülebilen en yüksek O₂ miktarı olarak tanımlanmaktadır (34). VO₂ max'a ulaşıldığında egzersiz şiddeti artsa bile O₂ kullanımı doğrusal bir şekilde artmamakta ve sabit kalmaktadır. VO₂ max; farklı alan testleri, koşu bandı ve bisiklet ergometresi gibi yöntemler kullanılarak belirlenebilmektedir (35).

Aerobik egzersiz performansının değerlendirilmesinde kullanılan bir diğer parametre ise MET değeridir ve egzersiz için O₂ gereksinimini göstermektedir (36). 1 MET, vücudun dinlenme anında enerji harcaması olarak tanımlanmakta ve yaklaşık olarak 3.5 mL/kg/dk/O₂' ye eşit olduğu kabul edilmektedir (37). MET değeri, kardiyorespiratuvar dayanıklılık kapasitesi ve antrenman etkinliğinin belirlenmesinin yanı sıra egzersiz şiddetinin hesaplanması ve enerji harcamasının tahmin edilmesinde de kullanılmaktadır (38).

2.3.3. Aerobik Egzersiz Performansını Etkileyen Faktörler

Aerobik egzersiz performansını etkileyen başlıca faktörler; genetik, yaş, cinsiyet, yapılan egzersizin türü ve vücut kompozisyonu olarak değerlendirilmektedir (34). Yapılan çalışmalarda genetik faktörlerin aerobik egzersiz performansını yaklaşık olarak %40 etkilediği (15), VO_2 max'ın yaş ilerledikçe azaldığı (34) ve vücut kompozisyonunun aerobik egzersiz performansı değerlendirilirken önemli olduğu (39) belirtilmektedir. VO_2 max'ın yaşla birlikte azalması fizyolojik parametrelerdeki değişikliklerin etkisiyle açıklanmaktadır (15). Cinsiyete göre bakıldığında erkeklerde aerobik egzersiz performansının kadınlara göre genellikle daha yüksek olduğu görülmekte (34) iken bu durumun temel nedeni olarak vücut kompozisyonlarının farklı olması gösterilmektedir (15,40). Egzersiz türlerinden biri olan dayanıklılık egzersizlerinin ise VO_2 max'ı geliştirdiği bilinmektedir (34). Bu durum yaşlı insanlarda çoğunlukla kasların oksidatif enzim aktivitelerinin gelişmesi ile açıklanırken, genç insanlarda maksimal kardiyak *outputun* gelişmesi ile açıklanmaktadır (41).

2.4. Aerobik Egzersizlerde Substrat Oksidasyonu

Aerobik egzersizlerin temel amaçlarından biri aktivitenin en yüksek performansta sürdürülmesini sağlayan fizyolojik ve metabolik adaptasyonların geliştirilmesini sağlamaktır (42). Egzersiz, enerji ve substrat oksidasyonu konuları uzun yıllardan beri araştırılmaya ve ilgi çekmeye devam eden konulardır (43). Aerobik egzersiz sırasında enerji gereksinmesi karbonhidrat ve yağ substratlarının okside olmasıyla sağlanmaktadır (42). Proteinlerin substrat oksidasyonuna katkısı oldukça az olduğundan göz ardı edilmektedir (42, 44).

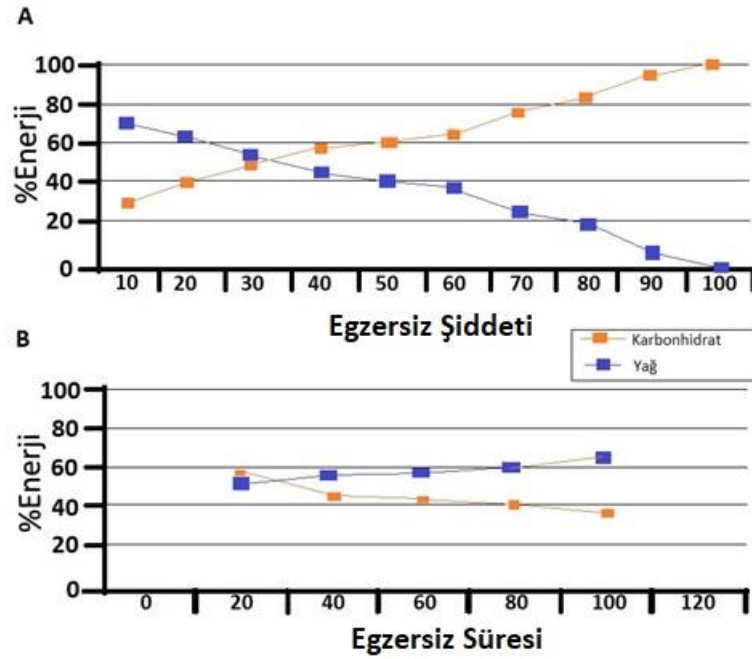
2.4.1. İndirekt Kalorimetre Yöntemi

İndirekt kalorimetre yöntemi, dinlenme ve farklı şiddetlerde yapılan egzersizler sırasında (45) substrat oksidasyonunun tahmin edilmesinde O_2 tüketimi ve karbondioksit (CO_2) üretimine (atımı) dayanarak kullanılan bir yöntemdir (9, 22, 46). Bu yöntem kullanılarak dolaylı yoldan enerji harcaması tahmin edilmektedir (22, 45).

Aerobik egzersiz sırasında O₂ tüketimi ile CO₂ üretimi oranı, karbonhidrat ve yağın oksidasyonuna bağlı olarak değişmektedir (41).

2.4.2. Aerobik Egzersizlerde Substrat Oksidasyonuna Etki Eden Faktörler

Substrat oksidasyonu cinsiyet, egzersiz türü, şiddeti, süresi, kondisyon düzeyi, yükselti, sıcaklık, vücut kompozisyonu ve substrat varlığı gibi faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir (44-47). Egzersiz şiddetinin etkisi ile ilgili literatür incelendiğinde dinlenme durumunda yağ oksidasyonunun baskın olduğu; egzersiz şiddeti arttıkça karbonhidrat oksidasyonunun arttığı görülmektedir (45). Yüksek yoğunluklu aerobik egzersizlerde ise karbonhidrat oksidasyonu solunum değişim oranı (RER)=1 olduğunda ($V_{CO_2}=V_{O_2}$) maksimum seviyesine ulaşırken; düşük-orta yoğunluklu aerobik egzersizlerde yağ oksidasyonu RER= 0,70 olduğunda maksimum seviyesine ulaşmaktadır (47). Substrat oksidasyonu egzersiz süresine bağlı olarak da değişiklik göstermekte ve egzersiz süresinin etkisi değerlendirilirken egzersiz şiddetinin de değerlendirilmesi gerekmektedir (48). Literatürde yüksek yoğunluklu ve kısa süreli egzersizlerde karbonhidrat oksidasyonu; düşük-orta yoğunluklu ve uzun süreli egzersizlerde ise yağ oksidasyonunun baskın olduğu belirtilmektedir (Şekil 2.3.) (42, 44, 48). Şekil 2.3.'e bakıldığında, VO₂ max'ın %95'inde yapılan egzersizlerde baskın substrat karbonhidratlar iken; VO₂ max'ın %35'inde yapılan egzersizlerde baskın substratın yağlar olduğu belirtilmektedir (47). VO₂ max'ın %50-70'inde yapılan aerobik egzersizlerde ise karbonhidrat ve yağlar aynı anda substrat oksidasyonuna katkıda bulunmaktadır (27, 47).



Şekil 2.3. Enerji Substratı Olarak Karbonhidrat ve Yağ Oksidasyonunun Egzersiz Şiddeti

(A) ve egzersiz süresi (B) ile ilişkisi (48).

Vücut kompozisyonu ve sporcunun beslenme alışkanlıkları (egzersiz öncesi ve sonrası öğün, ana öğünler, karbonhidrat yüklemesi vb.) aerobik egzersiz sırasında substrat oksidasyonunu etkileyen faktörlerdendir (46). Kas ve karaciğerde ortamda substrat varlığına bağlı olarak glikojen depolanmaktadır ve egzersiz sırasında bu depolar boşalmaktadır (48). Bu nedenle egzersiz sırasında kas ve karaciğer glikojeni substrat oksidasyonunun düzenleyicisi olarak görülmektedir (48, 49).

2.4.3. Açlık Durumunda Aerobik Egzersiz

Açlık ve tokluk durumunda yapılan aerobik egzersizlerin ortamda substrat varlığına bağlı olarak karbonhidrat ve yağ oksidasyonu üzerinde etkili olabileceği düşünülmektedir. (50). Bu nedenle kısa (12 saatlik açlık) ve uzun süreli açlığın egzersiz performansı üzerine etkileri araştırılmaya devam etmektedir (51). 12 saatlik açlık sonrası karaciğer glikojen depoları önemli derecede boşalmakta ve doğru karbonhidrattan zengin kahvaltı ile karaciğer glikojen depoları tekrar doldurulmaktadır (52). Tokluk durumunda yapılan egzersizlerde, egzersiz öncesi öğünde karbonhidrat alımının pankreastan insülin salgısını arttıracığı ve buna bağlı

olarak yağ oksidasyonunun baskılanabileceği düşünülmektedir (53). İnsülinin yağ oksidasyonunu baskılama etkisi 6-8 saat sürdüğünden, 12 saatlik açlık sonrası başlanılan düşük-orta yoğunluklu aerobik egzersizlerde yağ oksidasyonunun artabileceği belirtilmektedir (50, 53). 12 saatlik açlık durumunda yapılan düşük ve orta yoğunluklu aerobik egzersizler ile ilgili iki temel strateji ise *adipoz* ve kas dokuda lipolizi arttırdığının düşünülmesidir (8). Bu stratejilerin optimal vücut kompozisyonuna ulaşılması ve spor performansının geliştirilmesi için önemli olabileceği varsayılmaktadır (8, 54). Uzun süreli açlık ile yapılan egzersizin sağlık ve performansa olumsuz etkileri gösterilmiş iken (51); kısa süreli açlık sırasında yapılan aerobik egzersizin sağlık ve performansa etkileri ile ilgili çalışmalar devam etmektedir (55).

2.5. Dinlenme Metabolik Hızının Açlık ve Tokluk Metabolizması Üzerine Etkileri

DMH, enerji harcamasının farklı bileşenlerinden biridir (56). DMH, vücudun dinlenme durumunda gereksinim duyduğu enerji olarak tanımlanmaktadır (21, 57). Sedanter bireylerde toplam enerji harcamasının %60-70'ini DMH, %10'u besinlerin termik etkisi ve %20-30'u fiziksel aktivite ile açıklanmaktadır (21). Fakat sporcularda fiziksel aktivitenin etkisi daha yüksek olduğundan, DMH'nin etkisi azalmaktadır (58). DMH'nin ölçülmesinde direkt ve indirekt kalorimetre kullanılmaktadır. Direkt kalorimetre yönteminin altında yatan temel ilke egzersiz karşılığı verilen ısı iken; indirekt kalorimetre yönteminin altında yatan temel ilke, enerji üretimi için oksijen gerekmesidir (59). Genetik, beslenme durumu, vücut kompozisyonu, cinsiyet, yaş, hipotermi, fizyolojik stres, hormonal durum, sigara ve alkol kullanımı DMH'ı etkileyen başlıca faktörler olarak bilinmektedir (Bkz. Tablo 2.1.) (21, 60).

Bazal metabolik hız (BMH), DMH ile benzer olan fakat birbirleri ile karıştırılmaması gereken iki kavramdır (57). BMH için tam dinlenme durumu gereklidir ve sporcularda bu koşulları sağlamak oldukça zordur. Bu nedenle DMH, enerji harcamasını yaklaşık olarak %10 daha yüksek ölçmesine rağmen sahada daha sık kullanılmaktadır (61).

Tablo 2.1. Dinlenme Metabolik Hızını Etkileyen Başlıca Faktörler (22).

Genetik Faktörler: Yaklaşık %30 etkiler.
Beslenme Durumu
Vücut Kompozisyonu: Yağsız vücut kütlesi ve kas kütlesi arttıkça DMH artar.
Cinsiyet: Erkeklerde, kadınlara göre daha yüksektir.
Yaş: Yaş ilerledikçe kas kütlesinin azalmasına bağlı olarak azalır.
Hipotermi: Çok soğuk havalarda enerji harcaması artar ve DMH artar.
Fizyolojik Stres: Sakatlık, ameliyat, yanık ve enfeksiyon durumlarında artar.
Hormonal Durum

Sporcularda DMH, sedanter bireylere göre daha yüksektir. Bu durum vücut kompozisyonu ile ilişkilendirilmektedir (21, 33). Bu nedenle sporcularda vücut ağırlığı denetiminin sağlanması, vücut kompozisyonunun optimal düzeye getirilmesi, antrenmana uygun beslenme stratejilerinin geliştirilmesi ve optimal spor performansına ulaşılması için çok değerli bir parametredir (62). Enerji *homeostazi* merkezi olarak düzenlenmekte ve DMH'ın enerji alımı ile yakından ilişkili olduğu bilinmektedir (56). Açlık durumunda yapılan egzersizlerde egzersiz öncesi enerji alımının antrenman veya müsabaka için yetersiz olması, enerji kullanılabilirliğinin düşük olmasına sebep olmaktadır (63). Enerji kullanılabilirliğinin uzun süreli düşük olması ise; fizyolojik fonksiyonların bozulması, yorgunluk, sakatlanma, hastalık riskinin artması ve dolayısıyla antrenmana adaptasyonun bozulması ile sonuçlanabilmektedir (64). Egzersizin enerji harcamasının bileşenlerinden DMH üzerindeki etkisini anlamak sağlık ve spor performansı açısından oldukça önemlidir. Fakat literatürde bu konuyla ilgili fikir birliği yoktur ve çalışmalar devam etmektedir (65).

2.6. Makro Besin Ögelerinin Açlık ve Tokluk Metabolizması Üzerine Etkileri

Spor beslenmesi sporcu sağlığı ve egzersiz performansında önemli bir rol oynamaktadır (2). Sporcularda enerji gereksiniminin doğru bir şekilde karşılanması ve buna bağlı olarak enerji dengesinin sağlanması antrenmana uygun beslenme stratejileri geliştirilmesi ile mümkündür (22). Antrenman şiddeti yıl içerisinde değişmekte (sezon öncesi-sırası ve sonrası) ve buna bağlı olarak besin ögesi gereksinimleri farklı

olmaktadır (2, 22). Makro besin öğelerinin metabolize edilebilir enerjisi, enerji gereksinmesinin büyük bir kısmından sorumludur. Karbonhidratlar anlık enerji depolarını (örneğin karaciğer), yağlar uzun vadeli enerji depolarını oluşturmaktadır (66).

Makro besin öğelerinin tüketim zamanı ve miktarı kadar diyetin kalitesi de önemlidir (67). Düşük enerji kullanılabilirliğinin sporcuların sağlığı ve performansı üzerinde olumsuz etkileri olduğu bilindiğinden, diyet kalitesini değerlendirmek oldukça önemlidir (67, 68).

2.6.1. Karbonhidratların Açlık ve Tokluk Durumunda Aerobik Egzersize Etkisi

Karbonhidratlar, spor performansı ve antrenmana adaptasyonda önemli rolleri olan makro besin öğeleridir (2). Spor beslenmesi alanında karbonhidratlar ile ilgili çok fazla araştırma yapılmıştır ve yapılmaya devam etmektedir (2, 69). Yapılan çalışmalar vücutta karbonhidrat depolarının miktarı sınırlı olduğundan, bir sonraki egzersize kadar glikojen depolarının en iyi şekilde doldurulmasına odaklanmaktadır (69). Aerobik egzersize glikojen depoları dolu bir şekilde başlamanın egzersiz performansını olumlu etkilediğini gösteren çalışmaların yanı sıra (70), glikojen depoları boş bir şekilde başlamanın egzersiz performansını olumlu etkilediğini gösteren çalışmalar da vardır (4). Açlık durumunda yapılan aerobik egzersizlerde önceki yaklaşımlardan farklı olarak düşük veya boşalmış glikojen depoları ile egzersize başlanması öngörülmektedir (70,71). Açlık durumunda yapılan egzersizlerde tokluk durumunda yapılan egzersizlere göre farklı metabolik adaptasyonlar gelişebileceği (72) gösterilmiş olmasına rağmen, güncel spor beslenmesi önerileri egzersiz öncesi ve sırasında yeterli ve uygun karbonhidratın alınmasının oldukça önemli olduğu yönündedir (22,69,72).

2.6.2. Yağların Açlık ve Tokluk Durumunda Aerobik Egzersize Etkisi

Yağlar, yağda çözünen vitaminlerin emilimi açısından oldukça önemli olan ve enerji yoğunluğu en yüksek makro besin öğeleridir (73). Spor beslenmesi alanında diyet ile yağ alımı ile ilgili çalışmalar yapılmaya devam etmektedir. Bu çalışmaların sonuçlarına bağlı olarak yüksek yağlı düşük karbonhidratlı diyetler, egzersiz öncesi

yağ alımı ve kısa-uzun süreli açlık durumunda egzersize başlamak gibi yeni stratejiler geliştirilmektedir (2, 22, 72, 73). Diyet ile alınan yağın artırılması ile ilgili stratejiler; endojen trigliserit depolarının artırılması ve glikojen depolarının korunmasına dayanmaktadır. Bu stratejiye göre yağ alımının artırılmasının uzun süreli egzersiz performansını ve substrat oksidasyonunu arttırdığı belirtilmektedir (28, 72, 73). Yağ alımının artırılmasının olumlu etkilerinin gösterildiği bu çalışmaların yanı sıra, performans üzerinde olumsuz etkileri olabileceğini gösteren çalışmalar da vardır (73). Performans üzerinde olumsuz etkileri gastrointestinal semptomları arttırması ve karbonhidrat kullanılabilirliğini azaltması ile ilişkilendirilmektedir. Bu nedenle yüksek yağlı diyetler, güncel literatürde önerilmemektedir (2, 73). Sporcularda diyet ile yağ alımı önerileri verilirken antrenman şiddeti göz önünde bulundurulmalı ve bireysel olarak değerlendirme yapılmalıdır (73).

2.6.3. Proteinlerin Açlık ve Tokluk Durumunda Aerobik Egzersize Etkisi

Proteinler kaslara gerekli aminoasitleri sağlayan ve kas protein sentezini arttıran makro besin öğeleridir (2, 22, 72). Antrenmana adaptasyonu sağlamak ve spor performansını iyileştirmek için antrenman şiddetine uygun, yeterli ve doğru protein alımı oldukça önemlidir (2, 72).

Son dönemlerde sporcularda protein gereksinmesi hesaplanırken aerobik egzersiz sırasında az miktarda dallı zincirli aminoasit oksidasyonu olmasına dayanarak protein oksidasyonu tahmin edilmeye çalışılmaktadır (69). Protein oksidasyonu; antrenman şiddeti, süresi, cinsiyet, egzersiz öncesi son öğünün içeriği ve egzersiz öncesi glikojen depolarının dolu veya boş olması durumuna göre değişebilmektedir (69, 72). Açlık durumunda yapılan aerobik egzersizler ile tokluk durumunda yapılan egzersizler protein oksidasyonu açısından karşılaştırıldığında, açlık durumunda nitrojen kaybının yani protein oksidasyonunun tokluk durumuna göre daha yüksek olabileceği belirtilmektedir (6).

2.7. Hidrasyonun Performans Üzerine Etkileri

Termoregülasyonun egzersize temel yanıtı terlemedir ve üretilen ısının dağıtılmasında önemli rol oynamaktadır (74). Terleme oranı spor dalı, antrenman şiddeti, süresi, sıcaklık, nem, rüzgar, yükseklik ve vücut kompozisyonu gibi bireysel

farklılıklara göre değişmektedir (74, 75). Egzersiz sırasında ter ile kaybedilen sıvının yerine konulması gerekmekte, hidrasyon ve egzersiz performansı yıllardır araştırılmaya devam etmektedir (3, 72). Yapılan çalışmalarda hidrasyon durumunun egzersiz performansını etkileyebileceği gösterilmiştir (74). Bu nedenle egzersiz öncesi hidrasyon durumu sabah ilk idrar sonrası vücut ağırlığı takibi, idrar özgül ağırlığı, idrar osmolalitesi ve idrar rengi gibi yöntemler kullanılarak değerlendirilmektedir. Egzersiz öncesi hidrasyon durumunun değerlendirilmesinde kullanılan yöntemler Tablo 2.2.'de gösterilmiştir (76).

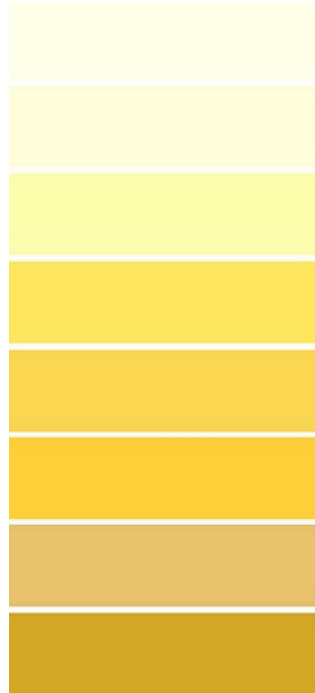
Tablo 2.2. Hidrasyon Durumunun Göstergeleri (76).

Hidrasyon Durumu	Vücut Ağırlığı Değişimi (%) +	İdrar Rengi++	İdrar Özgül Ağırlığı+++
İyi Hidrasyon	(+1)- (-1)	1 ve 2	<1010
Hafif Dehidrasyon	(-1)- (-3)	3 ve 4	1010-1020
Belirgin Dehidrasyon	(-3)- (-5)	5 ve 6	1021-1030
Ciddi Dehidrasyon	> (-5)	>6	>1030

+Vücut ağırlığı (VA) yüzdelerik değişim= [(egzersiz sonrası VA-egzersiz öncesi VA) /egzersiz öncesi VA)×100

++Şekil 2.4'e bakınız.

+++İdrar dansitesi, bireyin hidrasyon durumunu değerlendirmek için kullanılan yöntemlerden biridir.



Şekil 2.4. İdrar Renk Tablosu (76).

Vücut ağırlığının %2'sinin kaybedilmesine dehidrasyon denilmekte ve ter ile kaybedilen sıvının yerine konulmadığı durumlarda ortaya çıkmaktadır (77). Dehidrasyonun sağlık üzerine etkileri belirlenmiş olmasına rağmen spor performansına etkileri ile ilgili çalışmalar halen devam etmektedir (2, 3, 75). Egzersiz öncesi hidrasyon durumunun performansa etkisinin olmadığını gösteren çalışmalar olmasına rağmen (74, 78), dehidrate durumda egzersize başlanıldığında vücut sıcaklığı artmakta ve glikojen depoları daha hızlı boşalmaktadır (79). Bu etkilerinin yanında bilişsel fonksiyonları da olumsuz etkilediği kabul görmektedir (80, 81).

Egzersize hidrate durumda başlanması sağlık ve performans için önemli olduğundan sıvı tüketimi önerileri verilirken egzersiz şiddeti, süresi ve bireysel farklılıklar göz önünde bulundurulmalıdır (3, 72, 74).

2.8. Vücut Kompozisyonunun Performans Üzerine Etkileri

Vücut kompozisyonun değerlendirilmesi ve düzenlenmesi, sağlığı ve performansı geliştirmek için beslenmenin periyotlanmasında kullanılan temel bileşenlerden biridir (22, 54, 72). Vücut kompozisyonunun temel bileşenleri yağsız vücut kütlesi, kas kütlesi, yağ kütlesi ve vücut yağ yüzdesidir (3). Vücut kompozisyonunun değerlendirilmesinde kullanılan yöntemler; doğrudan, dolaylı ve iki kat dolaylı yöntemler olarak üçe ayrılmaktadır (82). Doğrudan yöntemler kadavra analizine dayanırken; dolaylı yöntemler kadavra analizinden türetilen verilerden elde edilen belirli varsayımlara dayanmaktadır (83). Dolaylı yöntemler ve iki kat dolaylı yöntemler; pratik olması, maliyetin düşük olması ve kullanım kolaylığı nedeniyle sahada sık tercih edilmektedir (82, 83). Vücut kompozisyonu ölçüm yöntemlerinin doğruluğu sıklıkla, ölçülmek istenen bileşenlerin sayısına bağlıdır. İki bileşenli modeller; vücudu yağsız vücut kütlesi ve yağ kütlesi olarak ikiye bölmektedir (84). İki bileşenli modeller hidrodansitometre, hava değişim pletismografisi (BOD-POD), biyoelektrik impedans analizi (BİA) ve deri kıvrım kalınlığı gibi bu yöntemlerdir. Bu yöntemler ile yağsız vücut kütlesi ve yağ kütlelerinin sabit bir yoğunluğu olduğu kabul edilerek vücut yoğunluğu ölçümü yapılmaktadır. Daha sonra elde edilen vücut yoğunluğu değerleri, denklemlere konularak vücut yağ yüzdesi tahmin edilmektedir (85, 86). Üç bileşenli modeller (dual enerji x-ray absorpsiyometri (DEXA)); yağ ve yağsız vücut kütlelerini ikiye ayırarak kemik mineral yoğunluğunu da tahmin etmektedir

(84). Dört bileşenli modeller ise yağ kütlesi (hidrodansitometre), kemik mineral yoğunluğu (dual enerji x-ray absorpsiyometri), protein (atıklar) ve toplam vücut suyu (izotop seyreltme metodu) olarak vücudu dörde bölmekte; farklı yöntemler bir arada kullanılarak vücut kompozisyonu değerlendirilmektedir (3, 83, 87). Bu modeller, altın standart olarak değerlendirilmekte ancak kullanımlarının zor olması nedeniyle sahada yaygın olarak kullanılmamaktadır (3, 84). Sporcularda vücut kompozisyonunun değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılan yöntemler; BIA, BOD-POD, deri kıvrım kalınlığı ve DEXA'dır (88). Ölçümün doğruluğu ve hassasiyeti tekrarlanan ölçümlerin, değişmeyen koşullar altında aynı sonuçları göstermesi ile yakından ilişkilidir (87, 88). Vücut kompozisyonunun performansa etkilerine bakıldığında farklı spor dallarında farklı yönlerden katkıda bulunduğu görülmektedir (2, 6). Örneğin güç ve kuvvet sporlarında performansın önemli bir belirleyicisi yağsız vücut kütlesi iken (89); dayanıklılık sporlarında vücut yağ yüzdesinin düşük olması spor performansı ile ilişkilendirilmektedir (82). Tüm sporcular performanslarını arttırmak ve sağlıklarını geliştirmek için optimal vücut kompozisyonuna ulaşmayı hedeflemektedir (2, 3, 72). Optimal vücut kompozisyonuna ulaşmak ve yağ oksidasyonunu arttırmak için açlık ve tokluk durumunda yapılan aerobik egzersizler gibi farklı beslenme müdahaleleri kullanılmaktadır (7). Bazı çalışmalarda açlık durumunda yapılan egzersizlere bağlı olarak vücut yağ yüzdesinin azaldığı ve buna bağlı olarak spor performansının artacağı öngörülmüştür (7, 8). Açlığın akut etkileri göz önüne alındığında, vücut kompozisyonunu iyileştirmek için 12 saatlik açlığın kısa süreli olarak önerilebileceği belirtilmekte (46) ve açlık durumunda aerobik egzersizlerin vücut kompozisyonu üzerine uzun süreli etkilerini araştıran çalışmalara ihtiyaç olduğu görülmektedir.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Çalışmanın Örneklem Seçimi, Yeri ve Zamanı

Çalışma metodolojik olarak tasarlanmış ve T.C. Gençlik ve Spor Bakanlığı Spor Hizmetleri Genel Müdürlüğü Sporcu Sağlığı, Performansı ve Hizmet Kalite Standartları Dairesi Başkanlığı'nda yürütülmüştür. Örneklem sayısının belirlenmesinde, Van Proeyen ve ark. (20) aerobik egzersizlerde yağ oksidasyonu ile ilgili yaptığı çalışma temel alınarak G*Power (Versiyon 3.1.9.2, Franz Faul, Universitat Kiel, Germany) programı ile güç analizi yapılmıştır. Çalışmaya 18-25 yaşları arasında 20 erkek gönüllü futbolcu dahil edilmiştir. Fakat çalışmayı tamamlamadan bırakanlar nedeniyle çalışma 13 sporcu ile tamamlanmıştır.

Çalışmaya dahil edilme kriterleri şunlardır;

- 18-25 yaşları arasında olmak
- En az 5 yıldır aktif olarak futbol oynuyor olmak
- Son 6 ayda sakatlık öyküsü olmamak

Çalışmadan dışlanma kriterleri şunlardır;

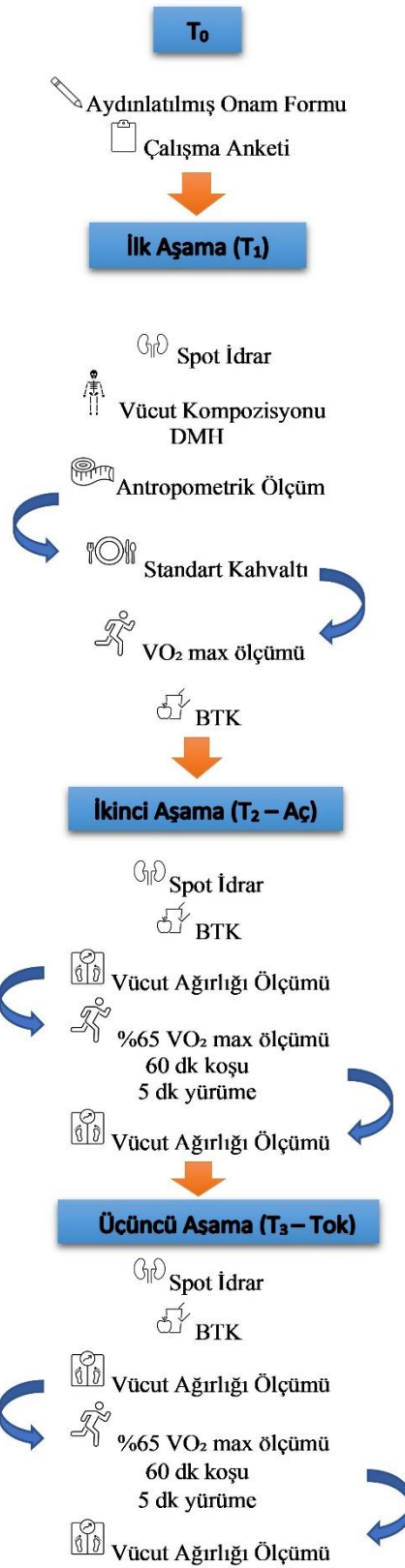
- Sigara içiyor olmak
- Kronik olarak alkol tüketmek ve alkol bağımlısı olmak
- Herhangi bir kronik hastalığı olmak ve düzenli ilaç kullanmak

3.2. Çalışmanın Yürütülebilmesi İçin Gerekli İzinler

Çalışma için Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından 11.09.2018 Tarihli GO 18/810 sayılı izin (Bkz. EK 1) ve Türkiye Cumhuriyeti Gençlik ve Spor Bakanlığı Spor Hizmetleri Genel Müdürlüğü Sporcu Sağlığı, Performansı ve Hizmet Kalite Standartları Dairesi Başkanlığı'ndan izin alınmıştır. Çalışmaya katılmaya gönüllü olan sporculara çalışma ile ilgili ayrıntılı bilgi verilmiş ve "Araştırma Amaçlı Çalışma İçin Aydınlatılmış Onam Formu" alınmıştır (Bkz. EK 2).

3.3. Çalışmanın Genel Planı

Çalışmaya katılmayı kabul eden sporcular toplamda üç kez Sporcu Sağlığı, Performansı ve Hizmet Kalite Standartları Dairesi Başkanlığı'nı ziyaret etmişlerdir. Çalışma verilerinin toplanması ile ilgili genel plan Şekil 3.1.'de verildiği gibidir.



Şekil 3.1. Çalışmanın Genel Planı

3.3.1. 1. Aşama

Sporcular, çalışmanın ilk aşamasında 12 saatlik açlık sonrası sabah saatlerinde ve dinlenme durumunda spor kıyafetleri ile kliniğe gelmişlerdir. Hekim tarafından sağlık muayeneleri yapılan sporculardan idrar örnekleri alındı. Genel bilgiler ve beslenme alışkanlıklarını belirlemeye yönelik soruları içeren tez anketi araştırmacı tarafından yüz yüze uygulanarak (Bkz. EK 3) antropometrik ölçümleri (vücut ağırlığı, boy uzunluğu, bel, kalça, bilek ve baldır çevresi) alınmıştır. Sonrasında sırasıyla DMH ve vücut kompozisyonu (BIA, BOD-POD) ölçümleri yapılmıştır. Ölçümler sonrasında sporculara standart kahvaltı verilmiştir. Sporculara verilen standart kahvaltının içeriği; 1 adet tam buğday sandviç ekmeği (75 gram (g)), 30 g yarım yağlı beyaz peynir, 20 g kaşar peyniri, 30 g sürülebilir taze beyaz peynir, marul, maydanoz ve 200 mililitre (mL) karışık meyve suyundan (%56 karbonhidrat, %18 protein ve %26 yağ) oluşmaktadır. Standart kahvaltı sonrası dinlenme durumunda olan sporculara performans laboratuvarında VO₂ max testi, test yorgunluğa kadar devam ettirilerek yapılmıştır. Test sonlandırıldıktan sonra sporculara, sonraki iki aşama için gerekli bilgiler verilmiştir. Bir sonraki ziyaret öncesi 2 gün ve test günü olmak üzere toplamda 3 gün 'Besin Tüketim Kaydı' (Bkz. EK 4) tutmaları, gerekli eğitim araştırmacı tarafından verilerek istenmiştir. Sporculara bir sonraki ziyaret öncesi 24 saat kafein tüketimini sınırlandırmaları ve antrenman yapmamaları söylenmiştir. Çalışmanın ilk aşaması sona ermiştir.

3.3.2. 2. Aşama (Açlık Durumunda Submaksimal Egzersiz)

Sporcular, çalışmanın ikinci aşamasında 12 saatlik açlık ile ilk ziyaretten bir hafta sonra sabah saatlerinde ve dinlenme durumunda spor kıyafetleri ile kliniğe gelmişlerdir. Birinci aşamada verilen egzersiz öncesi iki günlük besin tüketim kayıtları alınmış ve test günü doldurulacak bölüm için telefon ile iletişim kurulmuştur. Sporcuların egzersiz öncesi idrar analizleri ve vücut ağırlığı ölçümleri alınmıştır. Daha sonra performans laboratuvarında birinci ziyaret sırasında ölçülen VO₂ max değerleri kullanılarak bireysel egzersiz şiddeti belirlenmiştir. Sonrasında sporcular belirlenen test egzersizini (60 dakika Submaksimal Aerobik Egzersiz) yapmışlardır. 60 dakikalık submaksimal aerobik egzersiz boyunca; kalp atım hızları (KAH), VO₂ ve VCO₂ değerleri kaydedilmiştir. Açlık durumunda yapılan egzersizin ilk 15 dakika (AD15),

ikinci 15 dakika (AD30), üçüncü 15 dakika (AD45) ve son 15 dakikalık bölümlerinde (AD60) substrat oksidasyonunu değerlendirmek için VO_2 ve VCO_2 değerleri kaydedilmiştir. Test egzersizi tamamlandıktan sonra sporcuların vücut ağırlığı ölçümleri tekrar alınmıştır. Bir sonraki ziyaret öncesi 2 gün ve test günü olmak üzere toplamda 3 gün 'Besin Tüketim Kaydı' tutmaları tekrar istenmiştir. Sporculara bir sonraki ziyaret öncesi 24 saat kafein tüketimini sınırlandırmaları ve antrenman yapmamaları söylenmiştir. Çalışmanın ikinci aşaması sona ermiştir.

3.3.3. 3. Aşama (Tokluk Durumunda Submaksimal Egzersiz)

Sporcular, çalışmanın üçüncü aşamasında ikinci ziyaretten bir hafta sonra dinlenme durumunda, *postprandiyal* 2.saatte ve spor kıyafetleri ile kliniğe gelmişlerdir. İkinci aşamada verilen egzersiz öncesi iki günlük besin tüketim kayıtları alınmış ve test günü doldurulacak bölüm için telefon ile iletişim kurulmuştur. Sporcuların egzersiz öncesi idrar analizleri ve vücut ağırlığı ölçümleri alınmıştır. Daha sonra ikinci aşamada bireysel olarak belirlenen koşu hızı ile test protokolünü (60 dakika Submaksimal Aerobik Egzersiz) yapmışlardır. 60 dakikalık submaksimal aerobik egzersiz boyunca; KAH, VO_2 ve VCO_2 değerleri tekrar kaydedilmiştir. Tokluk durumunda yapılan egzersizin ilk 15 dakika (TD15), ikinci 15 dakika (TD30), üçüncü 15 dakika (TD45) ve son 15 dakikalık (TD60) bölümlerinde VO_2 ve VCO_2 değerleri substrat oksidasyonunu değerlendirmek için kaydedilmiştir. Egzersiz sonrası sporcuların vücut ağırlığı ölçümleri tekrar alınmış ve çalışma sona ermiştir.

3.4. Verilerin Toplanması ve Değerlendirilmesi

3.4.1. Veri Toplama Araçları

Verilerin toplanmasında genel bilgiler, beslenme alışkanlıkları anketi (Bkz. EK 3) ve besin tüketim kaydı formu (Bkz. EK 4) kullanılmıştır.

Genel Bilgiler ve Beslenme Alışkanlıkları Anketi

Çalışmaya katılan sporculara uygulanan anket; genel bilgiler, beslenme alışkanlıkları ve hidrasyon durumlarını belirlemeye yönelik açık uçlu ve çoktan

seçmeli 16 sorudan oluşmaktadır (Bkz. EK 3). Çalışma anketi, çalışmanın ilk aşamasında araştırmacı tarafından yüz yüze doldurulmuştur.

Besin Tüketim Kaydı Formu

Egzersiz öncesi 2 gün ve test günü olmak üzere toplamda iki kez ‘Besin Tüketim Kaydı’ (Bkz. EK 4) yöntemi ile besin tüketim kayıtları alınmıştır. Besin tüketimini doğru bir şekilde belirlemek için yemek ve besin fotoğraf kataloğu kullanılmıştır (90). Elde edilen besin tüketim kayıtları BeBİS Beslenme Bilgi Sistemi (Almanya 8.1.) kullanılarak analiz edilmiştir. Analiz ile ortalama enerji alımı, makro besin öğelerinin toplam tüketim miktarı ve kilogram başına tüketim miktarları hesaplanmıştır.

3.4.2. Antropometrik Ölçümler

Vücut Ağırlığı, Boy Uzunluğu ve Çap-Çevre Ölçümleri

Sporcuların vücut ağırlığı, boy uzunluğu, bel, kalça, bilek ve baldır çevresi ölçümleri çalışmanın birinci aşaması sırasında araştırmacı tarafından alınmıştır. Vücut ağırlığı, tartı (MC 980, Tanita Corp., Japonya) ile 0,5 kg dara alınarak ölçülmüştür. Boy uzunluğu ayakkabı ve çorap çıkarılmış şekilde, ayaklar yan yana ve baş Frankfort düzlemde (göz ve kulak kepçesi üstü aynı hizada) iken stadiometre (SECA 213, Hamburg, Almanya) kullanılarak ölçülmüştür. Bel çevresi ölçümü sporcular ayakta durur pozisyonda ve kollar iki yanda iken, alt kaburga kemiği ile iliak kemiği arasındaki mesafenin orta noktasından esnemeyen mezura ile ölçülmüştür. Kalça çevresi ölçümü sporcular ayakta durur pozisyonda iken kalçanın en geniş kısmından yere paralel şekilde esnemeyen mezura ile ölçülmüştür. Bel/kalça oranı bel çevresinin kalça çevresine bölünmesi; bel/boy oranı ise bel çevresinin boy uzunluğuna bölünmesi ile hesaplanmıştır. Bilek çevresi, distal ve sitiloid süreçlerden geçen çevrenin esnemeyen mezura kullanılarak ölçülmesi ile elde edilmiştir. Baldır çevresi ölçülürken sporcunun oturması, bacağı dizinden 90° bükmesi istenmiş ve diz ile ayak bileği arası en geniş çevreden esnemeyen mezura ile ölçülerek kaydedilmiştir (59).

Vücut Kompozisyonu Ölçümü (Biyoelektrik İmpedans Analizi)

Sporcuların yağsız kütle (kg), yağ kütlesi (kg) ve vücut yağ yüzdesi (%) değerleri biyoelektrik impedans analizi yöntemi (BİA) (MC 980, Tanita Corp., 1000 kHz, Japonya) ile belirlenmiştir.

Ölçüm yöntemi;

- 24 saat önce ağır fiziksel aktivite yapılmamış olması
- 12 saatlik açlık olması
- 24 saattir alkol tüketilmemiş olması
- 24 saattir çay-kahve tüketiminin sınırlandırılmış olması
- Kalp pili bulunmaması
- Metal eşya bulunmamasıdır.



Şekil 3.2. Biyoelektrik İmpedans Analizi

Vücut Kompozisyonu Ölçümü (Hava Değişim Pletismografisi)

Hava değişim pletismografisi (BOD POD, Cosmed, Roma, İtalya), yer değiştiren hava hacmini ölçerek vücut hacmini hesaplamak için dünya çapında yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir (Şekil 3.3.). Vücut ağırlığı ve vücut hacmi üzerinden vücut yoğunluğu hesaplanmıştır. Elde edilen vücut yoğunluğu değerleri ≤ 17 yaş için Lohman (91), genel popülasyon için Siri (85) denklemi kullanılarak yağsız kütle, yağ kütlesi ve vücut yağ yüzdelerinin hesaplanmasında kullanılmıştır.



Şekil 3.3 Hava Değişim Pletismografisi

Ölçüm yöntemi;

- 12 saatlik açlık olması
- Ortam sıcaklığının 21-27 °C arasında olması
- Ortam neminin %20-70 aralığında olması
- Sıcaklık kontrolünün termometre ile; nem kontrolünün ise nem ölçer yardımıyla yapılması
- Sistemin, hacmi bilinen bir silindir (50,116 L) ve iki adet 10 kg'lık ağırlık kullanılarak ölçüm öncesi kalibre edilmesi
- Ölçümlerin dar, hafif giysiler (spor kıyafeti, yüzme mayoları vb.) ve bone kullanılarak yapılması

- Vücut ağırlığının doğrudan hava değişim pletismografisi cihazına bağlı hassas bir dijital tartıda ölçülmesi
- Vücut hacminin her biri 40 saniye süren ölçümler ile ard arda iki kez ölçülmesi ve tekrarlanan iki ölçümün ortalaması alınarak kaydedilmesidir.

3.4.3. Egzersiz Protokolü

Dinlenme Metabolik Hız Ölçümü

Sporcuların DMH ölçümü, indirekt kalorimetre (Fitmate GS, Cosmed, Roma, İtalya) kullanılarak yapılmıştır. DMH, bireylerin VO_2 ve VCO_2 miktarları ile sabit bir denklem kullanılarak tahmin edilmiştir (92).

Ölçüm yöntemi;

- 12 saatlik açlık olması
- Ortam sıcaklığının 20-25°C arasında olması
- Ortam neminin %20-70 arasında olması
- Loş bir ortam olması
- Ölçümden önce, cihazın oksijen sensörünün kalibrasyon gazları (referans oksijen gazı ve oda havası) kullanılarak kalibre edilmesi
- Ölçüm öncesi, sırt üstü yatar pozisyonda 20 dakika dinlenilmesi
- Ölçüm öncesi oksijen sensörünün kalibre edilmesi
- Cihazın kanopi başlığının sporculara takılması
- Ölçümün 15 dakika (ilk 5 dakika sonuca dahil edilmeden) sırt üstü yatar pozisyonda (uyku haline geçilmeden) yapılmasıdır.

Aerobik Güç ve Kapasite Testi

Sporcular, aerobik kapasitelerinin belirlenmesi amacıyla yapılan testte koşu bandında 5 km/s sabit hızda 2 dakikalık ısınmanın ardından, her 90 saniye sonunda koşu hızı 1 km/s artacak şekilde ve %0,5 artan bir eğimde, tükenene kadar koşturulmuştur (93). Ölçümler, *breath-by-breath otomatik taşınabilir* gaz analiz sistemi (Cosmed K5, Roma, İtalya) ile yapılmıştır. VO₂ max ölçülürken göz önünde bulundurulmuş test sonlandırma kriterleri aşağıda verilmiş ve bu kriterlerden üçünün aynı anda gözlemlenmesi ile test sona erdirilmiştir.

-Testi sonlandırma kriterleri;

- VO₂ max değerindeki artışın, uygulanan iki iş yükü arasında $\leq 1,5 \text{ ml.dk}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ olması
- Solunum değişim oranının ≥ 1.10 olması
- KAH, maksimum kalp atım hızının $\geq \%85$ olması
- Koşu hızının artması ile, KAH'da artış olmaması (94)

- Aerobik güç ve kapasite testi ölçüm sonucunda elde edilen ve çalışmamızda kullanılan parametreler;

- VO₂: Dakika başına oksijen tüketimidir ve litre cinsinden ifade edilmiştir. Ortalama oksijen tüketimi ve solunum sayısının çarpımı ile elde edilmiştir.
- VCO₂: Dakika başına karbondioksit üretimidir ve litre cinsinden ifade edilmiştir. Ortalama karbondioksit üretimi ve solunum sayısının çarpımı ile elde edilmiştir.
- KAH: Kalp atım hızıdır.

Ölçüm yöntemi;

- Ölçümün doğruluğu için, O₂ ve CO₂ ısıtmalı sensörlerinin 20 °C ortam sıcaklığında 45 dakika bekletilmesi
- Cihazın başlangıç ısısının 40 °C derece olması
- Ölçümde kullanılan analizörün kalibrasyonunun 3 aşamada (referans gaz, oda havası ve gecikme) gerçekleştirilmesi
- Her ölçüm öncesi 3 litrelik bir hava şiringası (Cosmed, Roma İtalya) ile türbin kalibrasyonu yapılması
- Ortam sıcaklığının 18-23°C olması ve
- Ortam neminin %70'in altında olmasıdır.

Kalp Atım Hızı Ölçümü

KAH'ın anlık olarak takip edilebilmesi için aerobik kapasite testi öncesi göğsün alt kısmına, sporcuların teni ile temas eder şekilde nabız bandı (Garmin HRM Soft Premium Kalp Atım Hızı Sensörü, ABD) yerleştirilmiştir. Bu nabız bandı ile gaz analizörü sistemi entegre bir şekilde çalışmaktadır. KAH değerleri sistemde yer alan yazılım tarafından kaydedilmiştir.

Egzersiz Protokolü

Sporculara egzersiz öncesinde öncelikle KAH takibi yapılabilmesi için nabız bandı takılmıştır. Aerobik egzersiz öncesi VO₂ ve VCO₂'nin doğru bir şekilde ölçülebilmesi için, sporcuların yüzüne en uygun maske seçilmiş ve takılmıştır. Daha sonra cihaz için özel geliştirilen yekek sporculara giydirilerek, cihaz sırtlarına sabitlenmiştir. Çalışmanın birinci aşamasında aerobik kapasite testi yapılmış ve çalışmanın egzersiz protokolü belirlenerek ikinci ve üçüncü aşamalarda uygulanmıştır. Çalışmanın egzersiz protokolü; koşu bandında 5 dakika 5 km/s ısınmanın ardından, VO₂ max'ın %65'ine denk gelen iş yükünde sabit hızda 60 dakika submaksimal aerobik egzersizden (koşu) oluşmaktadır.

Karbonhidrat ve Yağ Oksidasyonunun Hesaplanması

Karbonhidrat ve yağ oksidasyonları (g/dk) protein oksidasyonu ihmal edilerek Frayn (95) tarafından geliştirilen formül ile VO_2 ve VCO_2 değerleri kullanılarak aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

Karbonhidrat oksidasyonu (g/dk): $(4,55 \times VCO_2) - (3,21 \times VO_2)$

Yağ oksidasyonu (g/dk): $(1,67 \times VO_2) - (1,67 \times VCO_2)$



Şekil 3.4. Aerobik Güç ve Kapasite Testi

3.4.4. Biyokimyasal Parametreler

İdrar Analizleri

Çalışmanın birinci aşamasında, sporcuların hidrasyon durumunu belirlemek amacıyla sabah ilk idrar örnekleri alınmıştır. İkinci ve üçüncü aşamalarda da test egzersizi başlamadan önce, sabah ilk idrar örnekleri tekrar alınmıştır. İdrar dansitesi ve pH'ı belirlenirken idrar analizörü (Mission U500, ABD) kullanılmıştır. İdrar analizörü ile uyumlu test stripi idrar kabına batırılarak analizöre yerleştirilmiş ve idrar dansitesi ile idrar pH'ı belirlenmiştir.

3.5. Verilerin İstatistiksel Olarak Değerlendirilmesi

SPSS 26.0 istatistik paket programı kullanılarak verilerin analizi yapılmıştır. Verilerin normal dağılıma uygunluk gösterip göstermediği Shapiro-Wilk normallik testi ile kontrol edilmiştir. Katılımcı sayısının az olması ve normallik sağlanamaması nedeniyle parametrik olmayan testler tercih edilmiştir. Verilerin normal dağılmaması nedeniyle betimsel istatistikler ortanca ve çeyrekler arası aralık (Q1-Q3) kullanılarak verilmiştir. Karbonhidrat ve yağ oksidasyonu parametreleri ile bu parametrelerin egzersiz sırasında zamana bağlı değişkenlik gösterip göstermediği, eğer değişkenlik varsa bunun hangi zaman diliminden kaynaklandığını incelemek için Friedman iki yönlü varyans analizi (Friedman's two-way ANOVA) uygulanmıştır. Ayrıca, bu parametrelerin açlık ve tokluk durumunda farklarını test etmek için Wilcoxon işaretli sıralar testi (Wilcoxon signed rank test) uygulanmıştır. Analiz sonuçları; test istatistikleri, p değerleri ve grafikler verilerek yorumlanmıştır. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ alınmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Aşama Sırasında Elde Edilen Bulgular

4.1.1. Sporcuların Genel Özellikleri ile İlgili Bulgular

Bu çalışma, yaşları 18-25 arasında değişen 13 erkek futbolcu ile gerçekleştirilmiştir. Tablo 4.1.'de sporcuların genel özelliklerine ilişkin bulgular verilmiştir. Tablo 4.1'e göre sporcuların %84,6'sı bekar iken, %46,2'sinin lise mezunu ve %46,2'sinin üniversite mezunu olduğu görülmektedir. Çalışmamıza dahil edilen futbolcuların %61,5'i defans ve %38,5'u orta saha mevkielelerinde oynamaktadır.

Tablo 4.1. Sporcuların Genel Özellikleri

	Erkek (n=13)	
Medeni Durum	S	%
Evli	2	15,4
Bekar	11	84,6
Eğitim Düzeyi		
Lise Mezunu	6	46,2
Üniversite Mezunu	6	46,2
Yüksek Lisans Mezunu	1	7,6
Pozisyon		
Defans	8	61,5
Orta Saha	5	38,5

Sporcuların antropometrik özellikleri, performans parametreleri ve idrar analizleri ile ilgili bulgular Tablo 4.2.'de verildi. Sporcuların yaşlarının ortanca değeri 24,0 (22,0-25,0) yıl, spor yıllarının ortanca değeri 10,0 (5,5-14,0) yıl, vücut ağırlıklarının ortanca değeri 78,3 (71,2-82,9) kg, boy uzunluklarının ortanca değeri 178,0 (172,5-182,7) cm, BİA vücut yağ yüzdesi (%) ortanca değeri 13,4 (11,4-15,7) ve BOD-POD vücut yağ yüzdesi (%) ortanca değeri 12,0 (8,1-14,2) olarak belirlendi. DMH' larının ortanca değeri 1851 (1730-1917) kkal, VO₂ max ortanca değeri ise 44,3 (42,7-46,8) mL/kg/dk olarak bulundu. Çalışmanın birinci aşamasında ölçülen idrar dansitelerinin ortanca değeri 1025,0 (1020,0-1025,0) g/mL iken idrar pH'larının ortanca değeri 6,3 (6,0-7,5) olarak bulundu.

Tablo 4.2. Sporcuların Antropometrik Özellikleri, Performans Parametreleri ve İdrar Analizleri

	Erkek (n=13)	
	Ortanca	Q1-Q3
Yaş (yıl)	24,0	22,0-25,0
Spor Yılı (yıl)	10,0	5,5-14,0
Vücut Ağırlığı (kg)	78,3	71,2-82,9
Boy Uzunluğu (cm)	178,0	172,5-182,7
BIA Yağsız Vücut Kütlesi	66,1	62,2-70,4
BIA Yağ Kütlesi (kg-BIA)	10,0	8,4-12,7
BIA Vücut Yağ Yüzdesi (%-BIA)	13,4	11,4-15,7
BOD-POD Yağsız Vücut Kütlesi (kg)	66,4	62,9-72,6
BOD-POD Yağ Kütlesi (kg)	8,8	6,5-10,8
BOD-POD Vücut Yağ Yüzdesi (%)	12,0	8,1-14,2
Bel çevresi (cm)	81,0	78,5-82,0
Kalça çevresi (cm)	99,0	96,8-103,0
Bilek çevresi (cm)	17,5	16,8-18,2
Baldır çevresi (cm)	38,5	37,3-40,0
Bel/kalça oranı	0,80	0,78-0,84
Bel/boy oranı	0,45	0,44-0,46
Dinlenme Metabolik Hız (kcal)	1851,0	1730,0-1917,0
Maksimum Oksijen Tüketimi (mL/kg//dk)	44,3	42,7-46,8
Maksimum Kalp Atım Hızı	189,0	184,5-192,0
İdrar dansitesi	1025,0	1020,0-1025,0
İdrar pH	6,3	6,0-7,5

Çeyrekler arası aralık: Q1-Q3

4.1.2. Sporcuların Beslenme Durumları ile İlgili Bulgular

Çalışmaya katılan sporcuların beslenme alışkanlıkları ile ilgili bulgular Tablo 4.3.'de verildi. Buna göre sporcuların %46,2'si öğün atladığını belirtmiştir. Atlanan öğünlerin sabah ve öğle öğünleri olduğu, sporcuların öğün atlama nedenlerinin ise çoğunlukla zaman yetersizliği (%50) olduğu belirlendi. Spor beslenmesi bilgi kaynağının çoğunlukla antrenör (%38,5) ve internet/sosyal medya (%38,5) olduğu belirlendi. Sporcuların %69,2'sinin ise beslenme destek ürünü kullanmadığı görülmektedir.

Tablo 4.3. Sporcuların Beslenme Alışkanlıkları

Öğün Atlama Durumu	Erkek (n=13)	
	S	%
Evet	6	46,2
Hayır	7	53,8
Atlanan Öğün		
Sabah	3	50,0
Öğle	3	50,0
Akşam	-	-
Öğün Atlama Nedeni		
Zaman yetersizliği	3	50,0
İştahsızlık	-	-
Geç kalma	2	33,3
Alışkanlığın olmaması	1	16,7
Spor Beslenmesi Bilgi Kaynağı		
Kitaplar	1	7,7
Antrenör	5	38,5
İnternet/Sosyal medya	5	38,5
Diyetisyen	2	15,3
Beslenme Destek Ürünü Kullanma Durumu		
Evet	4	30,8
Hayır	9	69,2

Tablo 4.4.'te sporcuların kullandıkları beslenme destek ürünleri verilmiştir. Buna göre sporcuların beslenme destek ürünü olarak en çok spor içeceği (%30,8) ve multivitamin (%30,8) kullandıkları belirlendi.

Tablo 4.4. Sporcuların Kullandıkları Beslenme Destekleri

Beslenme desteği türü*	S	%
Spor içeceği	4	30,8
Aminoasit karışımı	2	15,4
Kilo/Hacim arttırıcı	2	15,4
Multivitamin	4	30,8
Karnitin	2	15,4
Dallı zincirli aminoasitler (BCAA)	1	7,7
Magnezyum	3	23,1
C vitamini	1	7,7

*Birden fazla beslenme destek ürünü kullanan sporcular birden çok seçeneği işaretlemişlerdir.

4.2. 2.Aşama Sırasında Elde Edilen Bulgular (Açlık Durumunda)

Çalışmaya katılan sporcuların AD yapılan egzersiz öncesi besin tüketim kayıtlarına göre günlük diyet ile aldıkları enerji, makro besin öğeleri ve makro besin öğelerinin kg başına alım miktarlarının ortanca değerleri Tablo 4.5.'de verildi. Açlık durumunda yapılan egzersiz öncesi günlük enerji alımlarının ortanca değeri 2556 (2124-2898) kkal olarak bulundu. Sporcuların günlük diyet ile karbonhidrat alımları ve kg başına karbonhidrat alımlarının ortanca değerleri sırasıyla 308,9 (240,9-349,5) g ve 4,0 (3,2-4,6) g/kg olarak bulundu. Sporcuların günlük diyet ile protein alımları ve kg başına protein alımlarının ortanca değerleri sırasıyla 113,3 (101,6-121,1) g ve 1,5 (1,2-1,6) g/kg olarak belirlendi. Sporcuların günlük diyet ile yağ alımları ve enerjinin yağdan gelen yüzdelerinin ortanca değerleri ise sırasıyla 101,2 (90,0-111,1) g; %33,9 (30,9-40,0) bulundu.

Tablo 4.5. Sporcuların Açlık Durumunda Egzersiz Öncesi Enerji ve Makro Besin Öğesi Alımı

Enerji ve Makro Besin Öğeleri (n=13)	Egzersiz Öncesi AD	
	Ortanca	O1-Q3
Enerji (kkal)	2556,0	2124,0 -2898,0
Karbonhidrat (g)	308,9	240,9-349,5
Karbonhidrat (g/kg)	4,0	3,2-4,6
Protein (g)	113,3	101,6-121,1
Protein (g/kg)	1,5	1,2-1,6
Yağ (g)	101,2	90,0-111,1
Yağ (%)	33,9	30,9-40,0

Açlık durumunda: AD, Çeyrekler arası aralık: Q1-Q3

Çalışmaya katılan sporcuların AD yapılan egzersiz günü besin tüketim kayıtlarına göre günlük diyet ile aldıkları enerji, makro besin öğeleri ve makro besin öğelerinin kg başına alım miktarlarının ortanca değerleri Tablo 4.6'da verildi. Açlık durumunda yapılan egzersiz günü günlük enerji alımlarının ortanca değeri 2111 (2036-2439) kkal olarak bulundu. Sporcuların günlük diyet ile karbonhidrat alımları ve kg başına karbonhidrat alımlarının ortanca değerleri sırasıyla 266,1 (219,1-296,1) g ve 3,3 (2,8-3,9) g/kg olarak bulundu. Sporcuların günlük diyet ile protein alımları ve kg başına protein alımlarının ortanca değerleri sırasıyla 98,6 (89,9-125,2) g ve 1,3(1,0-

1,7) g/kg olarak belirlendi. Sporcuların günlük diyet ile yağ alımları ve enerjinin yağdan gelen yüzdelerinin ortanca değerleri ise sırasıyla 35,6 (32,3-39,7) g olarak bulundu.

Tablo 4.6. Sporcuların Açlık Durumunda Egzersiz Günü Enerji ve Makro Besin Ögesi Alımı

Enerji ve Makro Besin Ögeleri (n=13)	Egzersiz Günü AD	
	Ortanca	01-Q3
Enerji (kkal)	2111,0	2036,0-2439,0
Karbonhidrat (g)	266,1	219,1-296,1
Karbonhidrat (g/kg)	3,3	2,8-3,9
Protein (g)	98,6	89,9-125,2
Protein (g/kg)	1,3	1,0-1,7
Yağ (g)	90,5	75,3-101,0
Yağ (%)	35,6	32,3-39,7

Açlık durumunda: AD, Çeyrekler arası aralık: Q1-Q3

Sporcuların açlık durumunda yapılan egzersiz öncesi idrar analizlerine ilişkin bulgular Tablo 4.7.'de verildi. Buna göre idrar dansitelerinin ortanca değeri 1025,0 (1020,0-1030,0) g/mL iken idrar pH'larının ortanca değeri 6,0 (6,0-6,8) olarak bulundu.

Tablo 4.7. Sporcuların Açlık Durumunda İdrar Analizleri

İdrar Analizi (n=13)	AD	
	Ortanca	01-Q3
İdrar dansitesi	1025,0	1020,0-1030,0
İdrar pH	6,0	6,0-6,8

Açlık durumunda: AD, Çeyrekler arası aralık: Q1-Q3

Sporcuların açlık durumunda yapılan egzersiz öncesi ve sonrası vücut ağırlığı değişimlerine ilişkin bulgular Tablo 4.8.'de verildi. Açlık durumunda yapılan egzersiz öncesi ve sonrası vücut ağırlığının ortanca değerleri sırasıyla 77,8 (71,2-82,0) kg ve 77,1 (69,8-80,5) kg olarak bulundu. Egzersiz öncesi ve sonrası vücut ağırlığı değişimlerinin ortanca değerleri ise %1,7 (1,2-2,3) olarak bulundu.

Tablo 4.8. Sporcuların Açlık Durumunda Egzersiz Öncesi ve Sonrası Vücut Ağırlığı Değişimleri

Vücut Ağırlığı (n=13)	AD	
	Ortanca	O1-Q3
Egzersiz öncesi (kg)	77,8	71,2-82,0
Egzersiz sonrası (kg)	77,1	69,8-80,5
Vücut ağırlığı değişimi (%)	1,7	1,2-2,3

Açlık durumunda: AD, Çeyrekler arası aralık: Q1-Q3

Sporcuların açlık durumunda yapılan egzersiz sırasında AD15, AD30, AD45 ve AD60 egzersiz bölümlerinde kaydedilen karbonhidrat oksidasyonlarına ilişkin bulgular Tablo 4.9.'da verildi. Açlık durumunda yapılan egzersiz sırasında kaydedilen karbonhidrat oksidasyonunun ortanca değeri 1,49 (1,20-1,68) g/dk bulundu. AD15, AD30, AD45 ve AD60 egzersiz bölümlerinde kaydedilen karbonhidrat oksidasyonlarının ortanca değerleri ise sırasıyla 1,28 (1,06-1,59) g/dk; 1,47 (1,07-1,54) g/dk; 1,53 (1,23-1,70) g/dk; 1,54(1,27-1,88) g/dk olarak bulundu.

Tablo 4.9. Sporcuların Açlık Durumunda Karbonhidrat Oksidasyonu

Substrat oksidasyonu (g/dk) (n=13)	AD	
	Ortanca	O1-Q3
Karbonhidrat oksidasyonu g/dk (0-15 dk)	1,28	1,06-1,59
Karbonhidrat oksidasyonu g/dk (15-30 dk)	1,47	1,07-1,54
Karbonhidrat oksidasyonu g/dk (30-45 dk)	1,53	1,23-1,70
Karbonhidrat oksidasyonu g/dk (45-60 dk)	1,54	1,27-1,88
Karbonhidrat oksidasyonu g/dk (0-60 dk)	1,49	1,20-1,68

Açlık durumunda: AD, Çeyrekler arası aralık: Q1-Q3

Açlık durumunda yapılan egzersiz sırasında egzersiz süresine göre karbonhidrat oksidasyonu ortanca değerleri Tablo 4.10.'da karşılaştırıldı. Karbonhidrat oksidasyonu değerleri arasında egzersiz süresine göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı belirlendi ($p>0,05$).

Tablo 4.10. Sporcuların Açlık Durumunda Egzersiz Süresine Göre Karbonhidrat Oksidasyonu

Substrat oksidasyonu (g/dk) (n=13)	AD	
	Egzersiz süresi	p¶
Karbonhidrat oksidasyonu g/dk (0-15 dk)	15-30 dk	0,28
	30-45 dk	0,17
	45-60 dk	0,23
Karbonhidrat oksidasyonu g/dk (15-30 dk)	30-45 dk	0,12
	45-60 dk	0,23
Karbonhidrat oksidasyonu g/dk (30-45 dk)	45-60 dk	0,88

Açlık durumunda: AD, ¶Friedman testi

Sporcuların açlık durumunda yapılan egzersiz sırasında AD15, AD30, AD45 ve AD60 egzersiz bölümlerinde kaydedilen yağ oksidasyonlarına ilişkin bulgular Tablo 4.11.'de verildi. Açlık durumunda yapılan egzersiz sırasında kaydedilen yağ oksidasyonunun ortanca değeri 0,59 (0,51-0,77) g/dk bulundu. AD15, AD30, AD45 VE AD60 egzersiz bölümlerinde kaydedilen yağ oksidasyonlarının ortanca değerleri sırasıyla 0,47 (0,44-0,64) g/dk; 0,58 (0,54-0,80) g/dk; 0,64 (0,53-0,82) g/dk; 0,65 (0,48-0,71) g/dk olarak bulundu.

Tablo 4.11. Sporcuların Açlık Durumunda Yağ Oksidasyonu

Substrat oksidasyonu (g/dk) (n=13)	AD	
	Ortanca	O1-Q3
Yağ oksidasyonu g/dk (0-15 dk)	0,47	0,44-0,64
Yağ oksidasyonu g/dk (15-30 dk)	0,58	0,54-0,80
Yağ oksidasyonu g/dk (30-45 dk)	0,64	0,53-0,82
Yağ oksidasyonu g/dk (45-60 dk)	0,65	0,48-0,71
Yağ oksidasyonu g/dk (0-60 dk)	0,59	0,51-0,77

Açlık durumunda: AD, Çeyrekler arası aralık: Q1-Q3

Açlık durumunda yapılan egzersiz sırasında egzersiz süresine göre yağ oksidasyonu ortanca değerleri Tablo 4.12'de verildi. Yağ oksidasyonu değerleri arasında egzersiz süresine göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı belirlendi ($p>0,05$).

Tablo 4.12. Sporcuların Açlık Durumunda Egzersiz Süresine Göre Yağ Oksidasyonu

Substrat oksidasyonu (g/dk) (n=13)	AD	
	Egzersiz Süresi	p¶
Yağ oksidasyonu g/dk (0-15 dk)	15-30 dk	0,054
	30-45 dk	0,054
	45-60 dk	0,162
Yağ oksidasyonu g/dk (15-30 dk)	30-45 dk	0,583
	45-60 dk	0,814
Yağ oksidasyonu g/dk (30-45 dk)	45-60 dk	0,456

Açlık durumunda: AD, ¶Friedman testi

4.3. 3.Aşama Sırasında Elde Edilen Bulgular (Tokluk Durumunda)

Çalışmaya katılan sporcuların tokluk durumunda yapılan egzersiz öncesi besin tüketim kayıtlarına göre günlük diyet ile aldıkları enerji, makro besin ögeleri ve makro besin ögelerinin kg başına alım miktarlarının ortanca değerleri Tablo 4.13’ de verildi. Tokluk durumunda yapılan egzersiz öncesi günlük enerji alımlarının ortanca değeri 2378 (2113-2555) kkal olarak bulundu. Sporcuların günlük diyet ile karbonhidrat alımı ve kg başına karbonhidrat alımlarının ortanca değerleri sırasıyla 250,8 (233,7-305,4) g ve 3,4 (3,1-3,6) g/kg olarak bulundu. Sporcuların günlük diyet ile protein alımı ve kg başına protein alımları sırasıyla 116,5 (92,2-126,1) g ve 1,5 (1,2-1,6) g/kg olarak belirlenmiştir. Sporcuların günlük diyet ile yağ alımları ve enerjinin yağdan gelen yüzdelерinin ortanca değerleri sırasıyla 101,2 (75,7-114,5) g; %36,2 (30,3-43,8) olarak bulundu.

Tablo 4.13. Sporcuların Tokluk Durumunda Egzersiz Öncesi Enerji ve Makro Besin Ögesi Alımı

Enerji ve Makro Besin Ögeleri (n=13)	Egzersiz Öncesi TD	
	Ortanca	01-Q3
Enerji (kkal)	2378,0	2113,0-2555,0
Karbonhidrat (g)	250,8	233,7-305,4
Karbonhidrat (g/kg)	3,4	3,1-3,6
Protein (g)	116,5	92,2-126,1
Protein (g/kg)	1,5	1,2-1,6
Yağ (g)	101,2	75,7-114,5
Yağ (%)	36,2	30,3-43,8

Tokluk durumunda: TD, Çeyrekler arası aralık: Q1-Q3

Çalışmaya katılan sporcuların tokluk durumunda yapılan egzersiz günü besin tüketim kayıtlarına göre günlük diyet ile aldıkları enerji, makro besin ögeleri ve makro besin ögelerinin kg başına alım miktarlarının ortanca değerleri Tablo 4.14' de verildi. Tokluk durumunda yapılan egzersiz günü günlük enerji alımlarının ortanca değeri 2198(1968-2405) kkal olarak bulundu. Sporcuların günlük diyet ile karbonhidrat alımı ve kg başına karbonhidrat alımlarının ortanca değerleri sırasıyla 259,5 (237,9-279,2) g ve 3,3 (3,1-3,6) g/kg olarak bulundu. Sporcuların günlük diyet ile protein alımı ve kg başına protein alımlarının ortanca değerleri sırasıyla 98,9 (90,5-104,9) g ve 1,3 (1,2-1,4) g/kg olarak belirlendi. Sporcuların günlük diyet ile yağ alımları ve enerjinin yağdan gelen yüzdelerinin ortanca değerleri sırasıyla 83,3 (76,1-96,3) g; %35,4 (31,4-38,3) olarak bulundu.

Tablo 4.14. Sporcuların Tokluk Durumunda Egzersiz Günü Enerji ve Makro Besin Ögesi Alımı

Enerji ve Makro Besin Ögeleri (n=13)	Egzersiz Günü TD	
	Ortanca	O1-Q3
Enerji (kkal)	2198,0	1968,0-2405,0
Karbonhidrat (g)	259,5	237,9-279,2
Karbonhidrat (g/kg)	3,3	3,1-3,6
Protein (g)	98,9	90,5-104,9
Protein (g/kg)	1,3	1,2-1,4
Yağ (g)	83,3	76,1-96,3
Yağ (%)	35,4	31,4-38,3

Tokluk durumunda: TD, Çeyrekler arası aralık: Q1-Q3

Sporcuların tokluk durumunda yapılan egzersiz öncesi idrar analizlerine ilişkin bulgular Tablo 4.15.'de verilmiştir. İdrar dansitelerinin ortanca değeri 1025,0 (1015,0-1025,0) g/mL iken idrar pH'larının ortanca değeri 6,0 (5,5-6,5) olarak bulunmuştur.

Tablo 4.15. Sporcuların Tokluk Durumunda İdrar Analizleri

İdrar Analizi (n=13)	TD	
	Ortanca	O1-Q3
İdrar dansitesi	1025,0	1015,0-1025,0
İdrar pH	6,0	5,5-6,5

Tokluk durumunda: TD, Çeyrekler arası aralık: Q1-Q3

Tablo 4.16. Sporcuların Tokluk Durumunda Egzersiz Öncesi ve Sonrası Vücut Ağırlığı Değişimleri

Vücut Ağırlığı (n=13)	TD	
	Ortanca	O1-Q3
Egzersiz öncesi (kg)	77,9	71,9-82,6
Egzersiz sonrası (kg)	76,6	70,7-81,2
Vücut ağırlığı değişimi (%)	1,5	1,1-1,9

Tokluk durumunda: TD, Çeyrekler arası aralık: Q1-Q3

Sporcuların tokluk durumunda yapılan egzersiz öncesi ve sonrası vücut ağırlığı değişimlerine ilişkin bulgular Tablo 4.16.'da verilmiştir. Tokluk durumunda yapılan egzersiz öncesi ve sonrası vücut ağırlığı ortanca değerleri sırasıyla 77,9 (71,9-82,6) kg ve 76,6 (70,7-81,2) kg'dır. Egzersiz öncesi ve sonrası vücut ağırlığı değişimlerinin ortanca değerleri ise %1,5 (1,1-1,9) olarak bulunmuştur.

Tablo 4.17. Sporcuların Tokluk Durumunda Karbonhidrat Oksidasyonu

Substrat oksidasyonu (g/dk) (n=13)	TD	
	Ortanca	O1-Q3
Karbonhidrat oksidasyonu g/dk (0-15 dk)	1,46	1,25-1,56
Karbonhidrat oksidasyonu g/dk (15-30 dk)	1,75	1,61-1,92
Karbonhidrat oksidasyonu g/dk (30-45 dk)	2,01	1,66-2,13
Karbonhidrat oksidasyonu g/dk (45-60 dk)	1,76	1,54-2,06
Karbonhidrat oksidasyonu g/dk (0-60 dk)	1,70	1,58-1,89

Tokluk durumunda: TD, Çeyrekler arası aralık: Q1-Q3

Sporcuların tokluk durumunda yapılan egzersiz sırasında TD15, TD30, TD45 ve TD60 egzersiz bölümlerinde kaydedilen karbonhidrat oksidasyonlarına ilişkin bulgular Tablo 4.17.'de verildi. Tokluk durumunda yapılan egzersiz sırasında 60 dakikada kaydedilen toplam karbonhidrat oksidasyonunun ortanca değeri 1,70 (1,58-1,89) g/dk bulundu. Egzersizin TD15, TD30, TD45 ve TD60 egzersiz bölümlerinde karbonhidrat oksidasyonlarının ortanca değerleri ise sırasıyla 1,46 (1,25-1,56) g/dk; 1,75 (1,61-1,92) g/dk; 2,01 (1,66-2,13) g/dk; 1,76 (1,54-2,06) g/dk olarak bulundu.

Tablo 4.18. Sporcuların Tokluk Durumunda Egzersiz Süresine Göre Karbonhidrat Oksidasyonlarının Karşılaştırılması

Substrat oksidasyonu (g/dk) (n=13)	TD	
	Egzersiz süresi	p¶
Karbonhidrat oksidasyonu g/dk (0-15 dk)	15-30 dk	0,239
	30-45 dk	0,007*
	45-60 dk	0,011*
Karbonhidrat oksidasyonu g/dk (15-30 dk)	30-45 dk	0,289
	45-60 dk	0,319
Karbonhidrat oksidasyonu g/dk (30-45 dk)	45-60 dk	0,321

Tokluk durumunda: TD, ¶Friedman testi

Tokluk durumunda yapılan egzersiz sırasında karbonhidrat oksidasyonunun ortanca değerleri Tablo 4.18’de verildi. Tablo 4.18’e göre karbonhidrat oksidasyonu değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu ($p<0,05$) belirlenmiş ve bu farkın TD45>TD15; TD60>TD15 olmasından kaynaklandığı bulundu ($p<0,05$).

Tablo 4.19. Sporcuların Tokluk Durumunda Yağ Oksidasyonu

Substrat oksidasyonu (g/dk) (n=13)	TD	
	Ortanca	O1-Q3
Yağ oksidasyonu g/dk (0-15 dk)	0,50	0,46-0,54
Yağ oksidasyonu g/dk (15-30 dk)	0,48	0,37-0,56
Yağ oksidasyonu g/dk (30-45 dk)	0,47	0,32-0,52
Yağ oksidasyonu g/dk (45-60 dk)	0,45	0,29-0,49
Yağ oksidasyonu g/dk (0-60 dk)	0,47	0,39-0,51

Tokluk durumunda: TD, Çeyrekler arası aralık: Q1-Q3

Sporcuların tokluk durumunda yapılan aerobik egzersiz sırasında TD15, TD30, TD45 ve TD60 egzersiz bölümlerinde kaydedilen yağ oksidasyonlarına ilişkin bulgular Tablo 4.19.’da verildi. Tokluk durumunda yapılan egzersiz sırasında yağ oksidasyonlarının ortanca değeri 0,47 (0,39-0,51) g/dk bulundu. AD15, AD30, AD45 ve A60 egzersiz bölümlerinde yağ oksidasyonlarının ortanca değerleri ise sırasıyla 0,50 (0,46-0,54) g/dk; 0,48 (0,37-0,56) g/dk; 0,47 (0,32-0,52) g/dk; 0,45 (0,39-0,51) g/dk olarak bulundu. Tokluk durumunda yapılan egzersiz sırasında yağ oksidasyonu ortanca değerleri Tablo 4.20.’de verildi. Buna göre yağ oksidasyonu ortanca değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu ($p<0,05$) belirlendi ve bu farkın TD30>TD60 olmasından kaynaklandığı bulundu ($p<0,05$).

Tablo 4.20. Sporcuların Tokluk Durumunda Egzersiz Süresine Göre Yağ Oksidasyonlarının Karşılaştırılması

Substrat oksidasyonu (g/dk) (n=13)	TD	
	Egzersiz Süresi	p¶
Yağ oksidasyonu g/dk (0-15 dk)	15-30 dk	0,704
	30-45 dk	0,484
	45-60 dk	0,136
Yağ oksidasyonu g/dk (15-30 dk)	30-45 dk	0,201
	45-60 dk	0,047*
Yağ oksidasyonu g/dk (30-45 dk)	45-60 dk	0,595

Tokluk durumunda: TD, ¶Friedman testi

4.4. 2. ve 3. Aşama Sırasında Elde Edilen Bulgular Arasındaki Farklar

Sporcuların, açlık ve tokluk durumunda egzersiz öncesi enerji ve makro besin ögesi alımlarının karşılaştırılması ile ilgili bulgular Tablo 4.21’de verildi. Sporcuların açlık ve tokluk durumunda egzersiz öncesi diyet ile aldıkları enerji, karbonhidrat, protein ve yağ alımları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı belirlendi ($p>0,05$). Sporcuların, açlık ve tokluk durumunda egzersiz günü enerji ve makro besin ögesi alımı ile ilgili bulgular ise Tablo 4.22’de verildi. Sporcuların açlık ve tokluk durumunda egzersiz günü diyet ile aldıkları enerji, karbonhidrat, yağ ve protein alımları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı belirlendi ($p>0,05$).

Tablo 4.21. Sporcuların Açlık ve Tokluk Durumunda Egzersiz Öncesi Enerji ve Makro Besin Ögesi Alımlarının Karşılaştırılması

Enerji ve Makro Besin Ögeleri (n=13)	Egzersiz Öncesi AD		Egzersiz Öncesi TD		p¥
	Ortanca	Q1-Q3	Ortanca	Q1-Q3	
Enerji (kkal)	2556,0	2124,0-2898,0	2378,0	2113,0-2555,0	0,152
Karbonhidrat (g)	308,9	240,9-349,5	250,8	233,7-305,4	0,196
Karbonhidrat (g/kg)	4,0	3,2-4,6	3,4	3,1-3,6	0,249
Protein (g)	113,3	101,6-121,1	116,5	92,2-126,1	0,507
Protein (g/kg)	1,5	1,2-1,6	1,5	1,2-1,6	0,507
Yağ (g)	101,2	90,0-111,1	101,2	75,7-114,5	0,809
Yağ (%)	33,9	30,9-40,0	36,2	30,3-43,8	0,701

Açlık durumunda: AD, Tokluk durumunda: TD, Çeyrekler arası aralık: Q1-Q3, ¥Wilcoxon test

Tablo 4.22. Sporcuların Açlık ve Tokluk Durumunda Egzersiz Günü Enerji ve Makro Besin Ögesi Alımlarının Karşılaştırılması

Enerji ve Makro Besin Ögeleri (n=13)	Egzersiz Günü AD		Egzersiz Günü TD		p [¥]
	Ortanca	Q1-Q3	Ortanca	Q1-Q3	
Enerji (kkal)	2111,0	2036,0-2439,0	2198,0	1968,0-2405,0	0,701
Karbonhidrat (g)	266,1	219,1-296,1	259,5	237,9-279,2	0,861
Karbonhidrat (g/kg)	3,3	2,8-3,9	3,3	3,1-3,6	0,916
Protein (g)	98,6	89,9-125,2	98,9	90,5-104,9	0,249
Protein (g/kg)	1,3	1,0-1,7	1,3	1,2-1,4	0,196
Yağ (g)	90,5	75,3-101,0	83,3	76,1-96,3	0,861
Yağ (%)	35,6	32,3-39,7	35,4	31,4-38,3	0,651

Açlık durumunda: AD, Tokluk durumunda: TD, Çeyrekler arası aralık: Q1-Q3, ¥Wilcoxon testi

Sporcuların açlık ve tokluk durumunda yapılan egzersizler öncesi idrar analizlerinin karşılaştırılmasına ilişkin bulgular Tablo 4.23.'de verildi. Açlık ve tokluk durumunda egzersizler öncesi idrar dansiteleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yok iken ($p>0,05$); açlık ve tokluk durumunda egzersizler öncesi idrar pH'larına bakıldığında birinci ve ikinci aşamalarda idrar pH'ları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu belirlendi ($p<0,05$).

Tablo 4.23. Sporcuların açlık ve Tokluk Durumunda İdrar Analizlerinin Karşılaştırılması

İdrar analizi (n=13)	AD		TD		p [¥]
	Ortanca	Q1-Q3	Ortanca	Q1-Q3	
İdrar dansitesi	1025,0	1020,0-1030,0	1025,0	1015,0-1025,0	0,104
İdrar pH	6,0	6,0-6,8	6,0	5,5-6,5	0,049*

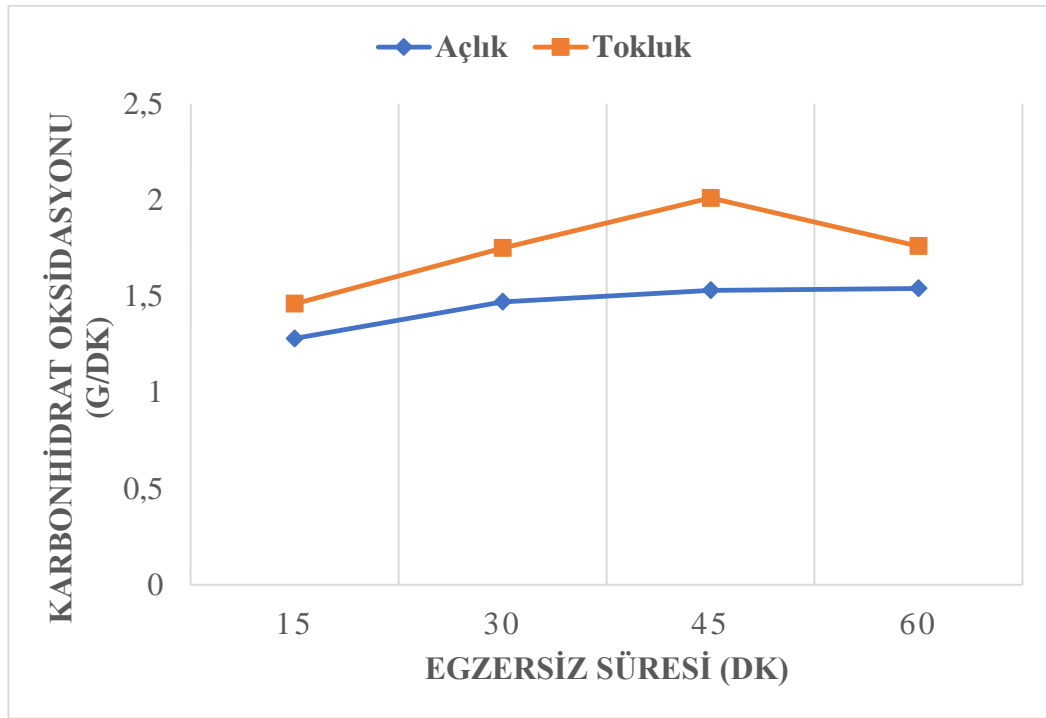
Açlık durumunda: AD, Tokluk durumunda: TD, Çeyrekler arası aralık: Q1-Q3, ¥Wilcoxon testi

Sporcuların açlık ve tokluk durumunda yapılan egzersizler öncesi vücut ağırlığı değişimlerine ilişkin bulgular Tablo 4.24.'de verildi. Açlık ve tokluk durumunda yapılan egzersizler öncesi ve sonrası vücut ağırlıkları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu bulunmuş iken ($p<0,05$); egzersiz öncesi ve sonrası vücut ağırlığı değişimi yüzdeleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p>0,05$).

Tablo 4.24. Sporcuların Açlık ve Tokluk Durumunda Vücut Ağırlığı Değişimlerinin Karşılaştırılması

Vücut Ağırlığı (n=13)	AD		TD		p [¥]
	Ortanca	Q1-Q3	Ortanca	Q1-Q3	
Egzersiz öncesi (kg)	77,8	71,2-82,0	77,9	71,9-82,6	0,017*
Egzersiz sonrası (kg)	77,1	69,8-80,5	76,6	70,7-81,2	0,036*
Vücut ağırlığı değişimi (%)	1,7	1,2-2,3	1,5	1,1-1,9	0,239

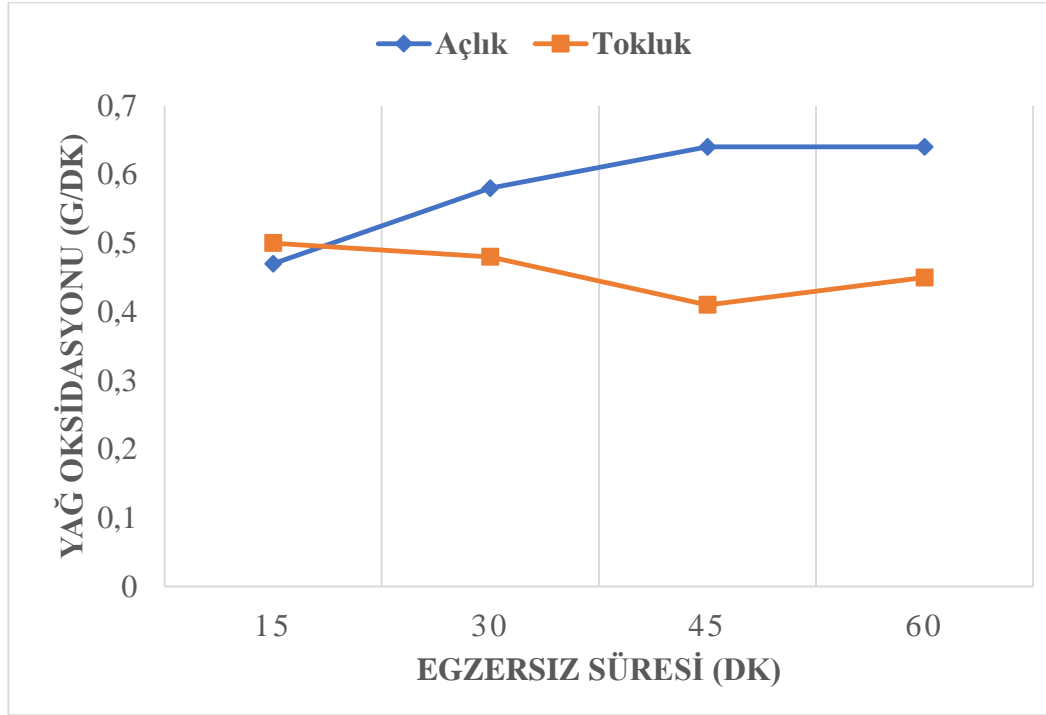
Açlık durumunda: AD, Tokluk durumunda: TD, Çeyrekler arası aralık: Q1-Q3, ¥Wilcoxon testi



Şekil 4.1. Sporcuların Açlık ve Tokluk Durumunda Karbonhidrat Oksidasyonu

Tablo 4.25.'e göre açlık ve tokluk durumunda yapılan aerobik egzersiz sırasında kaydedilen karbonhidrat oksidasyonu ortanca değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuş iken ($p < 0,05$); bu farkın 60 dakikalık egzersizin 15-45 dakikalar arası bölümlerinden kaynaklandığı belirlendi ($p < 0,05$). Aerobik egzersiz sırasında karbonhidrat oksidasyonunun egzersiz süresine göre değişimine bakıldığında ise (Şekil 4.1.); karbonhidrat oksidasyonunun açlık durumunda egzersiz sırasında giderek arttığı; tokluk durumunda ise ilk 45 dakika arttığı ve son 15 dakika azaldığı bulundu. Tablo 4.26.'ya göre açlık ve tokluk durumunda yapılan 60 dakikalık aerobik egzersiz sırasında kaydedilen yağ oksidasyonu ortanca değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuş iken ($p < 0,05$); egzersiz süresine göre yağ oksidasyonu

ortalamalarına bakıldığında bu farkın 60 dakikalık egzersizin son 45 dakikalık bölümünden kaynaklandığı belirlendi ($p<0,05$). Aerobik egzersiz sırasında yağ oksidasyonunun egzersiz süresine göre değişimine bakıldığında ise (Şekil 4.2.); açlık durumunda egzersiz sırasında ilk 45 dakika arttığı ve son 15 dakika azaldığı; tokluk durumunda egzersiz sırasında ise giderek azaldığı bulundu.



Şekil 4.2. Sporcuların Açlık ve Tokluk Durumunda Yağ Oksidasyonu

Tablo 4.25. Sporcuların Açlık ve Tokluk Durumunda Karbonhidrat Oksidasyonlarının Karşılaştırılması

Substrat oksidasyonu (g/dk) (n=13)	AD		TD		p¥
	Ortanca	Q1-Q3	Ortanca	Q1-Q3	
Karbonhidrat oksidasyonu g/dk (0-15 dk)	1,28	1,06-1,59	1,46	1,25-1,56	0,249
Karbonhidrat oksidasyonu g/dk (15-30 dk)	1,47	1,07-1,54	1,75	1,61-1,92	0,016*
Karbonhidrat oksidasyonu g/dk (30-45 dk)	1,53	1,23-1,70	2,01	1,66-2,13	0,019*
Karbonhidrat oksidasyonu g/dk (45-60 dk)	1,54	1,27-1,88	1,76	1,54-2,06	0,075
Karbonhidrat oksidasyonu g/dk (0-60 dk)	1,49	1,20-1,68	1,70	1,58-1,89	0,023*

Açlık durumunda: AD, Tokluk durumunda: TD, Çeyrekler arası aralık: Q1-Q3, ¥Wilcoxon testi

Tablo 4.26. Sporcuların Açlık ve Tokluk Durumunda Yağ Oksidasyonlarının Karşılaştırılması

Substrat oksidasyonu (g/dk) (n=13)	AD		TD		p¥
	Ortanca	Q1-Q3	Ortanca	Q1-Q3	
Yağ oksidasyonu g/dk (0-15 dk)	0,47	0,44-0,64	0,50	0,46-0,54	0,184
Yağ oksidasyonu g/dk (15-30 dk)	0,58	0,54-0,80	0,48	0,37-0,56	0,001*
Yağ oksidasyonu g/dk (30-45 dk)	0,64	0,53-0,82	0,41	0,32-0,52	0,009*
Yağ oksidasyonu g/dk (45-60 dk)	0,64	0,48-0,71	0,45	0,29-0,49	0,013*
Yağ oksidasyonu g/dk (0-60 dk)	0,58	0,51-0,77	0,47	0,39-0,51	0,002*

Açlık durumunda: AD, Tokluk durumunda: TD, Çeyrekler arası aralık: Q1-Q3, ¥Wilcoxon testi

5. TARTIŞMA

Metabolik verimlilik karbonhidrat ve yağ oksidasyonu arasındaki ilişkiyi farklı egzersiz şiddetlerinde değerlendiren bir kavramdır (22). Son yıllarda egzersiz öncesi, sırası ve sonrasında besin mevcudiyetini değiştirmenin egzersize bağlı gelişen metabolik yanıtları değiştirebileceği ile ilgili çalışmalar yapılmaktadır (71). Böylece beslenmenin periyotlanması yolu ile metabolik verimlilik değiştirilebilmektedir.

Aerobik egzersiz sırasında metabolik verimlilikte (karbonhidrat ve yağ oksidasyonu) meydana gelen değişikliklerin egzersiz performansı için önemli bir faktör olabileceği kabul edilmektedir (96, 97). Metabolik verimliliği değiştirmek amacıyla düşük karbonhidratlı yüksek yağlı diyetler, iki egzersiz arasında karbonhidrat alımını sınırlandırmak, egzersiz öncesi ve sırasında karbonhidrat alımını arttırmak ve 12 saatlik açlık ile egzersiz yapmak gibi farklı stratejiler geliştirilmiştir (72, 98). 12 saatlik açlık ile egzersize başlandığında kas glikojen depolarının değişmediği bilinmekte ve düşük karaciğer glikojen depoları (99) ile egzersize başlanması amaçlanmaktadır (100).

Egzersize 12 saatlik açlık ile başlama ile ilgili çalışmalar devam etmekte, egzersiz süresi ve şiddetinin değiştirilmesinin metabolik yanıtları değiştirebileceği düşünülmektedir (101). Ancak güncel literatürde optimum performansa ulaşmak için, egzersiz öncesi kaslara yeterli karbonhidrat sağlamanın oldukça önemli olduğu da belirtilmektedir (98).

Bu nedenle çalışmanın temel amacı sporcularda farklı günlerde, açlık ve tokluk durumunda yapılan submaksimal aerobik egzersizin ve egzersiz süresinin substrat oksidasyonuna etkisini incelemektir.

5.1. Sporcuların Genel Özellikleri ile İlgili Bulguların Değerlendirilmesi

Sporcularda literatürde yaş ve performans ile ilgili çalışmalar olmasına rağmen futbol gibi aerobik ve anaerobik enerji sistemlerinin birlikte kullanıldığı karma becerili spor dallarında; bu konuda halen bilgi eksikliği vardır (102). Futbolda en yüksek performansın 25-27 yaşları arasında olduğunu belirten çalışmaların yanı sıra (103), sprint hızının 20-28 yaşları arasında zirveye ulaştığını gösteren çalışmalar da vardır (104). Bu çalışmaya ise 18-25 yaş aralığındaki erkek futbolcular dahil edilmiş ve sporcuların ortanca yaşları 24,0 yıl olarak bulunmuştur (Bkz. Tablo 4.2.).

Vücut kompozisyonu kavramı, beslenme durumu ve sporun; genetik, fizyolojik ve metabolik gereklilikleri arasındaki ilişkiyi göstermektedir (105). Bu nedenle takım sporlarında sporcuların sağlığı, performansı ve takımın başarısı için vücut kompozisyonunun değerlendirilmesi ve izlenmesi oldukça önemlidir (106). Vücut kompozisyonunun bir sporcuya performans ile ilgili nasıl katkı sağlayabileceği ile ilgili literatürde sınırlı bilgi yer almaktadır. Futbolcularda yapılan bir çalışmada, vücut kompozisyonundaki değişiklikler ile maç oynama süresinde önemli değişiklikler olduğu bildirilmiştir (107). Erkek futbolcularda referans vücut yağ yüzdesi değerleri forvet ve orta saha-defans için sırasıyla %6-8 ve %13-15 olarak belirtilmektedir (108). Bu çalışmada vücut kompozisyonu iki farklı ölçüm yöntemi ile değerlendirilmiş ve vücut yağ yüzdeleri ortanca değerleri; biyoelektrik impedans analizi ölçümü için %13,4; hava değişim pletismografisi ölçümü için %12,0 olarak bulunmuştur. Çalışmamıza katılan sporcuların vücut yağ yüzdelerinin referans değerler aralığında olduğu belirlenmiştir.

Antropometrik ölçümler, sporcularda performansa etki eden bir diğer önemli parametredir. Bu parametrelerden bel çevresi ve bel/kalça oranı abdominal obezitenin önemli göstergesi olarak kabul edilmektedir (109). Sedanter erkeklerde bel çevresinin >94 cm olması riskli, >102 cm olması ise yüksek riskli olarak değerlendirilirken (59); sporcularda >102 cm olması riskli olarak değerlendirilmektedir (110). Bu çalışmada sporcuların bel çevrelerinin ortanca değeri 81,0 cm olarak bulunmuştur. Bel çevresi ortanca değerleri <102 cm olduğundan abdominal obezite açısından riskli olmadığı görülmüştür.

Egzersiz sırasında enerji harcamasının tahmin edilmesi beslenmenin periyotlanması için önemli bir araçtır. Futbolda oynanan pozisyona bağlı olarak enerji

harcamasının 1000-2000 kkal arasında değiştiği tahmin edilmektedir (111). Enerji harcamasının temel bileşeni ise dinlenme metabolik hızıdır. DMH çift etiketli su, indirekt kalorimetre ve denklemler kullanılarak tahmin edilmektedir (112). DMH'daki değişiklikler vücut ağırlığı denetimi, vücut kompozisyonunun periyodik olarak takibi ve enerji kullanılabilirliğini etkileyebilmektedir. Literatürde 18-25 yaş aralığında erkek futbolcularla yapılan bir çalışmada dinlenme metabolik hızı ortalaması 1969 ± 131 kkal olarak bulunmuştur (113). Çalışmamızda ise futbolcuların dinlenme metabolik hızlarının ortanca değeri 1851 kkal olarak bulunmuştur. DMH ortalamalarındaki bu farklılık sporcuların yağsız vücut kütlelerinin farklı olması ile açıklanabilir.

5.2. Sporcuların Beslenme Durumları ile İlgili Bulguların Değerlendirilmesi

Sporcularda antrenman veya müsabakadan sonra hızlı toparlanma için etkili beslenme stratejileri geliştirmek, spor performansının önemli bir bileşenidir (73). Yeterli ve dengeli bir beslenme planı; yeterli enerji alımı, makro ve mikro besin ögelerinin yeterli düzeyde tüketilmesi, glikojen depolarının hızlı bir şekilde doldurulması, optimal vücut kompozisyonuna ulaşılması, güç, dayanıklılık gibi parametrelerin geliştirilmesi ve devam ettirilmesi ile yakından ilişkilidir (2). Futbolcular ile yapılan bazı çalışmalarda sporcuların enerji gereksinmesini karşılayamadığı ve bu durumun performansı olumsuz etkilediği gösterilmiştir (114, 115). Futbolcularda günlük enerji alımını değerlendirmek amacıyla yapılan bir çalışmada sporcuların egzersiz öncesi, sırası ve sonrası besin tüketim kayıtları alınmıştır. Bu çalışmada sporcuların günlük ortalama 2938 ± 618 kkal enerji alımı olduğu bulunmuş (116) iken çalışmamızda açlık durumunda egzersiz öncesi günlük enerji alımlarının ortanca değeri 2556 kkal; tokluk durumunda egzersiz öncesi günlük enerji alımlarının ortanca değeri 2378 kkal olarak bulunmuştur. Açlık durumunda egzersiz günü günlük enerji alımlarının ortanca değeri 2111 kkal; tokluk durumunda egzersiz günü günlük enerji alımlarının ortanca değeri ise 2198 kkal olarak bulunmuştur. Futbolcuların günlük enerji alımlarının değerlendirildiği çalışmalara bakıldığında günlük enerji alımlarının enerji harcamasının değişmesine bağlı olarak sezon öncesi, sırası ve sonrası durumlarda değiştiği görölmektedir. Bu nedenle genel

öneriler verilmemeli, bireysel değerlendirme yapılarak enerji gereksinmesi belirlenmelidir. Bu enerji gereksinmesinin sağlanması için temel substrat kaynağı karbonhidratlardır. Karbonhidratlar, vücutta depolarının sınırlı olması ve beyin ve merkezi sinir sistemi için anahtar yakıt olması nedeniyle düşük, orta ve yüksek yoğunluklu egzersizler için de temel yakıttır (2, 3). Bu nedenle spor beslenmesi alanında yapılan çalışmalarda karbonhidratlar büyük ilgi görmüştür ve görmeye devam etmektedir. Uzun süreli egzersizlerde yüksek karbonhidrat kullanılabilirliği ile ilgili stratejilerin performansı geliştirdiği (117); düşük karbonhidrat kullanılabilirliği ile ilgili stratejilerin ise performansın azalması ve yorgunluk ile ilişkili olduğu kabul görmektedir (118). Fakat son yıllarda düşük karbonhidrat kullanılabilirliği beslenmenin periyotlanmasında kullanılmaya başlanmıştır (119).

Güncel literatürde diyet ile günlük karbonhidrat alımı önerileri orta ve yüksek yoğunluklu egzersizler için sırasıyla 5-7 g/kg; 6-10 g/kg olarak değerlendirilmekte iken (2), futbolda diyet ile günlük 5-7 g/kg karbonhidrat alımı önerilmektedir (120). Bu çalışmada futbolcuların açlık ve tokluk durumunda yapılan aerobik egzersizler öncesi günlük karbonhidrat alımının literatürde önerilen miktara göre düşük olduğu belirlenmiştir (Bkz. Tablo 4.5. ve Tablo 4.13.). Çalışmamızda da bulunduğu gibi yetersiz karbonhidrat alımı takım sporlarında yaygın olarak görülmektedir. Bu nedenle günlük karbonhidrat alımının; egzersiz performansını arttırmak, antrenmana adaptasyonu geliştirmek için egzersiz türü, şiddeti, zamanı, sıklığına uygun olarak düzenlenmesini ve sporculara beslenme eğitimi verilmesini öneriyoruz.

Diğer bir makro besin ögesi olan proteinler, kas protein sentezini arttırmakta ve egzersiz sırasında az miktarda bile olsa substrat olarak kullanılmaktadır (121). Antrenmana adaptasyonu en üst düzeye çıkarmak için günlük protein alımının oldukça önemli olduğu vurgulanmakta ve sporcuların, sedanter bireylere önerilen protein alımının üzerinde protein gereksinmesi olduğu bilinmektedir (122). Güncel literatürde günlük protein alımı önerileri 1,4-2,0 g/kg olarak belirtilmektedir (123). Bu çalışmada futbolcuların açlık ve tokluk durumunda yapılan aerobik egzersiz öncesi protein alımlarının ortanca değeri 1,5 g/kg olarak bulunmuş ve güncel önerilere uygun olduğu görülmüştür. Günlük protein alımının yetersiz olması kas kaybı, yaralanma ve hastalık riskinin artması ile ilişkilendirilmektedir (124). Bu nedenle günlük protein alımının literatürde yer alan güncel önerilere uygun olması performans için oldukça önemlidir.

Yağlar, enerji yoğunluğu en yüksek makro besin öğeleridir. Yağda çözünen vitaminlerin emilimine etkisinin yanı sıra egzersiz sırasında substrat olarak da kullanılmaktadır (124). ACSM sporcuların diyet ile günlük enerji alımının %20-35'inin diyet yağından gelmesini önermektedir (2). Diyetle yağdan gelen enerjinin kısıtlanması (\leq %20), enerji gereksinmesinin karşılanamamasına bağlı olarak endokrin bozukluklar, oksidatif stresin artması, bağışıklık fonksiyonlarının bozulması, güç ve dayanıklılığın azalması; yorgunluk ve sakatlığa neden olabilmektedir (124, 125). Yüksek yağlı diyetlerin sporcuların performansına olumlu etki sağladığı hipotezi ortaya atılmış olsa bile güncel literatür tarafından desteklenmemektedir (2, 126). Futbolcuların diyet ile besin ve besin ögesi alımlarının değerlendirildiği bir çalışmada günlük yağ alımı 94 ± 33 g ve enerjinin yağdan gelen yüzdesi ise $30,8 \pm 4,9$ bulunmuştur (127). Bu çalışmada ise futbolcuların AD egzersiz öncesi günlük yağ alımlarının önerilere uygun olduğu bulunmuştur (Bkz. Tablo 4.5.). Fakat AD egzersiz günü, TD egzersiz öncesi ve TD egzersiz günü enerjinin yağdan gelen yüzdelerinin önerilerin üzerinde olduğu, yani sporcuların yüksek yağlı beslendiği belirlenmiştir. Bu sonuç bütün sporcuların düşük karbonhidratlı yüksek yağlı beslenme eğiliminde olmaları ile açıklanabilir. Literatüre bakıldığında, yüksek yağlı diyetlerin performansa etkileri net bir şekilde bilinmediğinden, sporcuların günlük yağ alımlarının güncel önerilere uygun (%20-35) şekilde düzenlenmesi önerilmektedir.

5.3. Sporcuların İdrar Analizleri ve Vücut Ağırlığı Değişimlerine İlişkin Bulguların Değerlendirilmesi

Homeostatik su dengesi, metabolizma, taşıma, dolaşım ve sıcaklığın düzenlenmesinde oynadığı rol nedeniyle yaşam için oldukça önemli ve gereklidir (128). Hidrasyon durumu sağlığın korunmasının yanında egzersiz performansını da etkilemektedir (129-131). Dehidrasyon, vücut suyunun kaybedilmesi olarak tanımlanmaktadır. Sıcaklık ve glikojen kullanımını arttırmaktadır (132). Bu nedenle egzersize hidrate durumda başlanması ve egzersiz sırasında sıvı kayıplarının en aza indirilmesi gerekmektedir (2). Egzersize hidrate durumda başlamak amacıyla hidrasyon durumu farklı yöntemler kullanılarak değerlendirilmektedir. Pratikte en sık kullanılan yöntemler, idrar dansitesi ve vücut ağırlığı değişimleridir (133). Bu yöntemlerden idrar dansitesi ile idrar içerisinde çözünen maddelerin konstrasyonu

ölçülmekte ve idrar dansitesi <1020 olduğunda sporcunun hidrate olduğu kabul edilmektedir (9, 134, 135). McCrink ve ark. (136) futbolcuların beslenme ve hidrasyon durumlarının incelenmesi amacıyla yaptıkları bir çalışmada, çalışmaya katılan sporcuların %19'unun idrar dansitelerinin egzersiz öncesinde >1020 olduğunu bulmuşlardır. Başka bir çalışmada ise sporcuların egzersiz öncesi idrar dansiteleri ortalamalarının 1021 ± 0.005 olduğu ve sporcuların %45,4'ünün dehidrate oldukları bulunmuştur (137). Çalışmamızda açlık ve tokluk durumunda yapılan egzersizler öncesi idrar dansitelerinin ortanca değerleri sırasıyla 1025,0 (1020,0-1030,0); 1025,0 (1015,0-1025,0) bulunmuş (Bkz. Tablo 4.7. ve Bkz. Tablo 4.15.) ve her iki durumda da sporcuların egzersize dehidrate olarak başladıkları belirlenmiştir. Hidrasyon durumunun değerlendirilmesinde sık kullanılan bir diğer yöntem vücut ağırlığının değişimidir. Özellikle sıcak havalarda, egzersiz sırasında vücut ağırlığının %2'den fazlasının kaybedilmesi sağlık ve performansı olumsuz etkilemektedir. Vücut ağırlığı değişimleri değerlendirildiğinde, açlık durumunda yapılan aerobik egzersiz sırasında %1,7 (1,2-2,3); tokluk durumunda yapılan aerobik egzersiz sırasında ise %1,5 (1,1-1,9) olduğu bulunmuştur. Egzersiz sırasında vücut ağırlığı değişiminin %2'nin altında olduğu belirlenmiştir. Egzersiz öncesi idrar dansitesinin >1020 olması ve egzersiz sırasında %2'nin üzerinde vücut ağırlığı değişiminin olmasının sağlık ve performans üzerine olumsuz etkileri düşünüldüğünde, egzersize hidrate durumda başlanmasının önemi ile ilgili sporculara ve antrenörlere hidrasyon eğitimlerinin verilmesi gerektiğini düşünmekteyiz. Ayrıca takım sporlarında, sporcuların egzersiz sırasında vücut ağırlığı değişimleri bireysel olarak takip edilmeli, spor dalına ve sporcuya uygun bireysel hidrasyon stratejileri geliştirilmelidir.

5.4. Sporcuların Substrat Oksidasyonu ile ilgili Bulguların Değerlendirilmesi

Egzersiz sırasında iskelet kaslarının kasılması enerji gereksinmesinin artması ile sonuçlanmaktadır. Artan enerji gereksinmesinin karşılanması için ise substrat oksidasyonunun aktive edilmesi gerekmektedir (138). Egzersiz türü, şiddeti, süresi ve beslenme durumu (egzersiz öncesi öğün zamanı, porsiyon büyüklüğü ve besin-besin ögesi çeşitliliği vb.) gibi faktörler substrat oksidasyonunu etkileyen önemli faktörlerdir (139). Bu faktörlerden en önemli iki tanesi ise egzersiz şiddeti ve süresidir (42).

Egzersiz şiddetinin substrat oksidasyonuna etkisinin incelendiği çalışmalara bakıldığında, egzersiz şiddetinin artması ile karbonhidrat oksidasyonunun arttığı ve yağ oksidasyonunun azaldığı açıkça gösterilmiştir (10, 140). Egzersiz süresi ile ilgili çalışmalara bakıldığında (141) uzun süreli egzersiz sırasında endojen substrat konstrasyonunda meydana gelen değişikliklerin, substrat oksidasyonunda da değişikliklere neden olabileceği gösterilmiştir (142). Beslenme durumu substrat oksidasyonunu etkileyen bir diğer önemli faktördür. Bu nedenle açlık ve tokluk durumunda aerobik egzersiz yapılması ile substrat oksidasyonunda meydana gelebilecek değişiklikler araştırılmaya devam etmektedir.

5.4.1. Sporcuların Karbonhidrat Oksidasyonları ile İlgili Bulguların Değerlendirilmesi

Düşük-orta yoğunluklu ve uzun süreli egzersizlerde, egzersiz süresi uzadıkça karbonhidrat depolarının boşalmasına bağlı olarak karbonhidrat oksidasyonunun azaldığı literatürde belirtilmektedir (15, 48). Çalışmamızda düşük-orta yoğunluklu ve uzun süreli bir egzersiz yapılmış, açlık ve tokluk durumlarında yapılan egzersizler sırasında egzersiz süresine göre karbonhidrat oksidasyonlarının değişimi kaydedilmiştir. Açlık durumunda yapılan egzersiz sırasında karbonhidrat oksidasyonunun ortanca değerlerine bakıldığında, egzersiz sırasında karbonhidrat oksidasyonunun arttığı ancak bu artışın AD15, AD30, AD45 ve AD60 egzersiz bölümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı olmadığı bulunmuştur. Egzersiz süresine göre karbonhidrat oksidasyonlarının benzer olduğu görülmüştür. Tokluk durumunda yapılan egzersiz sırasında karbonhidrat oksidasyonunun ortanca değerlerine bakıldığında egzersizin ilk 45 dakikasında arttığı; son 15 dakikasında azaldığı belirlenmiştir. Karbonhidrat oksidasyonunda bulunan bu artış ve azalmanın TD15, TD30, TD45 ve TD60 egzersiz bölümleri arasında anlamlı bir farklılık gösterdiği görülmüştür. Bu anlamlı farklılığın TD15 egzersiz bölümünde karbonhidrat oksidasyonunun TD45 ve TD60 egzersiz bölümlerinden daha düşük olması ile ilişkili olduğu bulunmuştur. Çalışmanın egzersiz protokolü düşük-orta yoğunluklu aerobik egzersizlerden oluşmasına rağmen, egzersiz süresi uzadıkça yüksek yoğunluklu-kısa süreli egzersizler sırasında beklediğimiz gibi karbonhidrat oksidasyonunun artması, egzersiz süresinin uzamasına bağlı olarak sporcuların algıladığı zorluk derecesinin

artmış olması ile açıklanabilir. Bu algılanan zorluk derecesi subjektif olarak BORG skalası kullanılarak değerlendirilmektedir ve çalışmamızda kullanılmamıştır. Egzersiz sırasında substrat oksidasyonunun değerlendirildiği gelecekteki çalışmalarda bu ölçeğin kullanılması uygun olacaktır. Tokluk durumunda yapılan aerobik egzersiz sırasında karbonhidrat oksidasyonunun artması ve egzersizin ilk 15 dakikası daha düşük olması, karbonhidrat oksidasyonunu etkileyen faktörlerden biri olan diyet ile karbonhidrat alımı ile de ilişkilendirilebilir. Diyet ile alınan karbonhidratın miktarı, türü ve tüketim zamanının glikojen depoları, performans ve substrat oksidasyonunu etkilediği yapılan çalışmalarda gösterilmiştir (143). Bu nedenle egzersiz öncesi tüketilen kahvaltının makro besin ögesi içeriğinin yeterli ve dengeli beslenme ilkelerine uygun olması ile substrat oksidasyonunun düzenlenebileceğini düşünmekteyiz. ACSM ve Uluslararası Spor Beslenmesi Topluluğu (ISSN) gibi kuruluşlar egzersiz öncesi, sırası ve sonrasında doğru ve yeterli miktarda karbonhidrat alımının spor performansını olumlu etkileyeceğini belirterek egzersiz öncesi karbonhidrat alımını önermektedir (2, 123). Düşük karbonhidratlı diyetler veya 12 saatlik açlık gibi egzersiz sırasında glikojene bağımlılığı azaltabilecek müdahalelerin, spor performansına etkileri ise araştırılmaya devam etmektedir (55). Literatürde yer alan çalışmalarda spor performansını arttırmak için 12 saatlik açlık müdahaleleri yapıldığı görülmektedir (72, 144). Hespel ve ark. (20,145) açlık durumunda egzersizlerde, tokluk durumunda yapılan egzersizlere göre glikojen kullanımının azaldığını göstermişlerdir. Çalışmalarda antrenmana en güçlü yanıtı sağlamak için egzersize açlık durumunda başlamanın olumlu etkileri olduğu gösterilmiş olsa da (146); Van Proeyen ve ark. (20) açlık ve tokluk durumunda yapılan aerobik egzersizin metabolik adaptasyonlara etkilerini inceledikleri ve erkek sporcular ile yaptıkları bir çalışmada, açlık ve tokluk durumunda yapılan egzersizler sırasında karbonhidrat oksidasyonlarının benzer olduğu bulunmuştur. Literatürde açlık ve tokluk durumunda yapılan aerobik egzersizler sırasında karbonhidrat oksidasyonlarının karşılaştırıldığı başka bir çalışmada; dinlenme durumunda karbonhidrat oksidasyonlarının daha yüksek olduğu; açlık ve tokluk durumunda yapılan egzersizler sırasında karbonhidrat oksidasyonlarının ise benzer olduğu bulunmuştur (147). Çalışmamızda ise tokluk durumunda karbonhidrat oksidasyonunun daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Çalışmamızın sonuçları ve sporcularda yapılan çalışmaların sonuçları arasında var

olan bu farklılık, yöntemimizin literatürdeki diğer çalışmalardan farklı olmasına bağlanabilir. Substrat oksidasyonunun belirlenmesi için literatürde yer alan birçok çalışmada kullanılan yöntemden farklı olarak, *breath-by-breath otomatik taşınabilir* gaz analiz sistemi kullanılmıştır. Bu yöntem iki saate kadar egzersizlerde doğru ve güvenilir ölçüm yapabilmekte, sahada enerji harcaması ve substrat oksidasyonu gibi parametreler (VO_2 , VCO_2) için doğru ve güvenilir sonuçlar vermekte (148) olmasına rağmen, literatürde az sayıda çalışmada kullanıldığı görülmüştür. Bu nedenle sporcularda, açlık ve tokluk durumunda yapılan aerobik egzersiz sırasında karbonhidrat oksidasyonunu değerlendirmek için; doğru ve güvenilir ölçüm yöntemlerinin kullanıldığı ve örneklem sayısının artırıldığı çalışmalara ihtiyaç olduğunu düşünmekteyiz.

5.4.2. Sporcuların Yağ Oksidasyonları ile İlgili Bulguların Değerlendirilmesi

Yağ, düşük-orta yoğunluklu ve uzun süreli egzersizlerde sağlık, vücut ağırlığı denetimi ve vücut kompozisyonu gibi parametreler için önemli bir yakıttır. Sporcular bu nedenle egzersiz sırasında yağ oksidasyonunun artmasını hedeflemektedir (13, 47). Yağ oksidasyonunun artması ile metabolik verimlilik artmakta ve bu artışın spor performansı için faydalı olabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle yağ oksidasyonunun artırılması ile ilgili yeni stratejiler geliştirilmektedir.

Egzersiz sırasında yağ oksidasyonu dolaylı veya dolaysız olarak birçok faktörden etkilenmektedir (149) ve yağ oksidasyonunu etkileyen en önemli faktörün egzersiz şiddeti olduğu kabul edilmektedir (42, 149). Yağ oksidasyonunun maksimum oksijen tüketim kapasitesinin %50-60'ında yapılan egzersizlerde substrat oksidasyonunun yaklaşık %50'sine katkıda bulunduğu bilinmektedir (150). Uzun süreli aerobik egzersiz sırasında yağ oksidasyonunu etkileyen bir diğer önemli faktör ise egzersiz süresidir (141, 151). Chycki ve ark. (152) fiziksel olarak aktif bireyler ile yaptıkları, 12 saatlik açlık istenilen çalışmalarında egzersizin 20.dakikasında yağ oksidasyonunun en yüksek seviyede olduğu, egzersizin 30.dakika ve 35.dakikalarında ise giderek azaldığı bulunmuştur. Çalışmamızda ise açlık durumunda maksimum oksijen tüketim kapasitesinin %65'inde yapılan 60 dakikalık aerobik egzersiz sırasında kaydedilen yağ oksidasyonu ortanca değerlerine bakıldığında, egzersizin ilk 45

dakikasında yağ oksidasyonunun arttığı bulunmuştur. AD45 ve AD60 egzersiz bölümlerinde ise yağ oksidasyonu ortanca değerlerinin benzer ve en yüksek seviyede olduğu görülmüştür. Egzersizin son 15 dakikasında yağ oksidasyonunun artmaya devam etmemesinin nedeni ise 12 saatlik açlığın ardından uzun süreli aerobik egzersiz yapılmasına bağlı olarak endojen substrat oksidasyonunun azalması olabilir.

Tokluk durumunda maksimum oksijen tüketim kapasitesinin %65'inde yapılan aerobik egzersiz sırasında kaydedilen yağ oksidasyonu ortanca değerlerine bakılacak olursa TD15 egzersiz bölümünde yağ oksidasyonu ortanca değerleri en yüksek seviyede iken, TD30 ve TD45 egzersiz bölümlerinde giderek azalmıştır ve TD45 egzersiz bölümünde en düşük değerler kaydedilmiştir. Fakat yağ oksidasyonu TD60 egzersiz bölümünde tekrar artmıştır. Literatürde, düşük-orta yoğunluklu egzersizlerde egzersiz süresi iki saate (142), kadar uzadıkça yağ oksidasyonunun arttığını gösteren birçok çalışma yapılmış olmasına rağmen (152) çalışmamızın sonuçları tokluk durumunda aerobik egzersiz sırasında yağ oksidasyonunun değişimi ile ilgili literatürü desteklememektedir. Çalışmamızda literatürden farklı bir sonucun bulunmasının nedeni çalışmamızın egzersiz protokolü, sporcuların antrenman düzeyleri ve beslenme durumlarının farklı olması ve egzersiz öncesi öğünün makro besin ögesi içeriği olabilir. Yağ oksidasyonunun değerlendirilmesinde substrat oksidasyonunun tahmini için zaman aralığı önemlidir. Bu nedenle *breath-by-breath otomatik* taşınabilir gaz analiz sistemi gibi egzersiz sırasında yağ oksidasyonunun anlık olarak tahmin edilebildiği egzersiz protokolleri ile substrat oksidasyonunun değerlendirilmesinin gelecekteki çalışmalara yön vereceği düşünülmektedir.

Geçmiş yıllarda açlık durumunda yapılan aerobik egzersizin, karaciğer glikojen depolarının büyük ölçüde boşalması ile egzersize başlanmasına bağlı olarak hipoglisemi gibi olumsuz sonuçlar doğurabileceği ve buna bağlı olarak spor performansına olumsuz etkileri olabileceği gösterilmiş olmasına rağmen (153), son çalışmalarda kısa süreli açlığın spor performansına etkileri yoğun bir şekilde araştırılmaya başlanmıştır. Yapılan çalışmalarda çoğunlukla ramazan öncesi ve sonrası değişimler karşılaştırılmıştır (154, 155). Çalışmalar ile açlık durumunda yapılan egzersizin, enerji gereksinmesinin yağ oksidasyonu yolu ile sağlanmasını teşvik edeceği ve bu durumun spor performansına olumlu etkileri olabileceği düşünülmektedir (20). Bu nedenle pratikte de sporcular açlık durumunda antrenman

yaparak yağ oksidasyonunu arttırmayı amaçlamaktadır (98). Aird ve ark. (7) 12 saatlik açlık ile yapılan 43 çalışmayı değerlendirdikleri meta analizin sonuçlarına göre; <60 dakika yapılan ve aerobik egzersizin etkisine bakılan çalışmaların %57'sinde, >60 dakika yapılan ve aerobik egzersizin etkisine bakılan çalışmaların %46'sında performans ve substrat oksidasyonu gibi parametreler arasında bir farklılık bulunamamıştır. Ramazan ayının yağ oksidasyonuna etkisini değerlendirmek amacıyla, Ragbi sporcuları ile yapılan başka bir çalışmada yağ oksidasyonunun ramazan ayının başlangıcına göre arttığı bulunmuştur (5). Egzersiz öncesi karbonhidrat alımı ve açlık durumunda yapılan aerobik egzersizin yağ oksidasyonuna etkisinin değerlendirildiği, sporcular ile yapılan bir çalışmada ise egzersiz öncesi karbonhidrat alımının yağ oksidasyonunu %30 azalttığı bulunmuştur (156). Andersson Hall ve ark. (157) sporcular ile bisiklet ergometresi kullanarak yaptıkları bir çalışmada sporculara kahvaltı sonrası maksimum oksijen tüketim kapasitesinin %75'inde 60 dakika boyunca egzersiz yaptırılmış ve öğle yemeği sonrası iki saat dinlenmenin ardından egzersiz tekrarlanmıştır. Farklı bir gün ise 12 saatlik açlık ile aynı egzersiz protokolü tekrar uygulanmıştır. Yağ oksidasyonu, açlık ve tokluk durumunda yapılan egzersizler sırasında sırasıyla $0,69 \pm 0,04$ g/dk ve $0,51 \pm 0,04$ g/dk olarak bulunmuş iken; öğle yemeği sonrası *postprandiyal* 2.saatte yapılan egzersizde en yüksek değere ulaşmıştır ($0,89 \pm 0,05$ g/dk). Randell ve ark. (50) rekreasyonel ve profesyonel sporcular ile yağ oksidasyonunu değerlendirmek amacıyla yaptığı ve 5 saatin üzerinde açlık istenilen bir çalışmada futbolcuların açlık durumunda yapılan aerobik egzersiz sırasında yağ oksidasyonu ortalamaları çalışmamız ile benzer şekilde $0,58$ g/dk bulunmuştur. Çalışmamızda tokluk durumunda yapılan aerobik egzersiz sırasında yağ oksidasyonu ortanca değeri ise $0,47$ g/dk bulunmuştur. Açlık durumunda yapılan aerobik egzersiz sırasında yağ oksidasyonu ortanca değerleri ile literatürde bazı çalışmalarda kaydedilen yağ oksidasyonu ortanca/ortalama değerleri arasında farklılık olması; çalışmamızda istenilen açlık süresinin 12 saat olması, farklı spor dallarından sporcuların da çalışmaya dahil edilmiş olması, sporcuların antrenman düzeylerinin, beslenme durumlarının ve egzersiz protokollerinin farklı olması gibi nedenlerle açıklanabilir. Tokluk durumunda yapılan aerobik egzersiz sırasında kaydedilen yağ oksidasyonu ortanca değerlerinin literatüre göre düşük olmasının

egzersiz öncesi tüketilen öğünün makro besin ögesi içeriği ile ilgili olabileceğini düşünmekteyiz.

Açlık ve tokluk durumunda yapılan egzersiz sırasında yağ oksidasyonunu inceleyen çalışmaların birçoğu egzersizin substrat oksidasyonuna kısa süreli etkisini incelemekte iken, çalışmaların küçük bir kısmında açlık ve tokluk durumunun antrenmana adaptasyon üzerindeki uzun süreli etkisi incelenmektedir. Bu kısa süreli etkinin araştırıldığı çalışmalardan elde edilen sonuçların, egzersize bağlı adaptasyonlar ile doğrudan ilişkilendirilmemesi gerektiği belirtilmektedir (101). Düşük veya yüksek karbonhidrat mevcudiyeti ile başlanılan egzersizlerde, yağ oksidasyonları farklı bulunabilmekte fakat bu farklılığın kısa süreli etki ve antrenmana adaptasyonlar göz önünde bulundurulduğunda; kesin bir artış veya azalma şeklinde yorumlanmaması gerektiği düşünülmektedir (158, 159). Bu çalışmada açlık ve tokluk durumunda yapılan aerobik egzersiz sırasında kaydedilen yağ oksidasyonu ortanca değerleri arasında farklılık olduğu belirlenmiştir. Açlık durumunda yapılan aerobik egzersiz sırasında kaydedilen yağ oksidasyonu değerlerinin tokluk durumunda yapılan aerobik egzersiz sırasında kaydedilen yağ oksidasyonu değerlerine göre daha yüksek olduğu bulunmuştur. Yağ oksidasyonu değerleri egzersiz bölümlerine göre incelendiğinde, AD15 ve TD15 egzersiz bölümlerinde yağ oksidasyonlarının benzer olduğu görülmüştür. 60 dakikalık egzersizin son 45 dakikasına bakıldığında AD30>TD30, AD45>TD45 ve AD60>TD60 olduğu görülmüştür. Buna bağlı olarak açlık durumunda yapılan 60 dakikalık aerobik egzersizin son 45 dakikasında kaydedilen yağ oksidasyonunun, tokluk durumunda yapılan 60 dakikalık aerobik egzersizin son 45 dakikasında kaydedilen yağ oksidasyonuna göre yüksek olduğu belirlenmiştir. Literatürde açlık ve tokluk durumunda yağ oksidasyonunun karşılaştırıldığı sporcular ile yapılan çalışmalarda çalışmamızın sonucu ile benzer şekilde, çoğunlukla açlık durumunda yapılan aerobik egzersiz sırasında yağ oksidasyonunun daha yüksek olduğu gösterilmiş olsa bile (101) tokluk durumunda (postprandiyal 2.saatte) yağ oksidasyonunun daha yüksek olduğunu gösteren çalışmalarda bulunmaktadır (157). Açlık durumunda yapılan aerobik egzersizin yağ oksidasyonuna etkisini inceleyen çalışmalarda çelişkili sonuçlar olduğu görülmektedir. Literatürde görülen bu farklılığın sporcuların cinsiyeti, antrenman düzeyi, egzersiz süresi ve şiddeti, egzersiz öncesi öğünün makro besin ögesi içeriği ile ilişkili olabileceğini düşünmekteyiz. Bu

nedenle gelecekte yapılacak çalışmalarda egzersiz sırasında gaz değişimlerinin anlık kaydedildiği yöntemlerin kullanıldığı, açlığın spor performansına uzun süreli, dolaylı ve dolaysız yoldan etkilerinin değerlendirildiği çalışmalara ihtiyaç olduğunu düşünmekteyiz.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

6.1. Sonuçlar

1. Açlık ve tokluk durumunda yapılan egzersiz öncesi besin tüketimleri değerlendirildiğinde günlük enerji alımı, karbonhidrat, protein ve yağ alımlarının benzer olduğu belirlenmiştir ($p>0,05$).
2. Açlık ve tokluk durumunda yapılan egzersiz günü besin tüketimleri değerlendirildiğinde günlük enerji alımı, karbonhidrat, protein ve yağ alımlarının benzer olduğu belirlenmiştir ($p>0,05$).
3. İlk ziyaret, açlık ve tokluk durumunda egzersizler öncesi sabah idrar örnekleri alınarak sporcuların idrar dansitelerine bakıldığında çalışmanın üç aşamasında da dehidrate oldukları (1025,0 (1020,0-1025,0);1025,0 (1020,0-1030,0); 1025,0 (1015,0-1025,0)) belirlenmiştir.
4. Açlık ve tokluk durumunda yapılan egzersizler öncesi idrar dansitelerinin benzer olduğu bulunmuştur ($p>0,05$).
5. Açlık ve tokluk durumunda yapılan egzersizler öncesi-sonrası vücut ağırlığı ve vücut ağırlığı değişimi yüzdelerinin benzer olduğu bulunmuştur ($p>0,05$).
6. Açlık ve tokluk durumunda yapılan egzersizler öncesi idrar pH'larına bakıldığında açlık durumunda idrar pH'larının daha yüksek olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$).
7. Açlık durumunda yapılan egzersizin süresine göre karbonhidrat oksidasyonları karşılaştırıldığında, AD15, AD30, AD45 ve AD60 egzersiz bölümlerinde karbonhidrat oksidasyonlarının benzer olduğu bulunmuştur ($p>0,05$).
8. Tokluk durumunda yapılan egzersizin süresine göre karbonhidrat oksidasyonları karşılaştırıldığında TD15, TD30, TD45 ve TD60 egzersiz bölümleri arasında fark olduğu ve bu farkın egzersizin TD15<TD45 ve TD15<TD60 olmasından kaynaklandığı belirlenmiştir.
9. Açlık ve tokluk durumunda yapılan aerobik egzersiz sırasında kaydedilen karbonhidrat oksidasyonu değerlerine bakıldığında; tokluk durumunda karbonhidrat oksidasyonunun daha yüksek olduğu belirlenmiştir ($p<0,05$).

10. Açlık ve tokluk durumunda egzersizler sırasında karbonhidrat oksidasyonunun egzersiz bölümlerine göre karşılaştırılmasına bakıldığında $TD15 > AD15 (p > 0,05)$; $TD30 > AD30 (p < 0,05)$; $TD45 > AD45 (p < 0,05)$; $TD60 > AD60 (p < 0,05)$ olduğu ve tokluk durumunda yapılan aerobik egzersiz sırasında karbonhidrat oksidasyonu değerlerinin daha yüksek olmasının 60 dakikalık egzersizin 15-45 dakikalık bölümü ile ilişkili olduğu bulunmuştur ($p < 0,05$).
11. Açlık durumunda yapılan egzersizin süresine göre yağ oksidasyonları karşılaştırıldığında AD15, AD30, AD45 ve AD60 egzersiz bölümlerinde yağ oksidasyonlarının benzer olduğu bulunmuştur ($p > 0,05$).
12. Tokluk durumunda yapılan egzersizin süresine göre yağ oksidasyonları karşılaştırıldığında TD15, TD30, TD45 ve TD60 egzersiz bölümlerinde yağ oksidasyonlarının benzer olduğu bulunmuştur ($p > 0,05$).
13. Açlık ve tokluk durumunda yapılan aerobik egzersiz sırasında kaydedilen yağ oksidasyonu değerlerine bakıldığında; açlık durumunda yağ oksidasyonunun daha yüksek olduğu belirlenmiştir ($p < 0,05$).
14. Açlık ve tokluk durumunda egzersizler sırasında yağ oksidasyonunun egzersiz bölümlerine göre karşılaştırılmasına bakıldığında $TD15 > AD15 (p > 0,05)$; $AD30 > TD30 (p < 0,05)$; $AD45 > TD45 (p < 0,05)$; $AD60 > TD60 (p < 0,05)$ olduğu ve açlık durumunda yapılan aerobik egzersiz sırasında yağ oksidasyonu değerlerinin daha yüksek olmasının 60 dakikalık egzersizin son 45 dakikalık bölümü ile ilişkili olduğu bulunmuştur ($p < 0,05$).

6.2. Öneriler

Sporcuların, spor performansını arttırmak amacıyla kullanabilecekleri birçok strateji vardır. Bu stratejilerden birisi olan beslenme, toparlanmayı hızlandırmasının yanında, egzersiz performansını iyileştirmek için de önemli bir rol oynamaktadır. Antrenmana uygun beslenme stratejilerinin geliştirilmesi substrat oksidasyonunu etkileyerek metabolik verimliliği arttırabileceğinden, beslenmesi stratejilerinin spor dalı, cinsiyet, performans hedefi ve egzersiz şiddeti gibi parametrelere göre yıl boyu düzenlenmesi oldukça önemli bir adım olacaktır. Substrat oksidasyonunu etkileyebileceği düşünülen faktörler ile antrenman veya müsabaka öncesinde karbonhidrat gereksinmesinin azaltılması ve egzersiz sırasında yağ oksidasyonunun arttırılması hedeflenmektedir. Bu hedefe ulaşılması için farklı egzersiz şiddetleri ve sürelerinde yapılan egzersizler öncesi, tüketilen öğünün zamanı ve besin ögesi içeriğinin düzenlenmesi önem kazanmıştır. Bu amaçla açlık durumunda yapılan egzersizler ile egzersiz öncesi tüketilen öğünün zamanına odaklanılmakta; tokluk durumunda yapılan egzersizler (egzersize öğünden sonra başlanan egzersizlerde) ile egzersiz öncesi öğünün besin ögesi içeriğinin değiştirilmesine odaklanılmaktadır. Bu amaçtan yola çıkılarak sporcularda tokluk durumunda yapılan egzersiz öncesi düşük-orta ve yüksek karbonhidratlı öğün tüketiminin substrat oksidasyonuna etkilerinin karşılaştırıldığı bir çalışmanın alana katkı sağlayabileceğini düşünüyoruz. Çalışmamızda sporcuların 12 saatlik açlık ile aerobik egzersiz yaptıkları durumda yağ oksidasyonları sporcuların hedefledikleri şekilde daha yüksek olarak bulunmuştur. Fakat güncel spor beslenmesi önerilerine bakıldığında sporcuların aerobik egzersizlere açlık durumunda başlaması önerilmemektedir. Bu nedenle açlık ve tokluk durumunda yapılan egzersizlerin etkilerinin cinsiyet, spor dalı, egzersiz türü, şiddeti, süresi ve egzersizin yapıldığı günün saati gibi faktörler dahil edilerek karşılaştırıldığı yeni çalışmalar ile literatürün desteklenmesi gerekmektedir.

7. KAYNAKLAR

1. Spiker M, Reinhardt S, Bruening M. Academy of Nutrition and Dietetics: Revised 2020 Standards of Professional Performance for Registered Dietitian Nutritionists (Competent, Proficient, and Expert) in Sustainable, Resilient, and Healthy Food and Water Systems. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*. 2020;120(9):1568-85. e28.
2. Thomas DT, Erdman KA, Burke LM. 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*. 2016;116(3):501-28.
3. Benardot D. *Advanced sports nutrition*. 3th ed. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers; 2020.
4. Maughan R, Fallah J, Coyle E. The effects of fasting on metabolism and performance. *British journal of sports medicine*. 2010;44(7):490-4.
5. Bouhrel E, Salhi Z, Bouhrel H, Mdella S, Amamou A, Zaouali M, et al. Effect of Ramadan fasting on fuel oxidation during exercise in trained male rugby players. *Diabetes & metabolism*. 2006;32(6):617-24.
6. Escalante G, Barakat C. Fasted Versus Nonfasted Aerobic Exercise on Body Composition: Considerations for Physique Athletes. *Strength & Conditioning Journal*. 2020;42(5):71-8.
7. Aird TP, Davies RW, Carson BP. Effects of fasted vs fed-state exercise on performance and post-exercise metabolism: A systematic review and meta-analysis. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2018;28(5):1476-93.
8. Vieira AF, Costa RR, Macedo RCO, Coconcelli L, Kruel LFM. Effects of aerobic exercise performed in fasted v. fed state on fat and carbohydrate metabolism in adults: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Nutrition*. 2016;116(7):1153-64.
9. Austin KG, Seebohar B. *Performance nutrition: Applying the science of nutrient timing*: Human Kinetics; 2011.
10. Stannard SR, Buckley AJ, Edge JA, Thompson MW. Adaptations to skeletal muscle with endurance exercise training in the acutely fed versus overnight-fasted state. *Journal of Science and Medicine in Sport*. 2010;13(4):465-9.
11. Westerterp KR. Exercise, energy balance and body composition. *European journal of clinical nutrition*. 2018;72(9):1246-50.
12. Santos DA, Dawson JA, Matias CN, Rocha PM, Minderico CS, Allison DB, et al. Reference values for body composition and anthropometric measurements in athletes. *PloS one*. 2014;9(5):e97846.
13. Fletcher G, Eves FF, Glover EI, Robinson SL, Vernooij CA, Thompson JL, et al. Dietary intake is independently associated with the maximal capacity for fat oxidation during exercise. *The American journal of clinical nutrition*. 2017;105(4):864-72.

14. Margonis K, Fatouros IG, Jamurtas AZ, Nikolaidis MG, Douroudos I, Chatzinikolaou A, et al. Oxidative stress biomarkers responses to physical overtraining: implications for diagnosis. *Free Radical Biology and Medicine*. 2007;43(6):901-10.
15. McArdle WD, Katch FI, Katch VL. *Essentials of exercise physiology*. 3th ed. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins; 2006.
16. Stock MJ. Effects of fasting and refeeding on the metabolic response to a standard meal in man. *European journal of applied physiology and occupational physiology*. 1980;43(1):35-40.
17. Murray B, Rosenbloom C. *Fundamentals of glycogen metabolism for coaches and athletes*. *Nutrition reviews*. 2018;76(4):243-59.
18. Hall JE, Hall ME. *Guyton and Hall textbook of medical physiology*. 14th ed. Philadelphia, PA: Elsevier Health Sciences; 2020.
19. Solianik R, Sujeta A, Terentjevienė A, Skurvydas A. Effect of 48 h fasting on autonomic function, brain activity, cognition, and mood in amateur weight lifters. *BioMed research international*. 2016;2016.
20. Van Proeyen K, Szlufcik K, Nielens H, Ramaekers M, Hespel P. Beneficial metabolic adaptations due to endurance exercise training in the fasted state. *Journal of applied physiology*. 2011;110(1):236-45.
21. Melzer K. Carbohydrate and fat utilization during rest and physical activity. *e-SPEN, the European e-Journal of Clinical Nutrition and Metabolism*. 2011;6(2):e45-e52.
22. Seebohar B. *Nutrition Periodization for Athletes: Taking Traditional Sports Nutrition to the Next Level*: Bull Publishing Company; 2011.
23. Shao Y, Xiao H, Chen B, Huang S, Qin FG. Comparison and analysis of thermal efficiency and exergy efficiency in energy systems by case study. *Energy Procedia*. 2018;153:161-8.
24. Bhattacharyya SC, Timilsina GR. A review of energy system models. *International Journal of Energy Sector Management*. 2010.
25. Farrell PA, Joyner MJ, Caiozzo V. *ACSM's advanced exercise physiology*: Wolters Kluwer Health Adis (ESP); 2011.
26. Powers SK, Howley ET, Quindry J. *Exercise physiology: Theory and application to fitness and performance*. 10th ed. New York: McGraw-Hill; 2007.
27. Hargreaves M, Spriet LL. Skeletal muscle energy metabolism during exercise. *Nature Metabolism*. 2020;2(9):817-28.
28. Bakanlığı TS. *Türkiye Fiziksel Aktivite Rehberi*. Ankara: Türkiye Halk Sağlığı Kurumu; 2014.
29. Wahid A, Manek N, Nichols M, Kelly P, Foster C, Webster P, et al. Quantifying the association between physical activity and cardiovascular disease and diabetes: a systematic review and meta-analysis. *Journal of the American Heart Association*. 2016;5(9):e002495.

30. Pelliccia A, Caselli S, Sharma S, Basso C, Bax JJ, Corrado D, et al. European Association of Preventive Cardiology (EAPC) and European Association of Cardiovascular Imaging (EACVI) joint position statement: recommendations for the indication and interpretation of cardiovascular imaging in the evaluation of the athlete's heart. *European heart journal*. 2018;39(21):1949-69.
31. Jemni M, Prince MS, Baker JS. Assessing Cardiorespiratory Fitness of Soccer Players: Is Test Specificity the Issue?—A Review. *Sports medicine-open*. 2018;4(1):1-18.
32. Stølen T, Chamari K, Castagna C, Wisløff U. Physiology of soccer. *Sports medicine*. 2005;35(6):501-36.
33. Dolci F, Hart NH, Kilding AE, Chivers P, Piggott B, Spiteri T. Physical and energetic demand of soccer: a brief review. *Strength & Conditioning Journal*. 2020;42(3):70-7.
34. Yıldız SA. Aerobik ve Anaerobik Kapasitenin Anlamı Nedir. *Solunum dergisi*. 2012;14(1):1-8.
35. Darandereli A. Maksimal Aerobik Hız: Genel Bakış ve Önemli Yöntemsel Noktalar. *Türkiye Klinikleri Spor Bilimleri*. 2020;12(3).
36. Franklin BA, Brinks J, Berra K, Lavie CJ, Gordon NF, Sperling LS. Using metabolic equivalents in clinical practice. *The American journal of cardiology*. 2018;121(3):382-7.
37. Jetté M, Sidney K, Blümchen G. Metabolic equivalents (METs) in exercise testing, exercise prescription, and evaluation of functional capacity. *Clinical cardiology*. 1990;13(8):555-65.
38. Norton K, Norton L, Sadgrove D. Position statement on physical activity and exercise intensity terminology. *Journal of science and medicine in sport*. 2010;13(5):496-502.
39. Maciejczyk M, Więcek M, Szymura J, Szyguła Z, Wiecha S, Cempla J. The influence of increased body fat or lean body mass on aerobic performance. *PloS one*. 2014;9(4):e95797.
40. Murray R, Kenney WL. *Practical guide to exercise physiology*. Champaign, IL: Human Kinetics; 2016.
41. Kenney W, Wilmore J, Costill D. *Physiology of Sport and Exercise* 6th Ed. Champaign, IL: Human kinetics; 2015.
42. Hawley JA, Leckey JJ. Carbohydrate dependence during prolonged, intense endurance exercise. *Sports Medicine*. 2015;45(1):5-12.
43. Moghetti P, Bacchi E, Brangani C, Donà S, Negri C. Metabolic effects of exercise. *Sports Endocrinology*. 2016;47:44-57.
44. Katch V, McArdle W, Katch F. *Measuring and Evaluating Human Energy-Generating Capacities During Exercise Essentials of Exercise Physiology*. 4th ed. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & wilkins; 2006:203-35.
45. Hawley JA, Maughan RJ, Hargreaves M. Exercise metabolism: Historical Perspective. *Cell metabolism*. 2015;22(1):12-7.

46. Jeukendrup A, Wallis G. Measurement of substrate oxidation during exercise by means of gas exchange measurements. *International journal of sports medicine*. 2005;26(S 1):S28-S37.
47. Muscella A, Stefano E, Lunetti P, Capobianco L, Marsigliante S. The Regulation of Fat Metabolism during Aerobic Exercise. *Biomolecules*. 2020;10(12):1699.
48. Potteiger JA. *ACSM's Introduction to exercise science*: Wollters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins Health; 2011.
49. Hearris MA, Hammond KM, Fell JM, Morton JP. Regulation of muscle glycogen metabolism during exercise: implications for endurance performance and training adaptations. *Nutrients*. 2018;10(3):298.
50. Randell RK, Rollo I, Roberts TJ, Dalrymple KJ, Jeukendrup AE, Carter JM. Maximal fat oxidation rates in an athletic population. *Med Sci Sports Exerc*. 2017;49(1):133-40.
51. Longo VD, Panda S. Fasting, circadian rhythms, and time-restricted feeding in healthy lifespan. *Cell metabolism*. 2016;23(6):1048-59.
52. Learsi SK, Ghiarone T, Silva-Cavalcante MD, Andrade-Souza VA, Ataide-Silva T, Bertuzzi R, et al. Cycling time trial performance is improved by carbohydrate ingestion during exercise regardless of a fed or fasted state. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2019;29(5):651-62.
53. Achten J, Jeukendrup A. Maximal fat oxidation during exercise in trained men. *International journal of sports medicine*. 2003;24(08):603-8.
54. Donnelly JE, Blair SN, Jakicic JM, Manore MM, Rankin JW, Smith BK. American College of Sports Medicine Position Stand. Appropriate physical activity intervention strategies for weight loss and prevention of weight regain for adults. *Medicine and science in sports and exercise*. 2009;41(2):459-71.
55. Zouhal H, Saeidi A, Salhi A, Li H, Essop MF, Laher I, et al. Exercise training and fasting: current insights. *Open access journal of sports medicine*. 2020;11:1.
56. Plowman SA, Smith DL. *Exercise physiology for health fitness and performance*: Lippincott Williams & Wilkins; 2013.
57. McMurray RG, Soares J, Caspersen CJ, McCurdy T. Examining variations of resting metabolic rate of adults: a public health perspective. *Medicine and science in sports and exercise*. 2014;46(7):1352.
58. Manore MM, Thompson JL. Energy requirements of the athlete: assessment and evidence of energy efficiency. *Clinical sports nutrition: McGraw Hill Australia*; 2006. p. 113-34.
59. Pekcan G. Beslenme durumunun saptanması. *Sağlık Bakanlığı Yayın*. 2008(726):16-21.
60. Mahan LK, Raymond JL. *Krause's food & the nutrition care process-e-book*: Elsevier Health Sciences; 2016.
61. Psota T, Chen K. Measuring energy expenditure in clinical populations: rewards and challenges. *European journal of clinical nutrition*. 2013;67(5):436-42.

62. Schofield K, Thorpe H, Sims S. Resting metabolic rate prediction equations and the validity to assess energy deficiency in the athlete population. *Experimental physiology*. 2019;104(4):469-75.
63. Blundell J, Finlayson G, Gibbons C, Caudwell P, Hopkins M. The biology of appetite control: do resting metabolic rate and fat-free mass drive energy intake? *Physiology & behavior*. 2015;152:473-8.
64. Woods AL, Garvican-Lewis LA, Lundy B, Rice AJ, Thompson KG. New approaches to determine fatigue in elite athletes during intensified training: Resting metabolic rate and pacing profile. *PLoS One*. 2017;12(3):e0173807.
65. MacKenzie-Shalders K, Kelly JT, So D, Coffey VG, Byrne NM. The effect of exercise interventions on resting metabolic rate: A systematic review and meta-analysis. *Journal of sports sciences*. 2020;38(14):1635-49.
66. Andrade Jr M. Metabolism during fasting and starvation: understanding the basics to glimpse new boundaries. *J Nutr Diet*. 2017;1:e02.
67. Manore MM, Thompson JL. Energy requirements of the athlete: assessment and evidence of energy efficiency. *Clinical sports nutrition*. 2006;3:113-34.
68. Mountjoy M, Sundgot-Borgen J, Burke L, Ackerman KE, Blauwet C, Constantini N, et al. International Olympic Committee (IOC) consensus statement on relative energy deficiency in sport (RED-S): 2018 update. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*. 2018;28(4):316-31.
69. Fritzen AM, Lundsgaard A-M, Kiens B. Dietary fuels in athletic performance. *Annual review of nutrition*. 2019;39:45-73.
70. Williams C, Serratos L. Nutrition on match day. *Journal of sports sciences*. 2006;24(07):687-97.
71. Earnest CP, Rothschild J, Harnish CR, Naderi A. Metabolic adaptations to endurance training and nutrition strategies influencing performance. *Research in Sports Medicine*. 2019;27(2):134-46.
72. Jeukendrup AE. Periodized nutrition for athletes. *Sports medicine*. 2017;47(1):51-63.
73. Kerksick CM. Requirements of proteins, carbohydrates, and fats for athletes. *Nutrition and Enhanced Sports Performance*: Elsevier; 2019. p. 443-59.
74. Burke LM. Hydration in sport and exercise. *Heat Stress in Sport and Exercise*: Springer; 2019. p. 113-37.
75. Sawka MN, Cheuvront SN, Kenefick RW. Hypohydration and human performance: impact of environment and physiological mechanisms. *Sports Medicine*. 2015;45(1):51-60.
76. Casa DJ, Armstrong LE, Hillman SK, Montain SJ, Reiff RV, Rich BS, et al. National Athletic Trainers' Association position statement: fluid replacement for athletes. *Journal of athletic training*. 2000;35(2):212.
77. Cheuvront S, Kenefick R. Dehydration: physiology, assessment, and performance effects. *Compr Physiol* 4: 257–285. 2014.

78. Armstrong LE, Johnson EC, Bergeron MF. COUNTERVIEW: is drinking to thirst adequate to appropriately maintain hydration status during prolonged endurance exercise? No. *Wilderness & environmental medicine*. 2016;27(2):195-8.
79. Shirreffs SM, Sawka MN. Fluid and electrolyte needs for training, competition, and recovery. *Food, Nutrition and Sports Performance III*: Routledge; 2013. p. 47-54.
80. Nuccio RP, Barnes KA, Carter JM, Baker LB. Fluid balance in team sport athletes and the effect of hypohydration on cognitive, technical, and physical performance. *Sports Medicine*. 2017;47(10):1951-82.
81. James LJ, Funnell MP, James RM, Mears SA. Does hypohydration really impair endurance performance? Methodological considerations for interpreting hydration research. *Sports Medicine*. 2019;49(2):103-14.
82. Höggström GM, Pietilä T, Nordström P, Nordström A. Body composition and performance: influence of sport and gender among adolescents. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 2012;26(7):1799-804.
83. Toomey CM, Cremona A, Hughes K, Norton C, Jakeman P. A review of body composition measurement in the assessment of health. *Topics in clinical nutrition*. 2015;30(1):16-32.
84. Eston R, Hawes M, Martin A, Reilly T. *Human body composition*: Routledge; 2009.
85. Siri WE. The gross composition of the body. *Advances in biological and medical physics*. 4: Elsevier; 1956. p. 239-80.
86. Brožek J, Grande F, Anderson JT, Keys A. Densitometric analysis of body composition: revision of some quantitative assumptions. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 1963;110(1):113-40.
87. Ackland TR, Lohman TG, Sundgot-Borgen J, Maughan RJ, Meyer NL, Stewart AD, et al. Current status of body composition assessment in sport. *Sports Medicine*. 2012;42(3):227-49.
88. Aragon AA, Schoenfeld BJ, Wildman R, Kleiner S, VanDusseldorp T, Taylor L, et al. International society of sports nutrition position stand: diets and body composition. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2017;14(1):1-19.
89. Garthe I, Raastad T, Refsnes PE, Sundgot-Borgen J. Effect of nutritional intervention on body composition and performance in elite athletes. *European journal of sport science*. 2013;13(3):295-303.
90. Rakıçioğlu N, Acar Tek N, Ayaz A, Pekcan G. *Yemek ve Besin Fotoğraf Kataloğu. Ölçü ve Miktarlar, yenilenmiş*. 2017.
91. Lohman TG. Assessment of body composition in children. *Pediatric Exercise Science*. 1989;1(1):19-30.
92. Weir JdV. New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism. *The Journal of physiology*. 1949;109(1-2):1-9.

93. Poole DC, Wilkerson DP, Jones AM. Validity of criteria for establishing maximal O₂ uptake during ramp exercise tests. *European journal of applied physiology*. 2008;102(4):403-10.
94. Seidenberg PH, Beutler AI. *The sports medicine resource manual*: Elsevier; 2008.
95. Frayn K. Calculation of substrate oxidation rates in vivo from gaseous exchange. *Journal of applied physiology*. 1983;55(2):628-34.
96. Maunder E, Plews DJ, Kilding AE. Contextualising maximal fat oxidation during exercise: determinants and normative values. *Frontiers in physiology*. 2018;9:599.
97. Fernández-Verdejo R, Bajpeyi S, Ravussin E, Galgani JE. Metabolic flexibility to lipid availability during exercise is enhanced in individuals with high insulin sensitivity. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*. 2018;315(4):E715-E22.
98. Rothschild JA, Kilding AE, Plews DJ. Prevalence and determinants of fasted training in endurance athletes: A survey analysis. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*. 2020;30(5):345-56.
99. Nilsson LH, Hultman E. Liver glycogen in man—the effect of total starvation or a carbohydrate-poor diet followed by carbohydrate refeeding. *Scandinavian journal of clinical and laboratory investigation*. 1973;32(4):325-30.
100. Knapik JJ, Meredith CN, Jones BH, Suck L, Young VR, Evans WJ. Influence of fasting on carbohydrate and fat metabolism during rest and exercise in men. *Journal of Applied Physiology*. 1988;64(5):1923-9.
101. Rothschild JA, Kilding AE, Plews DJ. What Should I Eat before Exercise? Pre-Exercise Nutrition and the Response to Endurance Exercise: Current Prospective and Future Directions. *Nutrients*. 2020;12(11):3473.
102. Allen SV, Hopkins WG. Age of peak competitive performance of elite athletes: a systematic review. *Sports Medicine*. 2015;45(10):1431-41.
103. Kalén A, Rey E, de Rellán-Guerra AS, Lago-Peñas C. Are soccer players older now than before? aging trends and market value in the last three decades of the UEFA champions league. *Frontiers in psychology*. 2019;10:76.
104. Lorenzo-Martínez M, Rey E, Padrón-Cabo A. The effect of age on between-match physical performance variability in professional soccer players. *Research in Sports Medicine*. 2020;28(3):351-9.
105. Lukaski H, Raymond-Pope CJ. *New Frontiers of Body Composition in Sport*. *International journal of sports medicine*. 2021.
106. Marini E, Campa F, Buffa R, Stagi S, Matias CN, Toselli S, et al. Phase angle and bioelectrical impedance vector analysis in the evaluation of body composition in athletes. *Clinical Nutrition*. 2020;39(2):447-54.
107. Jaspers A, Brink MS, Probst SG, Frencken WG, Helsen WF. Relationships between training load indicators and training outcomes in professional soccer. *Sports Medicine*. 2017;47(3):533-44.

108. McArdle WD. Sports and exercise nutrition: Lippincott Williams & Wilkins; 2018.
109. Leão C, Camões M, Clemente FM, Nikolaidis PT, Lima R, Bezerra P, et al. Anthropometric profile of soccer players as a determinant of position specificity and methodological issues of body composition estimation. *International journal of environmental research and public health*. 2019;16(13):2386.
110. Driskell JA, Wolinsky I. Nutritional assessment of athletes: CRC press; 2016.
111. Dunford M. Sports nutrition: A practice manual for professionals: American Dietetic Associati; 2006.
112. Westerterp KR. Physical activity and physical activity induced energy expenditure in humans: measurement, determinants, and effects. *Frontiers in physiology*. 2013;4:90.
113. Kaur H, Kaur D. An Assessment Of Energy Intake And Energy Expenditure Of Male Football Players During Pre Competition Period. *European Journal of Molecular & Clinical Medicine*. 2020;7(7):3948-53.
114. Bilsborough JC, Greenway K, Livingston S, Cordy J, Coutts AJ. Changes in anthropometry, upper-body strength, and nutrient intake in professional Australian football players during a season. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 2016;11(3):290-300.
115. Spronk I, Heaney SE, Prvan T, O'Connor HT. Relationship between general nutrition knowledge and dietary quality in elite athletes. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*. 2015;25(3):243-51.
116. Ó Catháin C, Fleming J, Renard M, Kelly DT. Dietary intake of gaelic football players during game preparation and recovery. *Sports*. 2020;8(5):62.
117. Helge J. A high carbohydrate diet remains the evidence based choice for elite athletes to optimise performance. *The Journal of physiology*. 2017;595(9):2775.
118. Bendiksen M, Bischoff R, Randers MB, Mohr M, Rollo I, Suetta C, et al. The Copenhagen Soccer Test: physiological response and fatigue development. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2012;44(8):1595-603.
119. Stellingwerff T. Contemporary nutrition approaches to optimize elite marathon performance. *International journal of sports physiology and performance*. 2013;8(5):573-8.
120. Consensus F. Nutrition for football: the FIFA/F-MARC consensus conference. *J Sports Sci*. 2006;24:663-4.
121. Phillips SM. Dietary protein requirements and adaptive advantages in athletes. *British Journal of Nutrition*. 2012;108(S2):S158-S67.
122. Phillips SM, Van Loon LJ. Dietary protein for athletes: from requirements to optimum adaptation. *Journal of sports sciences*. 2011;29(sup1):S29-S38.
123. Kerksick CM, Wilborn CD, Roberts MD, Smith-Ryan A, Kleiner SM, Jäger R, et al. ISSN exercise & sports nutrition review update: research & recommendations. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2018;15(1):1-57.

124. Jenner SL, Buckley GL, Belski R, Devlin BL, Forsyth AK. Dietary intakes of professional and semi-professional team sport athletes do not meet sport nutrition recommendations—a systematic literature review. *Nutrients*. 2019;11(5):1160.
125. Puglisi M. Dietary Fat and Sports Performance. *Nutrition and Enhanced Sports Performance*: Elsevier; 2019. p. 555-69.
126. Burke LM, Ross ML, Garvican-Lewis LA, Welvaert M, Heikura IA, Forbes SG, et al. Low carbohydrate, high fat diet impairs exercise economy and negates the performance benefit from intensified training in elite race walkers. *The Journal of physiology*. 2017;595(9):2785-807.
127. Brinkmans NY, Iedema N, Plasqui G, Wouters L, Saris WH, van Loon LJ, et al. Energy expenditure and dietary intake in professional football players in the Dutch Premier League: Implications for nutritional counselling. *Journal of sports sciences*. 2019;37(24):2759-67.
128. Horswill CA, Janas LM. Hydration and health. *American Journal of Lifestyle Medicine*. 2011;5(4):304-15.
129. Chevront SN, Kenefick RW. Dehydration: physiology, assessment, and performance effects. *Comprehensive Physiology*. 2011;4(1):257-85.
130. Savoie F-A, Kenefick RW, Ely BR, Chevront SN, Goulet ED. Effect of hypohydration on muscle endurance, strength, anaerobic power and capacity and vertical jumping ability: a meta-analysis. *Sports medicine*. 2015;45(8):1207-27.
131. Barley OR, Chapman DW, Abbiss CR. The current state of weight-cutting in combat sports. *Sports*. 2019;7(5):123.
132. Magee PJ, Gallagher AM, McCormack JM. High prevalence of dehydration and inadequate nutritional knowledge among university and club level athletes. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*. 2017;27(2):158-68.
133. Irwin C, Campagnolo N, Iudakhina E, Cox GR, Desbrow B. Effects of acute exercise, dehydration and rehydration on cognitive function in well-trained athletes. *Journal of sports sciences*. 2018;36(3):247-55.
134. Barley OR, Chapman DW, Abbiss CR. Reviewing the current methods of assessing hydration in athletes. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2020;17(1):1-13.
135. Armstrong LE, Maresh CM, Castellani JW, Bergeron MF, Kenefick RW, LaGasse KE, et al. Urinary indices of hydration status. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. 1994;4(3):265-79.
136. McCrink CM, McSorley EM, Grant K, McNeilly AM, Magee PJ. An investigation of dietary intake, nutrition knowledge and hydration status of Gaelic Football players. *European Journal of Nutrition*. 2020:1-9.
137. Vescovi JD, Watson G. Variability of body mass and urine specific gravity in elite male field hockey players during a pre-olympic training camp. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*. 2019;29(1):46-50.

138. Hargreaves M. The metabolic systems: carbohydrate metabolism. ACSM's Advanced Exercise Physiology 2nd ed Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins. 2012:379-91.
139. Mul JD, Stanford KI, Hirshman MF, Goodyear LJ. Exercise and regulation of carbohydrate metabolism. Progress in molecular biology and translational science. 2015;135:17-37.
140. Frawley K, Greenwald G, Rogers RR, Petrella JK, Marshall MR. Effects of prior fasting on fat oxidation during resistance exercise. International journal of exercise science. 2018;11(2):827.
141. Van Hall G. The physiological regulation of skeletal muscle fatty acid supply and oxidation during moderate-intensity exercise. Sports medicine. 2015;45(1):23-32.
142. Purdom T, Kravitz L, Dokladny K, Mermier C. Understanding the factors that effect maximal fat oxidation. Journal of the International Society of Sports Nutrition. 2018;15(1):1-10.
143. Hawley JA, Burke LM. Carbohydrate availability and training adaptation: effects on cell metabolism. Exercise and sport sciences reviews. 2010;38(4):152-60.
144. Amaro-Gahete FJ, Sanchez-Delgado G, Jurado-Fasoli L, De-la-O A, Castillo MJ, Helge JW, et al. Assessment of maximal fat oxidation during exercise: a systematic review. Scandinavian journal of medicine & science in sports. 2019;29(7):910-21.
145. Van Proeyen K, De Bock K, Hespel P. Training in the fasted state facilitates re-activation of eEF2 activity during recovery from endurance exercise. European journal of applied physiology. 2011;111(7):1297-305.
146. Bartlett JD, Hawley JA, Morton JP. Carbohydrate availability and exercise training adaptation: too much of a good thing? European journal of sport science. 2015;15(1):3-12.
147. Kang J, Hasan SB, Ellis NA, Vought IT, Ratamess NA, Bush JA, et al. Effects of Exercise With and Without Energy Replacement on Substrate Utilization in the Fasting State. Journal of the American College of Nutrition. 2020;39(1):39-46.
148. Perez-Suarez I, Martin-Rincon M, Gonzalez-Henriquez JJ, Fezzardi C, Perez-Regalado S, Galvan-Alvarez V, et al. Accuracy and precision of the COSMED K5 portable analyser. Frontiers in physiology. 2018;9:1764.
149. van Loon LJ, Greenhaff PL, Constantin-Teodosiu D, Saris WH, Wagenmakers AJ. The effects of increasing exercise intensity on muscle fuel utilisation in humans. The Journal of physiology. 2001;536(1):295-304.
150. Randell RK, Spriet LL. Nutritional Factors That Affect Fat Oxidation Rates During Exercise. Gatorade Sports Science Institute;2020.
151. Romijn J, Coyle E, Sidossis L, Gastaldelli A, Horowitz J, Endert E, et al. Regulation of endogenous fat and carbohydrate metabolism in relation to

- exercise intensity and duration. *American Journal of Physiology-Endocrinology And Metabolism*. 1993;265(3):E380-E91.
152. Chycki J, Zajac A, Michalczyk M, Maszczyk A, Langfort J. Hormonal and metabolic substrate status in response to exercise in men of different phenotype. *Endocrine connections*. 2019;8(7):814-21.
 153. Coyle EF, Coggan AR, Hemmert M, Ivy JL. Muscle glycogen utilization during prolonged strenuous exercise when fed carbohydrate. *Journal of applied physiology*. 1986;61(1):165-72.
 154. Sana'a AA, Ismail M, Baker A, Blair J, Adebayo A, Kelly L, et al. The effects of diurnal Ramadan fasting on energy expenditure and substrate oxidation in healthy men. *British Journal of Nutrition*. 2017;118(12):1023-30.
 155. Clayton DJ, Barutcu A, Machin C, Stensel DJ, James LJ. Effect of breakfast omission on energy intake and evening exercise performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. 2015;47(12):2645-52.
 156. Achten J, Jeukendrup AE. The effect of pre-exercise carbohydrate feedings on the intensity that elicits maximal fat oxidation. *Journal of Sports Science*. 2003;21(12):1017-25.
 157. Andersson Hall U, Edin F, Pedersen A, Madsen K. Whole-body fat oxidation increases more by prior exercise than overnight fasting in elite endurance athletes. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 2016;41(4):430-7.
 158. Riis S, Møller AB, Dollerup O, Høffner L, Jessen N, Madsen K. Acute and sustained effects of a periodized carbohydrate intake using the sleep-low model in endurance-trained males. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2019;29(12):1866-80.
 159. Marquet L-A, Brisswalter J, Louis J, Tiollier E, Burke L, Hawley J, et al. Enhanced Endurance Performance by Periodization of CHO Intake: "sleep low" strategy. *Medicine and science in sports and exercise*. 2016;48(4):663-72.

8. EKLER

EK-1: Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu Onayı



T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Sayı : 16969557-1640

Konu : ARAŞTIRMA PROJESİ DEĞERLENDİRME RAPORU

Toplantı Tarihi : 11 EYLÜL 2018 SALI
Toplantı No : 2018/21
Proje No : GO 18/810 (Değerlendirme Tarihi: 11.09.2018)
Karar No : GO 18/810-26

Üniversitemiz Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü öğretim üyelerinden Dr. Öğr. Üyesi Pelin BILGIÇ'in sorumlu araştırmacı olduğu, Uzm. Dr. Tuğba KOCAHAN, Uzm. Dyt. Ebru ARSLANOĞLU, Uzm. Erkan TORTU ile birlikte çalışacakları ve Dyt. Aslıhan NEFES'in yüksek lisans tezi olan, GO 18/810 kayıt numaralı "*Açlık ve Tokluk Durumunda Yapılan Submaksimal Aerobik Egzersizin Substrat Oksidasyonuna Etkisi*" başlıklı proje önerisi araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş olup, 01 Ekim 2018 – 01 Ekim 2019 tarihleri arasında geçerli olmak üzere etik açıdan uygun bulunmuştur.

1. Prof. Dr. Nurten AKARSU	(Başkan)	10 Doç. Dr. Gözde GİRGİN	(Üye)
		IZINLI	
2. Prof. Dr. Sevda F. MÜFTÜOĞLU	(Üye)	11 Doç. Dr. Fatma Visal OKUR	(Üye)
3. Prof. Dr. M. Yıldırım SIVRACI	(Üye)	12. Doç. Dr. Can Ebru KURT	(Üye)
		IZINLI	
4. Prof. Dr. Necdet SAĞLAM	(Üye)	13. Doç. Dr. H. Hüsrev TURNAGÖL	(Üye)
5. Prof. Dr. Hatice Doğan BUĞAĞLU	(Üye)	14. Dr. Öğr. Üyesi Özay GÖKÖZ	(Üye)
		IZINLI	
6. Prof. Dr. R. Köksal ÖZGÜL	(Üye)	15. Dr. Öğr. Üyesi Müge DEMİR	(Üye)
		IZINLI	
7. Prof. Dr. Ayşe Lale DOĞAN	(Üye)	16. Öğr. Gör. Dr. Meltem ŞENGELEN	(Üye)
8. Prof. Dr. Mintaze Kerem GÜNEŞLİ	(Üye)	17. Av. Meltem ONURLU	(Üye)
		IZINLI	
9. Prof. Dr. Oya Nuran EMİROĞLU	(Üye)		

EK-2: Araştırma Amaçlı Çalışma için Aydınlatılmış Onam Formu

ARAŞTIRMA AMAÇLI ÇALIŞMA İÇİN AYDINLATILMIŞ ONAM FORMU

(Hekimin Açıklaması)

Sporcularla ilgili yeni bir araştırma yapmaktayız. Hacettepe Üniversitesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü ve Gençlik ve Spor Bakanlığı Spor Hizmetleri Genel Müdürlüğü Sağlık İşleri Dairesi Başkanlığı'nın ortak katılımı ile yürütülen "Açlık ve Tokluk Durumunda Yapılan Submaksimal Aerobik Egzersizin Substrat Oksidasyonuna Etkisi" isimli bilimsel araştırma amaçlı bir çalışmaya davet ediyoruz. Ancak hemen söyleyelim ki bu araştırmaya katılıp katılmamakta serbestsiniz. Bu çalışmada yer almayı kabul etmeden önce araştırma hakkında sizi bilgilendirmek istiyoruz.

Bu çalışmadan elde edilecek bilgiler tamamen bu araştırma için kullanılacak olup, araştırmayı yapan kişilerce kişisel bilgileriniz gizli tutulacaktır. Araştırma sonuçları kişisel bilgileriniz kullanılmadan bilimsel amaçlı toplantı, dergi ve kitaplarda kullanılabilir.

Araştırma ile ilgili olarak bu formda belirtildiği halde anlayamadığınız ya da belirtilmediğini fark ettiğiniz noktalar olursa araştırmacıya sorunuz ve sorularınıza açık yanıtlar isteyiniz. **Çalışmaya katılım gönüllülük esasına dayalıdır.** Bu bilgileri okuyup anladıktan sonra araştırmaya katılmak isterseniz formu imzalayınız. Bu formu okuyup imzalamanız, araştırmayı kabul ettiğiniz anlamına gelecektir. Çalışmaya katılmama veya herhangi bir anda çalışmadan çıkma hakkına sahipsiniz. Ayrıca sorumlu araştırmacı gerek duyarsa sizi çalışma dışı bırakabilir. Bu çalışmaya katılmamız için sizden herhangi bir ücret istenmeyecektir. Çalışmaya katıldığımız için size ek bir ödeme de yapılmayacaktır.

Araştırmaya katılmayı kabul ettiğiniz takdirde, çalışma izleyicileri, etik kurul, kurum ve diğer ilgili sağlık otoriteleri sizin kayıtlarınıza doğrudan erişimde bulunabilecektir ancak bilgileriniz gizli tutulacaktır. Bu yazılı aydınlatılmış onam formunu okuyup imzalamanız, söz konusu erişime izin vermiş olduğumuzu gösterecektir.

Araştırmayla ilgili bilgiler;

1. **Araştırmanın adı:** Açlık ve Tokluk Durumunda Yapılan Submaksimal Aerobik Egzersizin Substrat Oksidasyonuna Etkisi
2. **Araştırmanın amacı:** Sporcularda açlık ve tokluk durumunda yapılan submaksimal aerobik egzersizin substrat oksidasyonuna etkisini incelemektir.
3. **Araştırma süresi:** Bu çalışmaya katıldığımızda üç yarım gün (sabah) (ilk ziyaret, ikinci ziyaret ilk ziyaretten sonra 7 gün içinde, üçüncü ziyaret ikinci ziyaretten sonra 7 gün içinde Gençlik ve Spor Bakanlığı Spor Hizmetleri Genel Müdürlüğü Sağlık İşleri Dairesi Başkanlığı'na gelmeniz gerekmektedir.
4. **Araştırmada uygulanacak tedaviler:** Eğer araştırmaya katılmayı kabul ederseniz Sağlık İşleri Dairesi Başkanlığı'na üç ziyaret gerçekleştirmeniz istenecektir. Bu ziyaretlerde Uzm.Dr.Tuğba Kocahan tarafından muayene edileceksiniz. Çalışmanın birinci gününde 12 saatlik açlık ile gelmeniz istenecektir.

Muayene sonucunda doktorunuz uygun görürse bu çalışmaya alınacaksınız. Doktor kontrolü sonrasında çalışmaya katılmanız uygun olarak belirlenir ise izniniz doğrultusunda bu çalışmayı yapabilmek için 50-100 ml (1 steril numune kabı) idrar örneği almamız gerekmektedir. İdrar örnekleri Mission 500 idrar analiz cihazı ile incelenecektir. Daha sonra diyetisyen odasına geçilerek TANİTA MC-980 marka vücut kompozisyonu analiz cihazı ile vücut kompozisyonunuz değerlendirilecek ve antropometrik ölçümler alınacaktır. Vücut kompozisyonu ölçümü sonrasında performans laboratuvarına geçilerek burada standart kahvaltı yapmanız istenecek ve 30 dakikalık dinlenme sırasında Dyt. Aslıhan Nefes ve Uzm.Dyt. Ebru Arslanoğlu tarafından çalışma anketini doldurmanız sağlanacaktır. Dinlenme sonrasında Uzm.Erkan Tortu tarafından aerobik kapasite testi uygulanacaktır. Testte K5 gaz analizör cihazı kullanılacaktır. Aerobik kapasite (maksimum oksijen tüketim) testi ile sizlerin bir dakikada kullandığımız maksimum oksijen miktarını ölçeceğiz. Aerobik kapasite testi ortalama 15 dakika sürecek ve artan hızda koşmanız istenecektir. Yorulduğunuz zaman vereceğiniz işaretle test sonlandırılacaktır.

İkinci ziyaretiniz için bir gecelik açlık ile Sağlık İşleri Dairesi Başkanlığı'na gelmeniz istenecektir. İdrar kabı verilerek tualete geçmeniz istenecektir. İdrar kabını daha sonra poliklinik hemşiresine teslim ettikten sonra performans laboratuvarına geçilecektir.

Çalışma için belirlenen egzersiz protokolünü tamamlamanız istenecektir. Egzersiz süresince oksijen tüketiminizi belirlemek için otomatik gaz analizörü (Cosmed K5, Italy) kullanılacaktır. Submaksimal aerobik egzersiz testi ise 1 saat sürecektir.

Üçüncü ziyaretiniz için kahvaltı yaptıktan 2 saat sonra dairemize gelmeniz istenecektir. İkinci ziyarette uygulanan idrar ve egzersiz protokolü aynı şekilde uygulanacaktır.

5. Araştırmada iletişim kurulacak kişi:

Araştırma süresince, araştırmacıyı önceden bilgilendirmek için, araştırma hakkında ek bilgiler almak için ya da araştırma ile ilgili herhangi bir sorun için herhangi bir saatte, Dr. Öğr.Üyesi Pelin Bilgiç, Uzm.Dr.Tuğba Kocahan ve Dyt. Aslıhan NEFES'e ulaşabilirsiniz.

(Katılımcının/Sporcunun Beyanı)

Hacettepe Üniversitesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü ve Spor Hizmetleri Genel Müdürlüğü Sağlık İşleri Dairesi Başkanlığı'nın ortak katılımı ile bir araştırma yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler araştırmacı tarafından bana aktarıldı. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya "katılımcı" olarak davet edildim.

Eğer bu araştırmaya katılırsam hekim ile aramda kalması gereken bana ait bilgilerin gizliliğine bu araştırma sırasında da büyük özen ve saygı ile yaklaşılacağına inanıyorum. Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgilerimin ihtimamla konulacağı konusunda bana yeterli güven verildi.

Projenin yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden araştırmadan çekilebilirim. *(Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemim uygun olacağına bilincindeyim)* Ayrıca tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi koşuluyla araştırmacı tarafından araştırma dışı tutulabilirim.

Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana da bir ödeme yapılmayacaktır.

İster doğrudan, ister dolaylı olsun araştırma uygulamasından kaynaklanan nedenlerle meydana gelebilecek herhangi bir sağlık sorunumun ortaya çıkması halinde, her türlü tıbbi müdahalenin sağlanacağı konusunda gerekli güvence verildi (Bu tıbbi müdahalelerle ilgili olarak da parasal bir yük altına girmeyeceğim).

Araştırma sırasında bir sağlık sorunu ile karşılaştığımda; herhangi bir saatte, Dr. Öğr.Üyesi Pelin Bilgiç, Uzm.Dr.Tuğba Kocahan ve Dyt. Aslıhan NEFES'e ulaşabileceğimi biliyorum.

Bu araştırmaya katılmak zorunda değilim ve katılmayabilirim. Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Eğer katılmayı reddedersem, bu durumun tıbbi bakımına ve hekim ile olan ilişkiye herhangi bir zarar getirmeyeceğini de biliyorum.

Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Kendi başıma belli bir düşünme süresi sonunda adı geçen bu araştırma projesinde "katılımcı" olarak yer alma kararını aldım. Bu konuda yapılan daveti büyük bir memnuniyet ve gönüllülük içerisinde kabul ediyorum.

İmzalı bu form kağıdının bir kopyası bana verilecektir.

Katılımcı

Adı, soyadı:

Adres:

Tel:

İmza:

Görüşme tanığı

Adı, soyadı:

Adres:

Tel:

İmza:

EK-3: Genel Bilgiler ve Beslenme Alışkanlıkları Anketi

AÇLIK VE TOKLUK DURUMUNDA YAPILAN SUBMAKSİMAL AEROBİK EGZERSİZİN SUBSTRAT OKSİDASYONUNA ETKİSİ

A. GENEL BİLGİLER

1. Adı- Soyadı:..... Doğum Tarihi :.../.../.....
2. Branş:(.....) Kaç yıldır spor yapıyorsunuz? : (.....yıl)
3. Eğitim düzeyiniz: 1. Okur-yazar değil 2. Okur-yazar 3. İlkokul Mezunu 4. Ortaokul Mezunu 5. Lise Mezunu 6. Lisans Mezunu 7. Yüksek lisans mezunu 8. Doktora Mezunu
4. Hekim tarafından tanısı konmuş bir sağlık probleminiz (hastalığınız) var mı?
1. Hayır 2. Evet (belirtiniz.....)
5. Sürekli kullandığınız bir ilaç var mı? Cevabınız evet ise lütfen hangi ilacı kullandığınızı belirtiniz
1. Hayır 2. Evet (belirtiniz.....)

B. BESLENME ALIŞKANLIKLARI

- 6.Şu an herhangi bir diyet yapıyor musunuz? (Cevabınız hayırsa 9. Soruya geçiniz.)
7. Diyet uyguluyorsanız uyguladığınız diyetin türünü belirtiniz (.....)
8. Diyeti kim önerdi 1. Doktor 2. Diyetisyen 3. Antrenör 4. Masör 5. Diğer (belirtiniz.....)
- 9.Günde Kaç Öğün Yemek Yersiniz? (.....Ana Öğün) (.....Ara Öğün)
10. Öğün Atlar Mısınız? Evet () (Öğün Adı.....) Hayır()
11. Öğün atlama nedeniniz? Zaman yetersizliği () İştahsızlık () Geç kalma () Zayıflama isteği () Alışkanlığın olmaması () Ekonomik Nedenler () Diğer ().....
- 12.Sporcu beslenmesi konusunda bilgilerinizi nereden edindiniz. (Durumunuza uygun olan birden fazla seçenek işaretleyebilirsiniz.) Kitaplardan () Gazete ve dergilerden () Antrenörlerden () İnternet () Radyo – TV () Diyetisyen yada Beslenme Uzmanından () Diğer (.....)
13. Herhangi bir beslenme destek ürünü kullanıyor musunuz? Evet () Hayır () 1).....
2).....3).....
14. Antrenman veya Müsabakadan Ne Kadar Süre Önce Yemek Yersiniz?
1-2 Saat () 3-4 Saat () Dikkat Etmem ()
15. Antrenman veya Müsabakadan Ne Kadar Süre Sonra Yemek Yersiniz?
0-1 Saat () 2-3 Saat () Dikkat Etmem ()
16. Antrenman veya Müsabakadan Önce ve Sonrasında Sıvı Alımına Dikkat Eder misiniz?
Dikkat ederim () Dikkat etmem ()
17. Sıvı tüketirken hangi tür içecekleri tercih edersiniz? Su () Soda () Gazlı içecekler () Maden Suyu () Meyve Suyu () Sporcu içecekleri () Çay () Kahve () Diğer (.....)
18. Antrenman/ Müsabaka Öncesi, Sırası ve Sonrasında hangi tür içecekleri ne miktarda tükettiğinizi yazınız.

ANTRENMAN/ MÜSABAKA	İÇECEK TÜRÜ	İÇECEK MİKTARI
0-1 saat önce		
Sırası		
0-1 saat sonra		

19. Genellikle idrar renginiz aşağıdakilerden hangisine benzer?

Çok koyu sarı Koyu sarı Sarı Soluk/ Açık Sarı

20. Genellikle günde kaç defa idrarınızı yaparsınız?

0-2 3-4 5-6 7-8 9-10 11-12 13 ve üstü

C- ANTROPOMETRİK ÖLÇÜMLER

Vücut Ağırlığı(kg):

Boy(cm):

BKI:

Bel Çevresi(cm):

Kalça Çevresi(cm):

Bilek Çevresi(cm):

Baldır Çevresi(cm):

Yağsız Vücut Kütlesi(kg):

Yağ Kütlesi(kg):

Vücut Yağ Yüzdesi(%):

Kas Kütlesi (kg):

EK-4: Besin Tüketim Kaydı Formu**BESİN TÜKETİM KAYIT FORMU**

Tarih: / /2018

Bu form, sizin beslenme alışkanlıklarınız hakkında fikir edinmemiz amacıyla hazırlanmıştır. Besinlerin miktarları klasik ev ölçüleri (su bardağı, çay bardağı, kahve fincanı, kupa, yemek kaşığı (silme, tepeleme), kepçe, tatlı kaşığı, küçük, orta boy, büyük boy vb.) ile bilinen net miktarları kullanılarak belirtilebilir.

ÖRNEĞİN:

Öğünler	Hangi besinleri/ yemekleri yedi?	Miktar	Hangi içecekleri içti?	Miktar
Kahvaltı	Beyaz Peynir Kepek ekmeği	1 kibrit kutusu 2 ince dilim	Çay Su	1 çay bardağı 2 su bardağı
Öğle yemeği	Bulgur pilavı Mercimek çorba	6 yemek kaşığı 1 kase	Ayran	1 su bardağı

Öğünler	Hangi besinleri/ yemekleri yedi?	Miktar	Hangi içecekleri içti?	Miktar
<u>KAHVALTI</u> <i>Saat kaçta yedin?</i>				
<u>Kahvaltı ve öğle yemeği arasında</u> <i>Saat kaçta yedin?</i>				
<u>ÖĞLE</u> <i>Saat kaçta yedin?</i>				
<u>Öğle ve akşam yemeği arasında</u> <i>Saat kaçta yedin?</i>				
<u>AKŞAM</u> <i>Saat kaçta yedin?</i>				
<u>Akşam yemeği sonrasında</u> <i>Saat kaçta yedin?</i>				

BESİN TÜKETİM KAYIT FORMU

Tarih: / /2018

Öğünler	Hangi besinleri/ yemekleri yedi?	Miktar	Hangi içecekleri içti?	Miktar
<u>KAHVALTI</u> <i>Saat kaçta yedin?</i>				
<u>Kahvaltı ve öğle yemeği arasında</u> <i>Saat kaçta yedin?</i>				
<u>ÖĞLE</u> <i>Saat kaçta yedin?</i>				
<u>Öğle ve akşam yemeği arasında</u> <i>Saat kaçta yedin?</i>				
<u>AKŞAM</u> <i>Saat kaçta yedin?</i>				
<u>Akşam yemeği sonrasında</u> <i>Saat kaçta yedin?</i>				

BESİN TÜKETİM KAYIT FORMU

Tarih:/..... /2018

Öğünler	Hangi besinleri/ yemekleri yedi?	Miktar	Hangi içecekleri içti?	Miktar
<u>KAHVATI</u> <i>Saat kaçta yedin?</i>				
<u>Kahvaltı ve öğle yemeği arasında</u> <i>Saat kaçta yedin?</i>				
<u>ÖĞLE</u> <i>Saat kaçta yedin?</i>				
<u>Öğle ve akşam yemeği arasında</u> <i>Saat kaçta yedin?</i>				
<u>AKSAM</u> <i>Saat kaçta yedin?</i>				
<u>Akşam yemeği sonrasında</u> <i>Saat kaçta yedin?</i>				

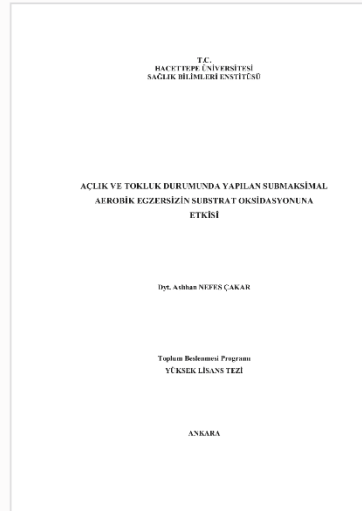
EK-5: Dijital Makbuz

Digital Receipt

This receipt acknowledges that Turnitin received your paper. Below you will find the receipt information regarding your submission.

The first page of your submissions is displayed below.

Submission author: Aslıhan Nefes Çakar
Assignment title: diğer
Submission title: Açlık ve Tokluk Durumunda Yapılan Submaksimal Aerobik Eg...
File name: Asl_han_Nefes_akar_30.06.2021_Turnitin.docx
File size: 823K
Page count: 66
Word count: 13,185
Character count: 94,239
Submission date: 30-Jun-2021 10:00PM (UTC+0300)
Submission ID: 1614272365



EK-6: Orjinallik Ekran Çıktısı**Açlık ve Tokluk Durumunda Yapılan Submaksimal Aerobik Egzersizin Substrat Oksidasyonu Etkisi**

ORJİNALLİK RAPORU

%5 BENZERLİK ENDEKSİ	%5 İNTERNET KAYNAKLARI	%2 YAYINLAR	%2 ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ
--------------------------------	----------------------------------	-----------------------	-------------------------------

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	%1
2	openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	%1
3	Submitted to Hacettepe University Öğrenci Ödevi	<%1
4	acikerisim.baskent.edu.tr İnternet Kaynağı	<%1
5	www.sbk2020.org İnternet Kaynağı	<%1
6	burkonturizm.com İnternet Kaynağı	<%1
7	earsiv.atauni.edu.tr İnternet Kaynağı	<%1
8	i-rep.emu.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	<%1
9	Submitted to TechKnowledge Turkey Öğrenci Ödevi	<%1

9. ÖZGEÇMİŞ