



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FİZYOLOJİ ANABİLİM DALI

**HİNDİSTAN CEVİZİ YAĞI
TAKVİYESİNİN BAZAL ENERJİ
SARFIYATI VE EGZERSİZ ESNASINDA
SUBSTRAT OKSİDASYONU ÜZERİNE
ETKİSİNİN FAZLA KİLOLU KİŞİLERDE
İNCELENMESİ**

ESRA ZENGİN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Prof. Dr. Ahmet AYAR

TRABZON-2019



TÜRKİYE CUMHURİYETİ
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FİZYOLOJİ ANABİLİM DALI

**HİNDİSTAN CEVİZİ YAĞI
TAKVİYESİNİN BAZAL ENERJİ
SARFIYATI VE EGZERSİZ ESNASINDA
SUBSTRAT OKSİDASYONU ÜZERİNE
ETKİSİNİN FAZLA KİLOLU KİŞİLERDE
İNCELENMESİ**

ESRA ZENGİN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Prof. Dr. Ahmet AYAR

TRABZON-2019

ONAY

Karadeniz Teknik Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizyoloji Anabilim Dalı Tezli Yüksek Lisans Programı öğrencisi Esra ZENGİN'in hazırladığı "Hindistan Cevizi Yağı Takviyesinin Bazal Enerji Sarfıyatı ve Egzersiz Esnasında Substrat Oksidasyonu Üzerine Etkisinin Fazla Kilolu Kişilerde İncelenmesi" başlıklı çalışma Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 22.10.2019

Prof. Dr. Ahmet AYAR
(Danışman)

Prof. Dr Fatih Mehmet GÖKÇE

Doç. Dr. Mukadder OKUYAN

Sağlık Bilimleri Enstitüsü'ne / / tarihinde teslim edilen bu tez Enstitü Yönetim Kurulu'nun / / tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Ersan KALAY
Sağlık Bilimleri Enstitü Müdürü

BEYAN

Bu tez çalışmasının Karadeniz Teknik Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Hazırlama ve Yazım Kılavuzu standartlarına uygun olarak hazırlanarak yazıldığını, tezin akademik ve etik kurallara bağlı kalınarak gerçekleştirilmiş özgün bir bilimsel araştırma eserim olduğunu, tezde yer alan ve bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen tüm bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve kullanılan kaynakların kaynaklar listesinde yer aldığını, tezin çalışılması ve yazımı aşamalarında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

24/09/2019
Esra ZENGİN

İthaf

Bu yüksek lisans tezimi, benim bu günlere gelmem için hiçbir fedakârlıktan kaçınmayan ve her zaman yanımda olan sevgili aileme ve tüm hocalarıma ithaf ediyorum.



TEŞEKKÜR

Tezimin planlanmasından sonlandırılmasına kadar geçen sürede bilgisini, deneyimlerini, zamanını ve desteğini esirgemeyen değerli tez danışmanım, çok değerli hocam Prof. Dr. Ahmet AYAR'a, yüksek lisans süresince göstermiş olduğu her türlü destekten dolayı sevgili hocam Doç. Dr. Mukadder OKUYAN'a,

TYL-2018-7906 numaralı proje kapsamında çalışmayı destekleyen KTÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Destek Birimi'ne,

Veri toplama sürecinde çalışmama katkıda bulunan tüm katılımcılara,

Her zaman yanımda olan ve her konuda destek veren dostlarım Dyt. Betül Genç'e, Fzt. Asiye Malkoç'a, Uzm. Dyt. Nadide Gizem Tarakçı'ya, Uzm. Dyt. Gizem Taban'a, Dyt. Gülten Yılmaz'a, Psk. Merve Karaoğlu'na, Tuğçe Terhan'a, Merve Oflaz'a

Hayatımın her anında olduğu gibi çalışmam esnasında sonsuz sabır, hoşgörü, güven ve destekleri ile arkamda duran, tüm güçlükleri aşmama yardımcı olan sevgili babam Dursun Ali Zengin, annem Türkan Zengin ve kardeşim Ceren Zengin'e

En içten duygularla teşekkürlerimi sunarım.

Esra ZENGİN

İÇİNDEKİLER

Sayfa

İÇ KAPAK SAYFASI

ONAY

BEYAN

İthaf

TEŞEKKÜR

İÇİNDEKİLER

vi

TABLolar DİZİNİ

viii

ŞEKİLLER DİZİNİ

ix

KISALTMALAR, SİMGELER ve FORMÜLLER DİZİNİ

xii

ÖZET

xiii

ABSTRACT

xiv

1. GİRİŞ ve AMAÇ

1

2. GENEL BİLGİLER

3

2.1. Enerji Sarfıyatı

3

2.2. Respiratuvar Değişim Oranı

4

2.3. Açlıkta Substrat Kullanımı

7

2.4. Substrat Kullanımını Etkileyen Faktörler

7

2.5. Anaerobik Eşik

10

2.6. Orta ve Uzun Zincirli Yağ Asitlerinin Özellikleri

10

3. GEREÇ ve YÖNTEM

12

3.1. Etik Kurul Onayı

12

3.2. Çalışmaya Katılan Kişilerin Seçimi

12

3.3. Bilgilendirilmiş Onam Formu

12

3.4. Ölçümler

12

3.4.1. Boy ve Vücut Kompozisyonu Ölçümü

12

3.4.2. Kardiyopulmoner Egzersiz Testi ve Bisiklet Ergometresi

13

3.4.3. İstirahat Metabolik Hızı ve Egzersiz Sırasında Karbonhidrat ve Yağ Oksidasyonu Ölçümü

14

3.5. Çalışma Dizaynı

14

3.6. İstatistiksel Analiz

17

4. BULGULAR	18
4.1. Katılımcıların Hindistan Cevizi Yağı Takviye Öncesi ve Sonrası Vücut Kompozisyon Değişimleri	18
4.2. Katılımcıların Hindistan Cevizi Yağı Takviye Öncesi ve Sonrası İstirahat Durumunda Substrat Kullanımı	19
4.3. Katılımcıların Hindistan Cevizi Yağı Takviye Öncesi ve Sonrası Egzersiz Protokol Süreci ve Egzersiz Şiddetine Bağlı Substrat Oksidasyonu	22
4.4. Katılımcıların Hindistan Cevizi Yağı Takviye Öncesi ve Sonrası Egzersiz Protokol Süreci ve Egzersiz Şiddetine Bağlı Substrat Oksidasyonlarının Karşılaştırılması	39
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	47
6. KAYNAKLAR	51
EKLER	58
Ek 1. Egzersiz Testi Uygunluk ve Onam Formu	59
Ek 2. Uluslararası Fiziksel Aktivite Anketi	61
Ek 3. Bilgilendirilmiş Olur Formu	62
Ek 4. Etik Kurul Onayı	64
ÖZGEÇMİŞ	67

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo No		Sayfa
Tablo 1.	Dinlenme durumunda substrat kullanımı	4
Tablo 2.	Solunum değişim katsayısının kalori denklığı ve karşılık gelen karbonhidrat ve yağ yüzdesi	6
Tablo 3.	Orta ve uzun zincirli trigliseritlerin özellikleri	11
Tablo 4.	Hindistan cevizi yağının yağ asit profili	15
Tablo 5.	Katılımcıların hindistan cevizi yağı takviye öncesi ve sonrası vücut kompozisyonu ölçümleri	19
Tablo 6.	Katılımcıların hindistan cevizi yağı takviye öncesi ve sonrası istirahat durumunda karbonhidrat ve yağ oksidasyonu verileri	20
Tablo 7.	Katılımcıların hindistan cevizi yağı (HCY) takviye öncesi ve sonrası egzersiz öncesi ısınma, düşük, orta şiddetli egzersiz ve toparlanma sırasındaki karbonhidrat ve yağ oksidasyon verileri	21

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No		Sayfa
Şekil 1.	Farklı egzersiz şiddetlerinde karbonhidrattan ve yağdan gelen enerji yüzdesi	8
Şekil 2.	Çalışma dizaynı özeti	16
Şekil 3.	Normal kilolu kadın katılımcılara ait hindistan cevizi takviye yapılmadan önceki egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı, dakikadaki ortalama karbonhidrat oksidasyonu	23
Şekil 4.	Normal kilolu kadın katılımcılara ait hindistan cevizi takviye yapılmadan önceki egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı, dakikadaki ortalama yağ oksidasyonu	24
Şekil 5.	Normal kilolu kadın katılımcılara ait bir hafta hindistan cevizi takviye sonrası egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı, dakikadaki ortalama karbonhidrat oksidasyonu	25
Şekil 6.	Normal kilolu kadın katılımcılara ait bir hafta hindistan cevizi takviye sonrası egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı, dakikadaki ortalama yağ oksidasyonu	26
Şekil 7.	Fazla kilolu kadın katılımcılara ait hindistan cevizi takviye yapılmadan önceki egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı, dakikadaki ortalama karbonhidrat oksidasyonu	27
Şekil 8.	Fazla kilolu kadın katılımcılara ait hindistan cevizi takviye yapılmadan önceki egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı, dakikadaki ortalama yağ oksidasyonu	28
Şekil 9.	Fazla kilolu kadın katılımcılara ait bir hafta hindistan cevizi takviye sonrası egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı, dakikadaki ortalama karbonhidrat oksidasyonu	29
Şekil 10	Fazla kilolu kadın katılımcılara ait bir hafta hindistan cevizi takviye sonrası egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı, dakikadaki ortalama yağ oksidasyonu	30
Şekil 11.	Normal kilolu erkek katılımcılara ait hindistan cevizi takviye yapılmadan önceki egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı, dakikadaki ortalama karbonhidrat oksidasyonu	31

Şekil 12. Normal kilolu erkek katılımcılara ait hindistan cevizi takviye yapılmadan önceki egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı, dakikadaki ortalama yağ oksidasyonu	32
Şekil 13. Normal kilolu erkek katılımcılara ait bir hafta hindistan cevizi takviye sonrası egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı, dakikadaki ortalama karbonhidrat oksidasyonu	33
Şekil 14. Normal kilolu erkek katılımcılara ait bir hafta hindistan cevizi takviye sonrası egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı, dakikadaki ortalama yağ oksidasyonu	34
Şekil 15. Fazla kilolu erkek katılımcılara ait hindistan cevizi takviyesi yapılmadan önceki egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı, dakikadaki ortalama karbonhidrat oksidasyonu	35
Şekil 16. Fazla kilolu erkek katılımcılara ait hindistan cevizi takviyesi yapılmadan önceki egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı, dakikadaki ortalama yağ oksidasyonu	36
Şekil 17. Fazla kilolu erkek katılımcılara ait bir hafta hindistan cevizi takviye sonrası egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı, dakikadaki ortalama karbonhidrat oksidasyonu	37
Şekil 18. Fazla kilolu erkek katılımcılara ait bir hafta hindistan cevizi takviye sonrası egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı, dakikadaki ortalama yağ oksidasyonu	38
Şekil 19. Normal ve fazla kilolu kadın katılımcılara ait hindistan cevizi takviye yapılmadan önce ve yapıldıktan sonraki egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı, dakikadaki ortalama karbonhidrat oksidasyonu karşılaştırılması	39
Şekil 20. Normal ve fazla kilolu kadın katılımcılara ait hindistan cevizi takviye yapılmadan ve yapıldıktan sonraki egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı, dakikadaki ortalama yağ oksidasyonu karşılaştırılması	40
Şekil 21. Normal ve fazla kilolu erkek katılımcılara ait hindistan cevizi takviyesi yapılmadan önce ve yapıldıktan sonraki egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı, dakikadaki ortalama karbonhidrat oksidasyonu karşılaştırılması	41

Şekil 22. Normal ve fazla kilolu erkek katılımcılara ait Hindistan cevizi takviye yapılmadan önce ve yapıldıktan sonraki egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı, dakikadaki ortalama yağ oksidasyonu karşılaştırılması	42
Şekil 23. Normal kilolu kadın ve erkek katılımcılara ait Hindistan cevizi takviye yapılmadan ve yapıldıktan sonraki egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı, dakikadaki ortalama karbonhidrat oksidasyonu karşılaştırılması	43
Şekil 24. Normal kilolu kadın ve erkek katılımcılara ait Hindistan cevizi takviye yapılmadan ve yapıldıktan sonraki egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı, dakikadaki ortalama yağ oksidasyonu karşılaştırılması	44
Şekil 25. Fazla kilolu kadın ve erkek katılımcılara ait Hindistan cevizi takviye yapılmadan ve yapıldıktan sonraki egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı, dakikadaki ortalama karbonhidrat oksidasyonu karşılaştırılması	45
Şekil 26. Fazla kilolu kadın ve erkek katılımcılara ait Hindistan cevizi takviye yapılmadan ve yapıldıktan sonraki egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı, dakikadaki ortalama yağ oksidasyonu karşılaştırılması	46

KISALTMALAR, SİMGELER ve FORMÜLLER DİZİNİ

Kısaltmalar

EKG	Elektrokardiyografi
HCY	Hindistan cevizi yağı
kg	Kilogram
kcal	Kilokalori
g	Gram
l	Litre
m²	Metrekare
dk	Dakika
O₂	Oksijen
CO₂	Karbondioksit
Kcal	Kilokalori
VO₂	Pulmoner oksijen alımı
VCO₂	Pulmoner karbondioksit alımı
W	Watt

ÖZET

Hindistan Cevizi Yağı Takviyesinin Bazal Enerji Sarfıyatı ve Egzersiz Esnasında Substrat Oksidasyonu Üzerine Etkisinin Fazla Kilolu Kişilerde İncelenmesi

Orta zincirli trigliseritler ile ilgili yapılan çalışmalarda enerji harcaması ve yağ oksidasyonunu arttırdığı, tokluk sağlayarak düşük enerji ve gıda alımı sağladığı gösterilmiştir. Hindistan cevizi yağı, orta zincirli yağ asitlerinin en iyi doğal kaynaklarından ve kilo vermede etkili olabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle bu çalışmada hindistan cevizi yağının dinlenme ve egzersiz sırasında enerji sarfıyatı ve bu sırada hangi enerji substratın daha fazla kullanıldığı belirlenmesi amaçlandı.

Araştırma 19-30 yaş aralığında, sedanter, sağlıklı normal ve fazla kilolu toplam 44 birey üzerinden gerçekleştirildi. Bireylerin öncelikle fiziksel aktivite düzeyi, antropometrik özellikleri belirlenmiş ve bireye özgü günlük enerji ihtiyaçlarına göre hindistan cevizi yağı takviye öncesi ve sonrasında uygulamak üzere diyet planlandı. Bireylere bir hafta boyunca günde 20 ml hindistan cevizi yağı takviye öncesi ve sonrasında istirahat metabolizma hızı ölçümü ile maksimal egzersiz testi tekrarlandı.

Çalışmada hindistan cevizi yağı takviyesi yapılmadan önce ve yapıldıktan sonra grupların vücut ağırlığı, vücut yağ kütlesi, yağsız vücut kütlesi karşılaştırıldığında anlamlı bir fark saptanmadı. Fazla kilolu kadınlarda hindistan cevizi yağı takviye sonrası istirahat sırasındaki karbonhidrat oksidasyonu anlamlı derecede arttı. Bir hafta boyunca hindistan cevizi takviye öncesi ve takviye sonrası gruplar arasında istirahat sırasında ve farklı egzersiz şiddet derecelerinde dakikadaki ortalama karbonhidrat, yağ oksidasyon değerleri arasında anlamlı bir fark saptanmadı.

Çalışmada hindistan cevizi yağı takviyesi yağ oksidasyonunu arttırmadı. Bu araştırmada kilo verme amacıyla kullanılabilmesi için olumlu kanıt elde edilmedi. Hindistan cevizi yağı takviyesinin kilo kontrolü ve yağ oksidasyonuna etkisinin daha iyi anlaşılabilmesi için daha fazla kişinin katıldığı, daha uzun süreli çalışmalara ihtiyaç vardır.

Anahtar Sözcükler: Egzersiz, Egzersiz testi, Enerji metabolizması, Hindistan cevizi, İndirekt kalorimetre, Metabolizma, Trigliseridler, Yağ asitleri, Yağ oksitlenmesi

ABSTRACT

Investigation of Effects of Dietary Coconut Oil Supplementation on Resting Energy Expenditure and Substrate Oxidation During Exercise in Overweight Individuals

Studies on medium chain triglycerides have been shown to increase energy expenditure and fat oxidation, and to provide satiety and low energy and food intake. Coconut oil is one of the best natural sources of medium chain fatty acids and is thought to be effective in weight loss. Therefore, this study aimed to determine the possible impact of coconut oil supplementation on total energy expenditure during rest and exercise and substrate type for energy.

A total of 44 sedentary, healthy, normal and overweight individuals aged 19-30 years were recruited. The physical activity level of the individuals and anthropometric properties were determined before and after coconut oil supplementation. Diet was planned according to the daily energy needs of the individuals. Individuals before and after supplementation of 20 ml coconut oil per day for one week, their resting metabolic rate measurement and maximal exercise test were repeated.

Coconut oil supplementation did not have any significant impact on body weight, body fat mass, lean body mass of the groups. In overweight women, carbohydrate oxidation at rest increased significantly after coconut oil supplementation. There was no significant difference between the mean values of carbohydrate, fat oxidation per minute during resting and any exercise intensity among the groups after coconut supplements for one week and after the supplements.

Coconut oil supplementation did not increase fat oxidation. The results from this study does not provide evidence on favor of effectiveness of use coconut oil for weight loss and did not increase fat oxidation. Long-term studies involving larger number of subjects and longer duration supplementation are needed to examine the effect of coconut oil on weight control and fat oxidation.

Key Words: Coconut, Exercise, Exercise test, Energy metabolism, Fatty acids, Fat oxidation, Indirect calorimetry, Metabolism, Triglyceride

1. GİRİŞ ve AMAÇ

Profesyonel bir sporcu daha iyi bir performans için, toplumun büyük bir kısmı ise vücut ağırlığını kontrol etmek veya sağlığına fayda sağlaması için yaşamlarında egzersize yer vermektedir. Bu insanların çoğu hedeflerine kısa sürede ulaşabilmek için besin takviyelerine yönelmektedir. Bu takviyelerin antrenmanın olumlu etkilerini, yağ oksidasyonunu ve enerji dağıtımını arttırma, vücut ağırlığını azaltma, lipid profilini iyileştirme sağladığı gibi iddiaları vardır. Uzun zincirli triaçilgliseroller, balık yağı, konjuge linoleik asit ve orta zincirli triaçilgliseroller popüler olan yağ içerikli besin takviyeleridir (1). Egzersiz sırasında yağ oksidasyonun artırılması, fazla kilolu veya obez bireylerde kilo vermeyi sağlama veya kilo almayı önlemede etkili olabilecek bir stratejidir. Yağ oksidasyonunun maksimum olduğu optimum egzersiz şiddetinin maksimal oksijen tüketiminin yaklaşık %45-65'ine denk gelen orta şiddetli egzersiz olduğu gösterilmiştir (2).

Son birkaç on yılda obezite prevalansındaki hızlı artış birçok sosyoekonomik faktörle birlikte temel olarak yaşam tarzı ile ilişkili olduğu düşünülmektedir (3). Vücut yağının artışında bağımsız risk faktörlerinden biri de istirahatteki yağ oksidasyonunun düşük olmasıdır (4). Yüksek yağ içeriğine sahip bir diyet aynı zamanda yüksek enerjilidir dolayısıyla obezitenin artmasında etkili olduğu düşünülen faktörlerden biridir (5).

Obezite prevalansı artışında yağlar sıklıkla suçlanmaktadır (6). Fakat, yağların metabolik etkileri birbirinden farklıdır. Örneğin 10 ve 10'dan küçük karbon zincir uzunluğu olan orta zincirli yağ asitlerinin vücutta metabolize edilmeleri uzun zincirli triaçilgliserollerden farklıdır (7). Yüksek yağlı diyetlerin kilo alımı ve potansiyel olarak obezite ile bağlantılı olduğu düşünülüyordu ancak yağ türünün ve miktarının yağ dokusu depolarını etkileyen daha önemli bir faktör olduğu açığa çıkmıştır (8).

Obeziteyi önlemek veya tedavi etmek için düşünülen stratejilerin büyük önemi olduğu açıktır. Orta zincir trigliseritler, obezitenin önlenmesinde bir araç olarak önerilmiştir (9–11). Orta zincirli trigliseritler emilirken şilomikronlara ihtiyaç duymadan portal venden direkt ve hızlı olarak emilir ve neredeyse tamamının oksidasyonu gerçekleşir. Uzun zincirli yağ asitleri, orta zincirli yağ asitleri ile karşılaştırıldığında, orta zincirli yağ asitlerinin insanlarda enerji harcamasını arttırdığı ve sıçanlarda yapılan çalışmalarda düşük vücut ağırlığı artışı ve yağ depolamasıyla ilişkili olduğu bilinmektedir (9). Zayıf ve obez bireylerde orta zincirli trigliserit tüketiminin enerji harcamasını ve yağ oksidasyonunu arttırdığı (12–14) ve tokluk sağlayarak düşük enerji ve gıda alımını sağladığı gösterilmiştir (15–17).

Hindistan cevizi yağı, vücutta farklı şekilde metabolize olan orta zincirli yağ asitlerinden zengindir (18). Orta zincirli trigliseritler, hindistan cevizi ve palm yağının hidrolizi, filtrelmesi ve yeniden esterleştirilmesiyle üretilmektedir (7, 16).

Çalışmada indirekt kalorimetre ile hindistan cevizi yağının dinlenme ve egzersiz sırasında harcanan toplam enerjiyi ve bu sırada hangi enerji substratın daha fazla kullanıldığını belirlemeyi amaçlanmıştır.



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Enerji sarfıyatı

Günlük enerji harcamasının yaklaşık %60-75'inin dinlenme metabolik hızından, %15-30'u fiziksel aktiviteden, %10'u ise besinlerin termik etkisinden oluşur. Dinlenme metabolik hızı hayati hücre fonksiyonlar için gereken enerjidir. Fiziksel aktivite bireylerin gönüllü olmasına bağlı olduğundan en değişken unsurdur. Besinlerin termik etkisi ise besin alımıyla beraber sindirim, taşınma, depolanma ve sempatik sinir sisteminin aktivasyonu da dahil olmak üzere bu süreçte harcanan enerjidir (19). Yaş, cinsiyet, büyüme, hormonlar, genotip, fiziksel stres, hamilelik, hipotermi dinlenme metabolizma hızını etkilemektedir (20).

Toplam kalori alımına bağlı olarak besin öğelerinin termojenez katkısı proteinlerin %20-30, karbonhidratların %5-10, yağların %0-3'tür (21). Yüksek proteinli veya karbonhidratlı bir diyetin yüksek yağlı bir diyetle göre daha iyi bir termik etkisi vardır. Bu farkın nedeni, amino asitlerin protein olarak, glikozun glikojen olarak depolanması yağ asitlerinin yağ olarak depolanmasından daha yüksek enerji maliyetinin oluşudur (20).

İndirekt kalorimetre oksijen tüketimi, karbondioksit üretimindeki gaz hacimlerindeki değişimleri ölçerek farklı besin öğelerinin okside olma oranlarını ve her besinden sağlanan enerjiyi belirler (Tablo 1). Dinlenme halindeki bir kişide normal bir beslenme planı (%53 karbonhidrat, %12 protein, %35 yağ) sonrasında her bir litre oksijen başına yaklaşık 4.8 kkal harcanır (20).

Tablo 1. Dinlenme durumunda substrat kullanımı (Melzer'den, 20)

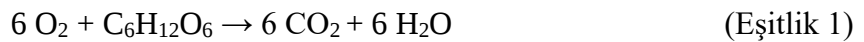
Besin	Karbonhidrat	Protein	Yağ	Alkol
Bomba kalorimetrede besinlerin oksidasyonu (kkal/g)	4.1	5.4	9.3	7.1
Vücutta absorbe edilmiş yakıtın tamamen oksidasyonu (kkal/g)	4.1	4.2	9.3	7.1
Tüketilen besinin fizyolojik değeri (kkal/g)	4	4	9	7
O ₂ (kkal/l)	5.05	4.46	4.74	4.86
CO ₂ (kkal/l)	5.05	5.57	6.67	7.25
Respiratuvar değişim oranı (VCO ₂ /O ₂)	1.00	0.80	0.71	0.67

2.2. Respiratuvar Değişim Oranı

Respiratuvar değişim oranı (Respiratory exchange ratio: RER) ile karbonhidrat ve yağın substrat oksidasyon oranları; VO₂ ve VCO₂ ile belirlenir. Karbondioksit üretiminin oksijen tüketimine oranıdır. RER substrat kullanımının bir göstergesidir ve yağ oksidasyonunu belirlemek için kullanılabilir (22).

Enerji harcaması ve aerobik metabolizmada kullanılan yağ ve karbonhidrat yaklaşık yüzdeleri RER'den yararlanılarak hesaplanabilir. Karbonhidrat ve yağın metabolize edilmesinde kullanılan oksijen miktarı ve üretilen karbondioksit miktarı farklıdır.

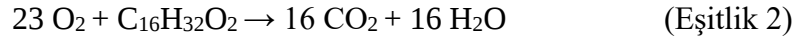
Glikoz (C₆H₁₂O₆) molekülünü metabolize ederken gereken oksijen ve üretilen CO₂ miktarı "Eşitlik 1" denklemindeki gibidir.



$$\text{RER} = 6 \text{ CO}_2 / 6 \text{ O}_2 = 1$$

Bu denklemden glikozun oksidasyonuna göre gaz değişimi sırasında tüketilen O₂ molekül sayısına eşit sayıda CO₂ molekülü tüketilmiştir. Bu nedenle karbonhidratlar için solunum değişim katsayısı (RER)=1'dir. RER 1.0 olduğunda karbonhidratların yaklaşık %100'ü aerobik olarak okside olur.

Yağların kimyasal bileşimi karbonhidratlardan farklıdır, çünkü yağlar oksijen atomlarından çok daha fazla hidrojen ve karbon atomu içermektedir. Bu nedenler yağ katabolizmasında, karbondioksit üretimi için daha fazla oksijen gerektirir. “Eşitlik 2” denkleminde yer alan bir yağ asidi olan palmitik asit için tüketilen her 23 oksijen molekülü için 16 karbon dioksit molekülü üretilir.

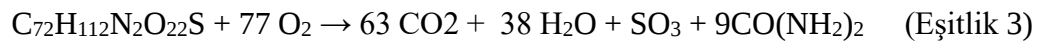


$$\text{RER} = 16 \text{ CO}_2 / 23 \text{ O}_2 = 0.696$$

Yağlar metabolize edildiğinde solunum katsayısı (VCO_2/VO_2) yaklaşık 0.70 olur. Bu yağ asidinin karbon zinciri uzunluğuna göre bağlı olarak 0.69- 0.73 değerleri arasında değişebilmektedir. RER 0.7 olduğunda yağların yaklaşık %100’ü aerobik olarak okside olur (23–25).

RER 0.7 ile 1.0 arasında olduğunda karbonhidrat ve yağ karışımı metabolize edilir. RER 0.85 iken yaklaşık %50 karbonhidrat ve %50 yağ metabolize edilir ve 4.86 kkal enerji harcanır. Açığa çıkan ATP miktarı, karbonhidrat veya yağ metabolize edilirken nispeten sabit olduğundan, belirli bir RER değerinde her litre oksijen başına üretilen kilokalori sayısını yaklaşık olarak belirlemek mümkündür.

Proteinler, vücuttaki enerji metabolizması sırasında yalnızca karbondioksit ve suya oksitlenmenin yanı sıra karaciğer ilk önce amino asit molekülünü deamine eder. Vücut daha sonra idrar, ter ve dışkıdaki azot ve kükürt parçalarını salgılar. Kalan keto asit parçası enerji sağlamak üzere karbondioksit ve suya oksitlenir. Proteinlerin metabolize edilmesi “Eşitlik 3” denklemindeki gibidir. Tam yanma elde etmek için, bu kısa zincirli keto asitler yağ katabolizmasında da olduğu gibi daha fazla oksijen gerektirir.

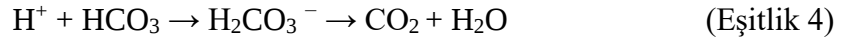


$$\text{RER} = 63 \text{ CO}_2 / 77 \text{ O}_2 = 0.818$$

Protein metabolize edildiğinde solunum katsayısı (VCO_2/VO_2) yaklaşık 0.82 olacaktır.

İstirahatte RER yaklaşık olarak 0.80’dir, yaklaşık olarak 2/3 yağ ve 1/3 karbonhidrat metabolize edilir (23, 24).

RER, anaerobik enerji üretimini hesaba katmaz, eğer anaerobik kaynaklardan önemli miktarda enerji elde ediliyorsa, kullanılan enerjinin tahmini hatalı olabilir. Yüksek şiddetli egzersizlerde, gerekli enerjinin bir kısmı anaerobik olarak elde edildiğinde, RER kısa süreler için 1.5 değerine ulaşır. Bu sırada kanda bikarbonat tamponlama sistemi devreye girer ve bu da CO₂ üretimine yol açar, tamponlanma formülü “Eşitlik 4” de gösterilmiştir ve RER değeri 1.0’ın üstüne çıkar.



Solunum değişim katsayısının kalori denkliği ve karşılık gelen karbonhidrat ve yağ yüzdesi Tablo 2’de sunulmuştur. RER diyet kompozisyon etkisinin yanı sıra geçmiş enerji dengesi, cinsiyet, şişmanlık ve genetikten etkilenir (26–28).

Tablo 2. Solunum değişim katsayısının kalori denkliği ve karşılık gelen karbonhidrat ve yağ yüzdesi (McArdle'dan, 23)

RER	Karbonhidrat %	Yağ %	Kalorik Eşdeğeri Kcal/L O ₂
0.70	0.0	100.0	4.69
0.75	15.6	84.4	4.74
0.80	33.4	66.6	4.80
0.85	50.7	49.3	4.86
0.90	67.5	32.5	4.92
0.95	84.0	16.0	4.99
1.00	100.0	0.0	5.05

RER normal metabolik koşullar altında yüksek şiddetli egzersiz yapılmadığı durumlarda 0.7 ile 1.0 değerleri arasında değişmektedir. RER değeri 1’den yüksek ise yakın zamanda fazla enerji tüketiminden, karbonhidrat ile beslenmeden ve RER değeri 0.7’den düşük olduğunda uzun süreli açlıktan şüphelenilmelidir (29). Ayrıca RER 1.0 değerinin üstüne yüksek şiddetli egzersiz, hiperventilasyon, asidoz gibi durumlarda çıkabilir. RER 0.7 değerinin altına ise açlık, hipoventilasyon, ketozis, alkoloz gibi durumlarda inebilir. Yağ oksidasyonu RER’in 0.7 değerine; karbonhidrat oksidasyonu ise RER 1.0 değerine yaklaştıkça artar (30).

2.3. Açlıkta Substrat Kullanımı

Açlık, birkaç saatten birkaç haftaya kadar sürebilen yiyecek ve/veya enerji alınmamasıdır (31, 32).

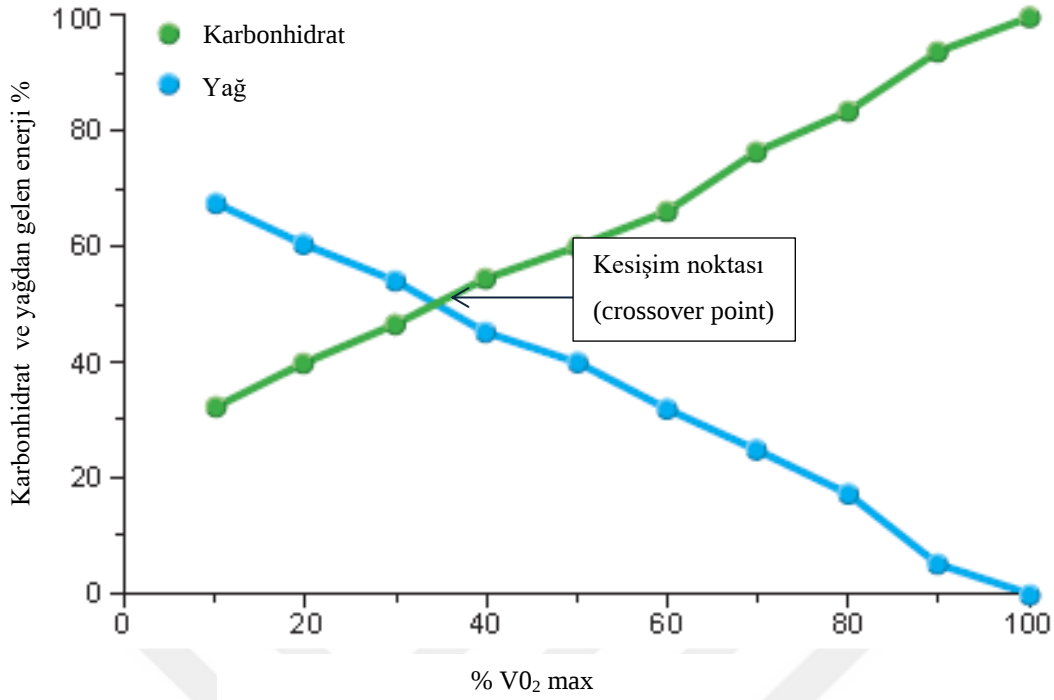
İnsanların büyük kısmı günde 8-12 saat gece açlığı periyodu yaşarlar (32). Bu dönemde serbest yağ asitleri, keton cisimcikleri ve karaciğerden glikojeninden gelen glikoz ve glukoneogenez baskın enerji kaynaklarıdır (33). Egzersiz sırasında kanda adrenalin seviyesi artışı ve insülinin azalması ile serbest yağ asitleri plazmada artar ve enerji metabolizmasına önemli katkıda bulunur (34).

Aç iken aerobik egzersiz yapıldığında, besin tükettikten sonra yapılan egzersizle karşılaştırıldığında, substrat olarak yağ kullanımında artış gözlenir (34, 35). Besin tükettikten sonra yağ oksidasyonunun azalması kandaki yüksek insülin konsantrasyonunun bağlanabilir (36).

2.4. Substrat Kullanımını Etkileyen Faktörler

Substrat kullanımını etkileyen birçok faktör vardır. Karbonhidrat ve yağ, istirahat ve egzersiz arasındaki en önemli yakıtlardır. Egzersiz sırasında substrat kullanımı cinsiyet, diyet içeriği, antrenman seviyesi, hormonal durum, egzersiz şiddeti ve süresi, vücut glikojen içeriği, vücut kompozisyonu ve çevresel faktörlere bağlı olarak değişmektedir (34, 37–40).

Normal sağlıklı bireylerde dinlenme durumunda ihtiyaç duyulan ATP'nin yaklaşık %33'ü karbonhidrat metabolizmasından, %66'sı ise yağ metabolizmasından sağlanır. Egzersiz şiddeti arttıkça substrat kullanımları kademeli olarak yer değiştirmeye başlar; enerji üretimi için karbonhidrat kullanımı artarken yağ kullanımı azaldığı bu nokta kesişim noktası (crossover point) olarak tanımlanmaktadır (41) (Şekil 1). Bu değişim maksimum egzersiz şiddetinin maksimum düzeyde olduğu, kasların ihtiyaç duyduğu enerjinin %100'ü karbonhidrat metabolizması tarafından sağlanana kadar devam eder (24).



Şekil 1. Farklı egzersiz şiddetlerinde karbonhidrattan ve yağdan gelen enerji yüzdesi (Kraemer'den, 24)

Yağ, düşük yoğunluklu egzersiz sırasındaki birincil enerji kaynağıdır ve enerji kaynağı olarak yağdan daha iyi yararlanır (42). Substrat olarak yağ oksidasyonunun egzersiz şiddetinin düşük ve orta seviyede olduğu değerler olan VO₂ max değerinin yaklaşık %40 ile 65 arasında (VO₂ max değerinin %60-65< haricinde) substrat olarak yağ oksidasyonunun arttığı gösterilmiştir. VO₂ max değerinin %75 < olduğunda ise yağ oksidasyonunun düşmesi beklenmektedir (2, 40, 43, 44).

Yüksek şiddetli egzersizlerde glikolitik akış, kan akışındaki azalma bağlı olarak yağ asitlerinin adipoz doku içerisinde daha fazla tutulması, kanda biriken laktat ile pH'daki değişiklikler, intramuskular serbest karnitin düzeyindeki azalması, enzimatik reaksiyonlar yağ oksidasyonunun azalmasına neden olur (45).

Maksimal yağ oksidasyonu kişinin antrenman durumuna göre değişmektedir. Sedarer bireyler maksimum yağ oksidasyonuna VO₂ max değerinin yaklaşık %30 ile 50'sinde ulaşabilirken, iyi antrene bireyler VO₂ max değerinin yaklaşık %45-65'inde ulaşmaktadırlar (46).

Birkaç farklı çalışmada diyetteki değişikliğin uzun vadeli etkileri (örneğin birkaç hafta) araştırılmıştır ve makro besin kompozisyonundaki büyük bir değişikliğin aerobik egzersiz sırasında substrat kullanımını etkileyeceğine dair güçlü kanıtlar vardır (47, 48).

Bununla birlikte, kardiyopulmoner egzersiz testinden önce diyet düzenindeki kısa süreli (1-3 gün) değişiklikler egzersiz sırasında yağ oksidasyonunu etkileyebilir (49, 50).

Egzersiz öncesi akut dönemde tek başına veya karışık bir yemekle karbonhidrat tüketilmesi vücutta insülin salınımını artırır bu da adipoz dokudan lipoprotein lipaz aktivitesiyle yağ asitlerinin salınımını baskılar bu durum karbonhidrat oksidasyonunu kolaylaştırır ve yağ oksidasyonunu baskılar (20, 51). Mevcut araştırmalar, yüksek yağ diyetlerinin hem dinlenmede hem de egzersiz sırasında yağ oksidasyonunu olumlu yönde arttırdığını iddia etmektedir (52–55). Ayrıca yüksek yağlı diyetlerin orta şiddetli egzersizlerde ($VO_2\max$ %64-70) (toplam enerjinin %68'inden fazla yağ içerikli) ve uzun süren (yaklaşık 3 saat) RER değerlerini düşürmede ve yağ oksidasyonunu arttırmada olumlu etkileri bildirilmiştir (40, 56). Fakat egzersiz şiddeti diyet, antrenman durumu ve egzersiz süresine bakılmaksızın substrat kullanımını belirlemektedir (40).

Kadınların erkeklere göre daha fazla yağ oksidasyon oranlarına sahip olduğu gösterilmiştir (54, 57). Cinsiyetler arasındaki bu farklılığın egzersiz sırasında östrojen hormonunun dolaşımında artmasına bağlanmıştır (40, 58, 59). Yapılan bir çalışmada erkek bireylere 8 gün östrojen takviyesi verildiğinde beta oksidasyon proteinlerinin hücresel ekspresyonunun artması ile birlikte yağ oksidasyonunun arttığı tespit edilmiştir (59).

Vücut yağ dokusunun artmasıyla dinlenme durumunda yağ oksidasyonunda artış sağladığını gösteren birçok çalışma vardır (60–62). Yağ kütlesindeki her 10 kg'lık artış için, yağ oksidasyonunda ortalama 0.8 g/saat veya 20 g/gün olan bir artış beklenir (63).

2.5. Anaerobik Eşik

Şiddeti dereceli olarak artan (inkremental) bir egzersiz testinin başlangıcında oksijen alımı ve karbondioksit üretimi paralel giderken, bir noktadan sonra laktik asidin tamponlanması ve glikolizin artması sonucu karbondioksit üretimi oksijen tüketimine göre daha fazla artış gösterir. Bu durum vücutta karbondioksitin daha fazla üretildiği, aerobik metabolizmanın yetersiz kaldığı ve anaerobik metabolizmayı devreye sokmaya başladığı anaerobik eşik noktasıdır. Bu noktada solunum değişim oranı 1'in üzerine çıkmaktadır. Genelde anaerobik eşik maksimal oksijen tüketiminin %45-60'ında görülürken, sporcularda ise %80'e kadar çıkabilmektedir. Kişiye özgü egzersiz yoğunluğu belirlemede anaerobik eşik önemli rol oynar (23).

Ventilasyon eşiğinde lineer olmayan artış, pulmoner karbondioksit atılımındaki lineer olmayan artış, tidal sonu oksijen artışı; tidal sonu karbondioksitin azalması, RER değerinin yükselmesi anaerobik eşiğin belirlenmesinde kullanılır (23, 64).

2.6. Orta ve Uzun Zincirli Yağ Asitlerinin Özellikleri

Orta zincirli trigliseritler 8 ile 12 karbon atomu içerir ve kaprilik asit, kaprik asit ve laurik asit içerir. Orta zincirli trigliseritler yiyecekler arasında hindistan cevizi yağı (%58), hurma çekirdeği yağı (%54), kurutulmuş hindistancevizi (%37) ve çiğ hindistancevizi özünde (%19) bulunmaktadır.

Orta zincirli trigliseritler 1950'nin başlarından bu yana hindistan cevizi veya palm çekirdeği yağının hidrolizi ile sentezlenmiştir (65). 1960'ların başında ise orta zincirli trigliseritlerin iyi tolere edildiği ve insanlarda ağırlık kontrolünde kullanılabileceği gösterilmiştir (66).

Örneğin, tipik olarak 10 karbon atomu zincir uzunluklarına sahip yağ asitleri içeren orta zincirli trigliseritler, vücut tarafından uzun zincirli trigliseritlerden farklı şekilde işlenir (2).

Orta zincirli trigliseritler ile uzun zincirli trigliseritler arasında belirgin kimyasal ve fizyolojik farklılıklar Tablo 3'te detaylı olarak gösterilmiştir (1, 67).

Tablo 3. Orta ve uzun zincirli trigliseritlerin özellikleri (Jeukendrup ve Aldred'den, 1; Sankararaman ve Sferra'dan, 67)

Özellik	Orta zincirli trigliserit	Uzun zincirli trigliserit
Suda çözünürlüğü	Yüksek çözünürlük, süspansiyon oluşturur, polar	Çok zayıf çözünürlük, miçel oluşumu görülür, non-polar
Erime noktası	Düşük	Yüksek
Sindirim	Safra tuzlarından ve lipoprotein lipazdan bağımsız olarak kolayca emilir	Safra tuzu ve lipoprotein lipaz varlığında hidroliz edilebilir
Emilim	Portal venden direk ve hızlı olarak emilir	Yavaş ve şilomikronlar ile birlikte lenf sistem tarafından sistemik dolaşıma taşınır
Taşıma	Orta zincirli yağ asitleri albümin veya diğer taşıma proteinlerine bağlı olmadan taşınır	Şilomikron, lipoprotein veya albümin gibi taşıma proteinlerine büyük ölçüde bağlıdır.
Metabolizma	Karaciğerde beta oksidasyonla metabolize edilir. Beta-oksidasyon ile mitokondriye girmek için karnitin taşıma sistemi gerektirmez Metabolize edilirken insülin veya glukoz seviyelerinden etkilenmez	Adipoz dokuda depolanır Mitokondriye girmek için karnitine ihtiyaç duyar. Metabolize edilirken insülin tarafından inhibe edilir.
Okidasyon	Hızlı	Yavaş
Kalori	Her gramı 8.3 kalori	Her gramı 9.2 kalori
Klinikte kullanımları	Yağ emilim bozuklukları (örneğin kolestaz, pankreas yetersizliği) Uzun zincirli yağ asidi metabolizmasının doğuştan gelen bozukluklarda Epilepsi ve kilo verme sürecinde ketojenik diyetlerde kullanılmakta	Esansiyel yağ asitlerinin kaynağı

3. GEREÇ ve YÖNTEM

3.1. Etik Kurul Onayı

Bu tez çalışmasının protokolü Karadeniz Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulunun 25 Mayıs 2018 tarih ve 24237859-344 sayılı kararı ile onaylanmıştır.

3.2. Çalışmaya Katılan Kişilerin Seçimi

Çalışmada 19-30 yaş aralığında, son 3 ay içerisinde nispeten sabit kiloda olan sedanter, normal kilolu 11 kadın, fazla kilolu 11 kadın ve normal kilolu 11 erkek, fazla kilolu 11 erkek olmak üzere toplamda 44 gönüllü birey dahil edildi. Katılımcı seçiminde; egzersiz yapmalarını engelleyici akut veya kronik herhangi bir hastalığın olması (alerji, diyabet, kardiyovasküler ve respiratuvar hastalıkları vb.), herhangi bir gastrointestinal rahatsızlığının bulunması (gastrit, ülser, çölyak vb.), son 3 ay içerisinde ciddi kilo değişimi yaşamış olması (± 2 kg), egzersiz yapmalarına engel olacak herhangi fiziksel ve zihinsel engelinin olması ve uyuşturucu madde, alkol, sigara, sedatif ilaç veya takviye kullanımı alışkanlığının bulunması durumunda kişiler araştırmaya dahil edilmedi. Bu riskleri taşımadığını Ek 1'deki formu doldurup imzalayarak beyan eden bireyler çalışmamıza dahil edildi. Uluslararası fiziksel aktivite ölçeği kullanılarak kişilerin sedanter olup olmadığı belirlendi (Ek 2).

3.3. Bilgilendirilmiş Onam Formu

Çalışmaya katılan bireylere yapılacak bireylere tüketecekleri Hindistan cevizi yağının özellikleri ve olası yan etkileri ve KPET testi sırasında karşılaşılabilecek göğüs ağrısı, çarpıntı, nefes darlığı gibi şikayet ve muhtemel risklerin yer aldığı ayrıntılı bir form sunularak okumaları istendi. Formda verilen bilgileri okuyup, çalışmaya katılmayı kabul edip formu imzalayan gönüllüler çalışmaya kabul edildi. Formun bir kopyası Ek 3'de gösterilmiştir.

3.4. Ölçümler

3.4.1. Boy ve Vücut Kompozisyonu Ölçümü

Katılımcıların boy uzunluğu stadiometre ölçülmüştür. Ölçümleri alınırken bireylerin başının frankfot düzleminde, vücudunun dik, ayaklarının yere düz basması, birleşik olmasına dikkat edilmiştir

Katılımcıların vücut ağırlığı (kg), vücut yağ oranı (%), vücut yağ kütlesi (kg), yağsız vücut kütlesi (kg), vücut su kütlesi vücut analiz cihazı (Tanita TBF 300, Almanya) ile

ölçüldü. Vücut analiz cihazı ölçümlerinde bireylerin çıplak ayakla cihazın metal yüzeyine basmaları ve kollarını gövdelerine paralel tutmaları istendi. Bu ölçümlerde bireylerin üzerinde metal eşyalarının olmamasına, mesanenin olabildiğince boş olmasına, testten 12 saat öncesine kadar çay ya da kahve içmemiş olmalarına dikkat edildi.

Beden kütle indeksi kişilerin vücut ağırlığının (kg), boy uzunluğunun karesine (m^2) bölünmesiyle elde edilmiştir. BKİ sonuçları Dünya Sağlık Örgütü (WHO) sınıflandırmasına göre değerlendirilmiştir (68). Normal kilolu olanlar beden kütle indeksi $18.5-24.9 \text{ kg/m}^2$ arasında ve fazla kilolular olanlar $25-29.9 \text{ kg/m}^2$ arasındaki kişiler çalışmamıza dahil edilmiştir.

3.4.2. Kardiyopulmoner Egzersiz Testi ve Bisiklet Ergometresi

KPET sırasında bilgisayara entegre olabilen QRS-card, 12 derivasyonlu EKG (Cardinal Health, Norristown, ABD), bisiklet modüllü (VIA Sprint 150P marka), pulse oksimetre, ergometre ve gaz analizatörü donanımlı (Cardinal Health marka Norristown, ABD) kardiyopulmoner egzersiz testi cihazı ve Lab Manager 4.0 yazılım program sistemi kullanıldı. Egzersiz testi sırasında tansiyon aleti (ergoline marka) ve monitörü ile iki dakikada bir kan basıncı takibi yapıldı.

Gaz maskesi her birey teste başlamadan önce dezenfekte edildi. Cihazın en az 10 dakika ısınmasından sonra %5 CO_2 , %16 O_2 ve azot (balans) içeren standart gaz karışımı içeren tüple kalibrasyonu yapıldı.

İstirahat ve maksimal egzersiz sırasındaki tüm ölçümlerde her bir katılımcı için 12 derivasyonlu EKG kullanıldı. Her nefeste ölçüm (breath-by-breath) yöntemi her 5 saniyede bir kayıt alınarak solunum gaz değerleri (O_2 alımı (VO_2) ve CO_2 üretimi (VCO_2)) metabolik gaz ölçüm cihazı ile takip edildi. Tansiyon ölçümü her iki dakikada bir kaydedildi. İstirahat metabolizma hızı ölçümlerinde yük 0 W'a sabitlenirken, maksimal egzersiz testinde ilk 5 dakikalık egzersiz öncesi ısınma sürecinde 20 W'a sabitlendi sonrasında her 20 s'de 5 watt'lık artışlar programlandı. Katılımcının maksimal egzersiz testinde 60 rpm pedal hızında çevirmesi istendi. EKG kaydından ST segmentinde yükselme veya çökme gibi bir değişiklik olup olmadığı ve saturasyonun %95'in altına düşmemesi hedeflenip takip edildi.

Egzersizin yükü artmasına rağmen VO_2 'nin artmaması (0.2 litre/dk fazla artmaması), kalp atım hızının 220-yaş formülü ile hesaplanan değer 10 atım alt veya üst sınırı içerisinde olması ve RER değerinin 1.05' in üzerinde olması koşullarından iki tanesinin

gerçekleşmesi durumunda egzersiz testi esnasında kişinin yükü alındı (69). Katılımcılardan dakikada 25-30 devir olacak şekilde toparlanma sağlanıncaya kadar bisiklet pedalını çevirmeye devam etmeleri istendi. Toparlanmanın sağlanması için RER değeri 1.00'ın altına ve kalp hızı 100 atım/dk'nın altına düşmesi hedeflendi ve bu hedefler sağlandığında test sonlandırıldı.

3.4.3. İstirahat Metabolik Hızı ve Egzersiz Sırasında Karbonhidrat ve Yağ Oksidasyonu Ölçümü

Katılımcıların istirahat metabolizma hızı sabah saatlerinde (9:00-10:00) 10 saatlik açlık sonrası laboratuvarında oturur pozisyonda, gaz maskesi yardımıyla indirekt kalorimetre ile 30 dakika boyunca ölçüm yapıldı.

Egzersiz sırasında her soluma ile alınan hava değerlerine (breath by breath yöntemine göre) göre VO_2 (tüketilen oksijen hacmi/L), VCO_2 (üretilen karbondioksit hacmi/L) ve RER değerleri kaydedildi.

Yağ ve karbonhidrat oksidasyonları (g/dk) Frayn (70) protein oksidasyonu ihmal edilerek ortalamaları “Eşitlik 5” ve “Eşitlik 6” formülleriyle hesaplandı:

$$\text{Karbonhidrat oksidasyonu g/dk} = 4.55 VCO_2 - 3.21 VO_2 \quad (\text{Eşitlik 5})$$

$$\text{Yağ oksidasyonu g/dk} = 1.67 VO_2 - 1.67 VCO_2 \quad (\text{Eşitlik 6})$$

3.5. Çalışma Dizaynı

Araştırmamıza katılan bireylerin istirahat metabolizma hızının belirlenmesinde her birey için Harris- Benedict Denklemi kullanıldı (71). Fiziksel aktivite faktörü eklenerek günlük enerji gereksinimleri ayrı ayrı hesaplandı. Araştırmaya katılmayı kabul eden bireylerin deneye katılmadan bir hafta öncesinde günlük enerji ihtiyaçlarına göre enerjinin %50-60'ı karbonhidratlardan, %10-15'inin proteinlerden, %25-30'unun yağlardan karşılanacak şekilde diyeti planlandı. Katılımcılarla telefon üzerinden bir hafta boyunca devamlı iletişim ve gerekli motivasyon sağlanarak, diyetlere uyumları kontrol edildi. Katılımcıların bu süreç içerisinde diyetlerinde büyük değişiklikler yapmamaları istenmiştir. Ölçüm sonuçlarını etkilememesi için araştırma süresince (laboratuvarında gerçekleştirilen egzersiz testleri hariç) bireylerin orta ve yüksek seviyede fiziksel aktiviteden kaçınması, kafein içrikli içecekleri tüketmemeleri ve bu süreçte herhangi bir ilaç kullanmamaları istendi.

Katılımcıların ölçümlerden önceki gün orta ve ağır düzeyde fiziksel aktivite yapmamaları, yemeklerinde baharat kullanmamaları, kafein içeren içecek tüketmemeleri, ağrı kesici ve antibiyotik kullanmamaları ve ölçümden önceki gece, en son akşam 21:00'da besin alımını sonlandırmaları, su dışında bir şey tüketmemeleri istenmiştir. Bir hafta sonunda ölçüm günü 12 saatlik açlık ile oturur pozisyonda dinlenme sırasında substrat oksidasyonu yarım saat boyunca indirekt kalorimetre ile ölçüldü. Ölçüm sonrası her bireye standart tost hazırlandı. Tostun içerisinde 20 ml zeytinyağı eklendi. Zeytinyağlı tost 399.5 kkal, 24.1 g karbonhidrat, 9.8 g protein, 29.5 g yağ içermektedir. Zeytinyağlı tost ve 500 ml su tüketildikten bir saat sonra maksimal egzersiz testine geçildi.

Bireylere bir hafta boyunca her gün tüketilecekleri Hindistan cevizi yağı temin edildi. Mini cam kavanoza 20 ml hindistan cevizi yağı konularak, her bir katılımcıya 7 adet mini kavanoz teslim edildi.

İkinci hafta diyet planlarına hindistan cevizi yağı eklenmesi göz önünde bulundurularak diyetin enerji içeriğinin karbonhidrat, protein ve yağlardan karşılanma yüzdesi değişmeyecek şekilde planlandı. Bir hafta boyunca her gün 20 ml hindistan cevizi yağı tükettikten sonra ölçüm günü aç karnına 30 dakika boyunca ikinci istirahat sırasında substrat oksidasyonu ölçümü yapıldı. Hindistan cevizi yağlı tost 398.8 kkal, 24.1 g karbonhidrat, 9.8 g protein, 29.4 g yağ içermektedir. Hindistan cevizi yağlı tost ve 500 ml su tüketildikten bir saat sonra ikinci maksimal egzersiz testine geçildi.

Araştırmamızda kullanılan hindistan cevizi yağı %100 doğal hindistan cevizi yağıdır ve soğuk preslenerek elde edilmiştir. Araştırmamızda kullanılan Hindistan cevizi yağının yağ asit profili Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4. Hindistan cevizi yağının yağ asit profili (%)

C6: 0 Kaproik	<0.70	C18: 0 Stearik	2.00-4.00
C8: 0 Kaprilik	4.60-10.00	C18: 1 Oleik	5.00-10.00
C10: 0 Kaprik	5.00-8.00	C18: 2 Linoleik	1.00-2.50
C12: 0 Laurik	48.20-50.00	C18: 3 Linolenik	<0.20
C14: 0 Miristik	16.80-21.00	C20: 0 Araşidik	<0.20
C16: 0 Palmitik	7.50-10.20	C20: 1 Eikosenoik	<0.20

- Uluslararası fiziksel aktivite ölçeği uygulandı
- Vücut kompozisyon analizi
- Enerji harcamasına göre uygun içerikli diyet planı oluşturuldu

1 HAFTA SONRA



Aç karnına 30 dakika boyunca istirahat sırasında substrat oksidasyonu ölçümü yapıldı.



Maksimal egzersiz testi ölçümü yapıldı
1 haftalık diyet planı teslim edildi.

60 dakika dinlenme
500 ml su
20 ml **zeytinyağı içerikli** kaşarlı tost

BİR HAFTA HERGÜN 20 ML HİNDİSTAN CEVİZİ YAĞI TÜKETİLDİ



Aç karnına 30 dakika boyunca istirahat sırasında substrat oksidasyonu ölçümü yapıldı.



Maksimal egzersiz testi ölçümü yapıldı

60 dakika dinlenme
500 ml su
20 ml **hindistan cevizi yağı** içerikli kaşarlı tost

Şekil 2. Çalışma dizaynı özeti

3.6. İstatistiksel Analiz

Bütün istatistiksel analizlerde SPSS Windows 20.0 programı kullanıldı. Tüm verilerin ortalama ($\pm$), standart sapma (SS) değerleri verilmiştir. Takviye öncesi ve sonrası ortalamalar arasındaki farklılık, çalışma grubundaki kişi sayısının 30'dan az olması nedeniyle non-parametik test olan Wilcoxon eşleştirilmiş diziler testi ile analiz edildi. Yapılan istatistiksel analizler için anlamlılık düzeyi $p<0.05$ olarak kabul edildi.



4. BULGULAR

4.1. Katılımcıların Hindistan Cevizi Yağı Takviye Öncesi ve Sonrası Vücut Kompozisyon Değerleri

Araştırmaya katılan bireyler beden kütle indeksi ve cinsiyetlerine göre 4 ayrı gruba ayrıldı. Normal kilolu 11 kadın, fazla kilolu 11 kadın (beden kitle indeksi 18.5-24.9) ve normal kilolu 11 erkek, fazla kilolu 11 erkek olmak üzere toplam 44 kişi araştırmaya katıldı. Yaş ortalamaları normal kilolu kadında 23.4 ± 3.4 , fazla kilolu kadında 24.8 ± 3.7 , normal kilolu erkekte 23.0 ± 2.7 , fazla kilolu erkekte 23.9 ± 3.1 'dir.

Dört ayrı grubun kendi arasında ortalama yaş, boy, kilo, beden kütle indeksi, vücut yağ oranı (%), vücut yağ kütlesi, vücut su kütlesi değerleri hindistan cevizi takviye öncesi (kontrol) ve takviye sonrası ortalamaları Tablo 5'te gösterilmektedir. Hindistan cevizi yağı (HCY) takviye öncesi ve sonrasında vücut ağırlığı, beden kütle indeksi, vücut yağ oranı, vücut su kütlesi verileri arasında araştırma grupları arasında anlamlı bir fark saptanmadı ($p > 0.05$).

Tablo 5. Katılımcıların hindistan cevizi yağı takviye öncesi ve sonrası vücut kompozisyonu ölçümleri

PARAMETRELER		Normal kilolu kadın	Fazla kilolu kadın	Normal kilolu erkek	Fazla kilolu erkek
Boy (cm)		162.2±4.6	160.5±5.3	175.0±6.1	180.3±7.4
Vücut ağırlığı (kg)	Kontrol (K)	58.1±5.5	67.4±6.9	68.7±7.2	88.0±10.5
	HCY	58.3±5.5	67.6±7.3	68.4±6.9	87.7±10.3
p değeri		0.476	0.239	0.054	0.306
Beden kütle indeksi	K	22.04±1.7	26.1±1.1	22.4±1.8	27.0±1.8
	HCY	22.1±1.7	26.2±1.2	22.3±1.7	26.9±1.7
p değeri		0.168	0.283	0.070	0.306
Vücut yağ oranı (%)	K	25.5±3.9	32.3±4.1	14.0±2.9	21.2±4.0
	HCY	25.6±4.2	32.2±4.2	13.6±2.5	20.9±3.5
p değeri		0.919	0.798	0.075	0.349
Vücut yağ kütlesi (kg)	K	15.0±3.5	22.2±5.0	9.7±2.7	18.8±5.3
	HCY	15.1±3.8	22.3±5.3	9.4±2.4	18.4±5.0
p değeri		0.592	0.610	0.055	0.099
Yağsız vücut kütlesi (kg)	K	43.3±2.5	45.4±2.0	59.1±5.3	68.8±6.8
	HCY	43.2±2.1	45.5±1.7	59.0±5.1	68.7±6.6
p değeri		0.838	0.560	0.646	0.759
Vücut su kütlesi	K	31.6±1.7	33.3±1.5	43.3±3.9	50.4±4.9
	HCY	31.6±1.5	33.4±1.5	42.9±3.8	50.4±4.8
p değeri		0.858	0.228	0.139	0.929

4.2. Katılımcıların Hindistan Cevizi yağı Takviye Öncesi ve Sonrası Substrat Kullanımı

Bireylerin bir hafta boyunca günde 20 ml hindistan cevizi yağı takviye öncesi ve sonrasında metabolizma esnasında besin substratı kullanımı indirek kalorimetri ile hem bazal hem de maksimal egzersiz testi esnasında ölçüldü.

İlk aşamada bazal substrat kullanımı belirlenmesi amacıyla, katılımcıların Hindistan cevizi takviye öncesi ve sonrasında yarım saat boyunca istirahat durumunda substrat kullanımı belirlendi. Katılımcıların hindistan cevizi takviye öncesi ve sonrası istirahat durumunda ortalama karbonhidrat ve yağ oksidasyon değerleri Tablo 6'da gösterilmektedir. Fazla kilolu kadınlarda bir hafta süresince Hindistan cevizi yağı takviyesinin bazal koşullarda karbonhidrat oksidasyonunu anlamlı derecede arttırdığı saptandı, yağ oksidasyonunda ise hafif düşüş olmasına rağmen anlamlı bir fark bulunmadı. Normal kilolu kadın, normal kilolu erkek, fazla kilolu erkek gruplarında ise Hindistan cevizi takviye öncesi ve sonrasında istirahat durumundaki karbonhidrat ve yağ oksidasyonunda anlamlı bir fark saptanmadı ($p>0.05$).

Tablo 6. Katılımcıların hindistan cevizi yağı takviye öncesi ve sonrası istirahat durumunda karbonhidrat ve yağ oksidasyonu verileri

İstirahat durumunda;		Normal kilolu kadın	Fazla kilolu kadın	Normal kilolu erkek	Fazla kilolu erkek
Karbonhidrat oksidasyonu (g/gün)	K	0.12±0.07	0.11±0.05	0.15±0.04	0.17±0.08
	HCY	0.14±0.06	0.14±0.06	0.15±0.05	0.20±0.08
	p değeri	0.286	0.026*	0.374	0.657
Yağ oksidasyonu (g/gün)	K	0.07±0.03	0.07±0.03	0.09±0.03	0.09±0.03
	HCY	0.05±0.01	0.06±0.02	0.07±0.02	0.08±0.03
	p değeri	0.131	0.155	0.328	0.859

Bir hafta boyunca hindistan cevizi takviye öncesi (Kontrol) ve takviye sonrası (HCY) normal kilolu kadın, fazla kilolu kadın, normal kilolu erkek ve fazla kilolu erkek gruplarına ait şiddeti dereceli olarak artan semptom-sınırlı maksimum egzersiz test protokolü ile elde edilen egzersiz öncesi ısınma, düşük şiddetli egzersiz, orta şiddetli egzersiz ve egzersiz sonrası toparlanmaya ait dakikadaki ortalama karbonhidrat, yağ oksidasyon değerleri Tablo 7’de sunulmaktadır.

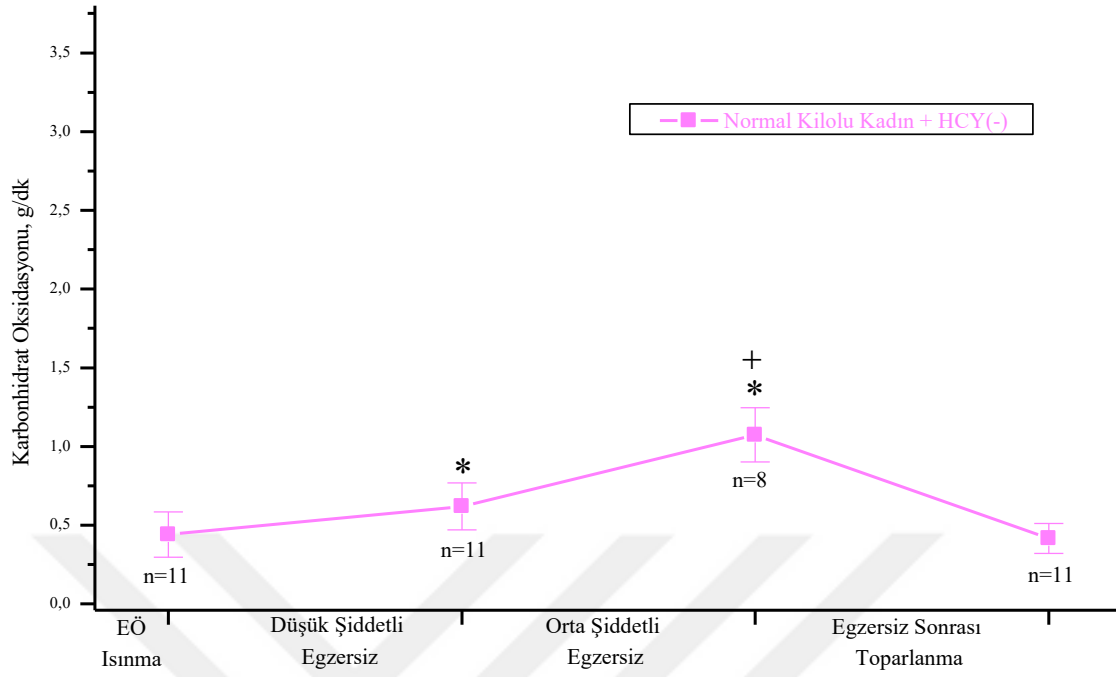
Tablo 7. Katılımcıların hindistan cevizi yağı (HCY) takviye öncesi ve sonrası egzersiz öncesi ısınma, düşük, orta şiddetli egzersiz ve toparlanma sırasındaki karbonhidrat ve yağ oksidasyon verileri

PARAMETRELER		Normal kilolu kadın	Fazla kilolu kadın	Normal kilolu erkek	Fazla kilolu erkek
Egzersiz öncesi ısınmada karbonhidrat oksidasyonu	K	0.44±0.14	0.43±0.37	0.45±0.18	0.44±0.15
	HCY	0.41±0.16	0.32±0.17	0.37±0.09	0.49±0.23
p değeri		0.790	0.445	0.213	0.374
Egzersiz öncesi ısınmada yağ oksidasyonu	K	0.15±0.05	0.17±0.05	0.19±0.09	0.23±0.10
	HCY	0.13±0.05	0.20±0.07	0.20±0.05	0.18±0.07
p değeri		0.424	0.248	0.790	0.424
Düşük şiddetli egzersizde karbonhidrat oksidasyonu	K	0.62±0.15	0.79±0.60	0.81±0.17	0.82±0.28
	HCY	0.58±0.18	0.56±0.20	0.73±0.13	0.86±0.28
p değeri		0.790	0.155	0.091	0.374
Düşük şiddetli egzersizde yağ oksidasyonu	K	0.12±0.06	0.13±0.07	0.16±0.06	0.22±0.75
	HCY	0.10±0.06	0.15±0.07	0.18±0.05	0.20±0.12
p değeri		0.091	0.213	0.110	0.110
Orta şiddetli egzersizde karbonhidrat oksidasyonu	K	1.07±0.17	1.10±0.32	1.58±0.46	2.00±0.49
	HCY	0.95±0.33	1.04±0.26	1.57±0.41	1.93±0.38
p değeri		0.161	0.575	0.500	0.753
Orta şiddetli egzersizde yağ oksidasyonu	K	0.11±0.06	0.09±0.07	0.13±0.06	0.14±0.03
	HCY	0.10±0.06	0.10±0.06	0.08±0.07	0.14±0.06
p değeri		0.889	0.575	0.080	0.753
Toparlanmada karbonhidrat oksidasyonu	K	0.42±0.10	0.45±0.27	0.46±0.10	0.47±0.16
	HCY	0.31±0.10	0.34±0.05	0.43±0.12	0.49±0.13
p değeri		0.010	0.131	0.374	0.722
Toparlanmada yağ oksidasyonu	K	0.10±0.12	0.06±0.02	0.09±0.03	0.10±0.04
	HCY	0.06±0.03	0.08±0.03	0.10±0.05	0.11±0.03
p değeri		0.859	0.155	0.657	0.213

Egzersiz öncesi, düşük şiddet egzersiz ve toparlanma esnası verilerinde grupta yer alan bütün deneklerden veri alındı (n=44), orta şiddetli egzersiz testi sırasında ise deneklerin RER değeri >1.00 olduğunda kullanılan laboratuvar tekniği ile substrat oksidasyonu hesaplanamadı. Bu nedenle orta şiddetli egzersiz testi sırasında veri elde edilen kişi sayısı değişmiş, parantez içerisinde kişi sayısı grafikte sunulmuştur. Egzersiz sonrası toparlanmada ise ilk 10 dakikanın verileri baz alındı. Bu verilerin çoğunluğunda RER değeri >1.00 olduğundan; RER değeri <1 'den küçük olan ölçülebilir verilerin ortalamaları alındı.

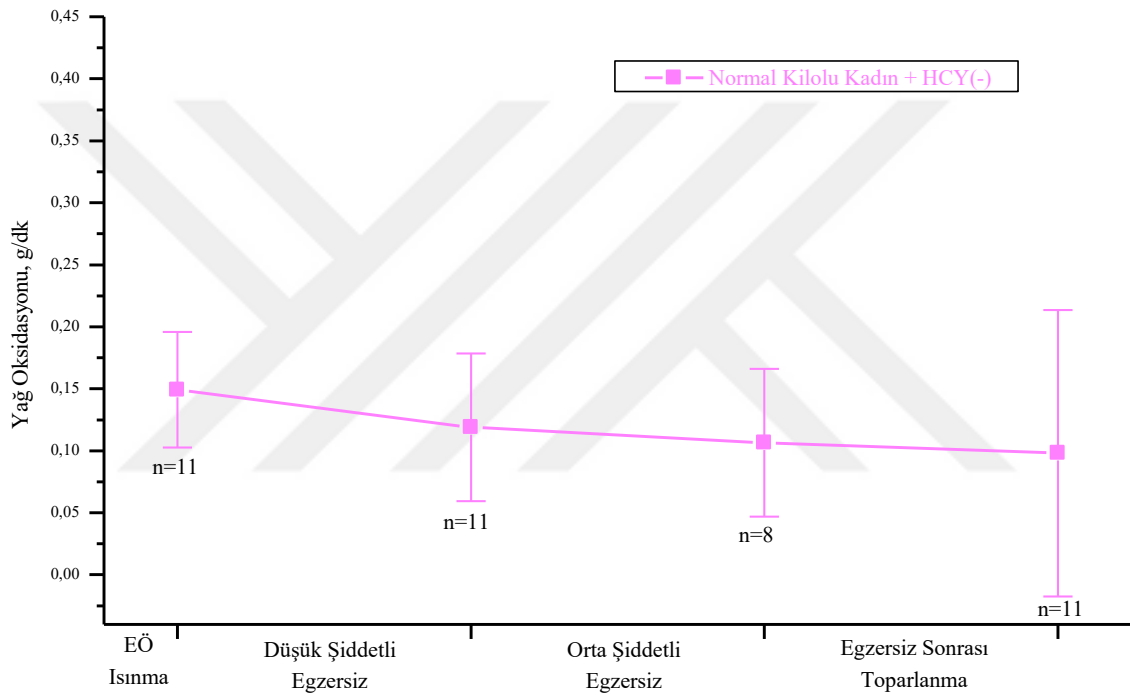
4.3. Katılımcıların Hindistan Cevizi Yağı Takviye Öncesi ve Sonrası Egzersiz Protokol Süreci ve Egzersiz Şiddetine Bağlı Substrat Oksidasyonu

Hindistan cevizi takviyesi yapılmadan önce, normal kilolu kadın katılımcılara ait şiddeti dereceli olarak artan semptom-sınırlı maksimum egzersiz test protokolü ile elde edilen egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı farklı evreler için belirlenen ortalama dakikadaki ortalama karbonhidrat oksidasyon değerleri Şekil 3'te sunulmaktadır. Şiddeti giderek artan protokol içeren egzersiz testi esnasında, ortalama karbonhidrat oksidasyonu ısınma periyodunda (ilk 5 dakika) 0.44 ± 0.14 g/dk iken, düşük şiddetli egzersiz, orta şiddetli egzersiz ve toparlanma periyodunda sırasıyla 0.62 ± 0.15 g/dk ve 1.07 ± 0.17 g/dakika (n=8), 0.42 ± 0.10 g/dk olarak belirlendi. Düşük şiddetli egzersiz ve orta şiddetli egzersizdeki karbonhidrat oksidasyonu, ısınma dönemine göre anlamlı derecede artmıştır (p sırasıyla 0.007, 0.012). Orta şiddetli egzersizde karbonhidrat oksidasyonu, düşük şiddetli egzersize göre anlamlı derecede artmıştır (p=0.012). Toparlanma esnasında (10 dakika) bu artış başlangıç seviyesine geri gelmiştir.



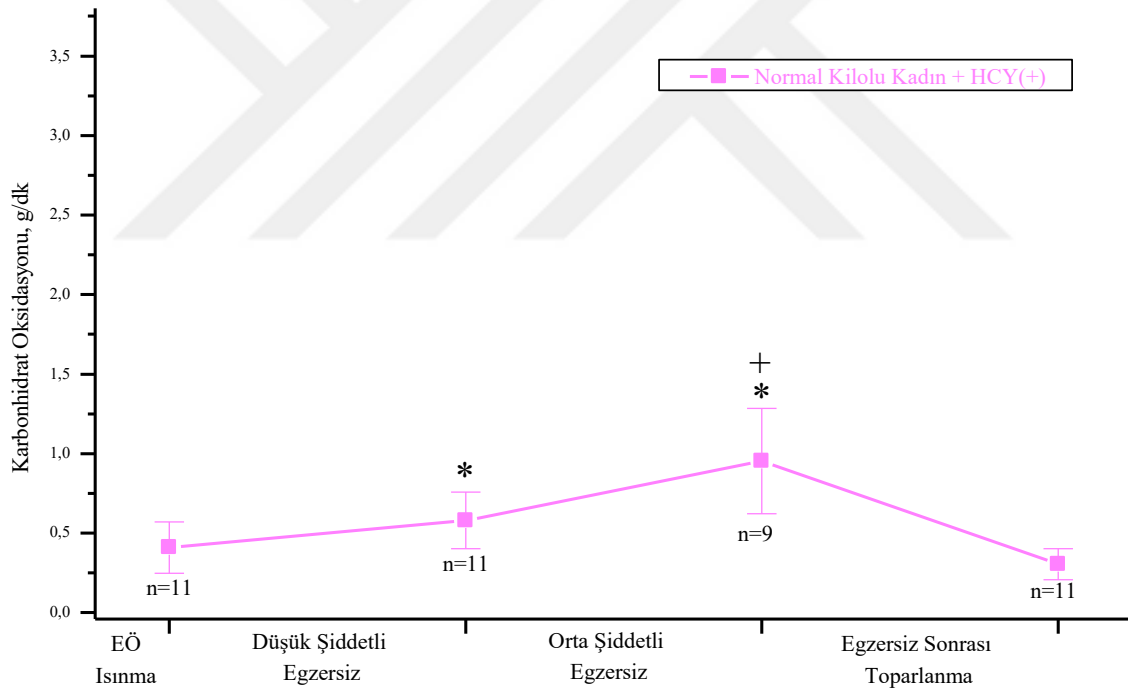
Şekil 3. Normal kilolu kadın katılımcılara ait hindistan cevizi takviye yapılmadan önceki egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı farklı evreler için, dakikadaki ortalama karbonhidrat oksidasyonu. *: Egzersiz testi ısınma döneminde karbonhidrat oksidasyon miktarıyla karşılaştırıldığında $P < 0,05$. +: Düşük şiddetli egzersiz döneminde ortalama karbonhidrat oksidasyon miktarıyla karşılaştırıldığında $P < 0,05$. EÖ: Egzersiz öncesi

Hindistan cevizi yağı takviyesi yapılmadan önce normal kilolu kadın katılımcılara ait şiddeti dereceli olarak artan semptom-sınırlı maksimum egzersiz test protokolü ile elde edilen egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı dakikadaki ortalama yağ oksidasyon değerleri Şekil 4'te sunulmuştur. Şiddeti giderek artan protokol içeren egzersiz testi esnasında, ortalama yağ oksidasyonu ısınma periyodunda (ilk 5 dakika) 0.15 ± 0.05 g/dk iken, düşük şiddetli egzersiz, orta şiddetli egzersiz ve toparlanma periyodunda sırasıyla 0.12 ± 0.06 g/dk, 0.11 ± 0.06 g/dk (n=8) ve 0.10 ± 0.12 g/dk olarak belirlendi. Bu parametre bakımından egzersiz testi periyotları arasında anlamlı bir fark bulunmadı ($p > 0.05$).



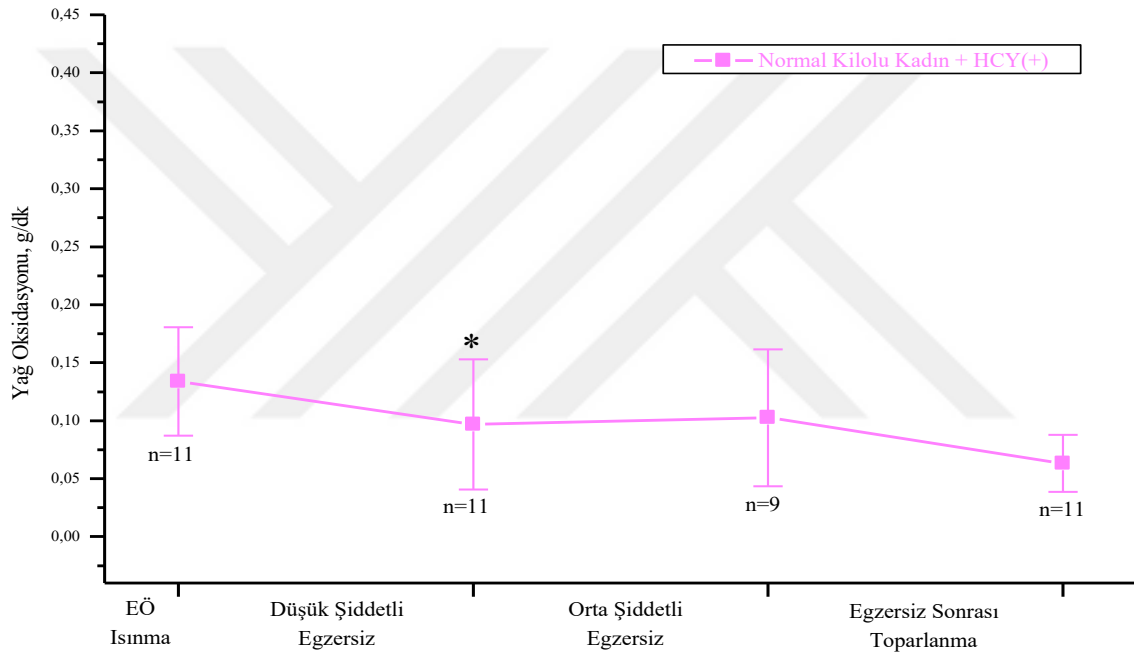
Şekil 4. Normal kilolu kadın katılımcılara ait hindistan cevizi takviye yapılmadan önceki egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı, dakikadaki ortalama yağ oksidasyonu

Bir hafta boyunca Hindistan cevizi takviyesi yapıldıktan sonra normal kilolu kadın katılımcılara ait şiddeti dereceli olarak artan semptom-sınırlı maksimum egzersiz test protokolü ile elde edilen egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı dakikadaki ortalama karbonhidrat oksidasyon değerleri Şekil 5’te sunulmuştur. Şiddeti giderek artan protokol içeren egzersiz testi esnasında, ortalama karbonhidrat oksidasyonu ısınma periyodunda (ilk 5 dakika) 0.41 ± 0.16 g/dk iken, düşük şiddetli egzersiz, orta şiddetli egzersiz ve toparlanma periyodunda sırasıyla 0.58 ± 0.18 g/dakika, 0.95 ± 0.33 g/dk (n=9) ve 0.31 ± 0.10 g/dakika olarak belirlendi. Düşük şiddetli egzersiz ve orta şiddetli egzersiz esnasındaki karbonhidrat oksidasyonu, ısınma dönemine göre anlamlı derecede artmıştır (p sırasıyla 0.010, 0.008). Orta şiddetli egzersizde karbonhidrat oksidasyonu, düşük şiddetli egzersize göre anlamlı derecede artmıştır (p=0.008).



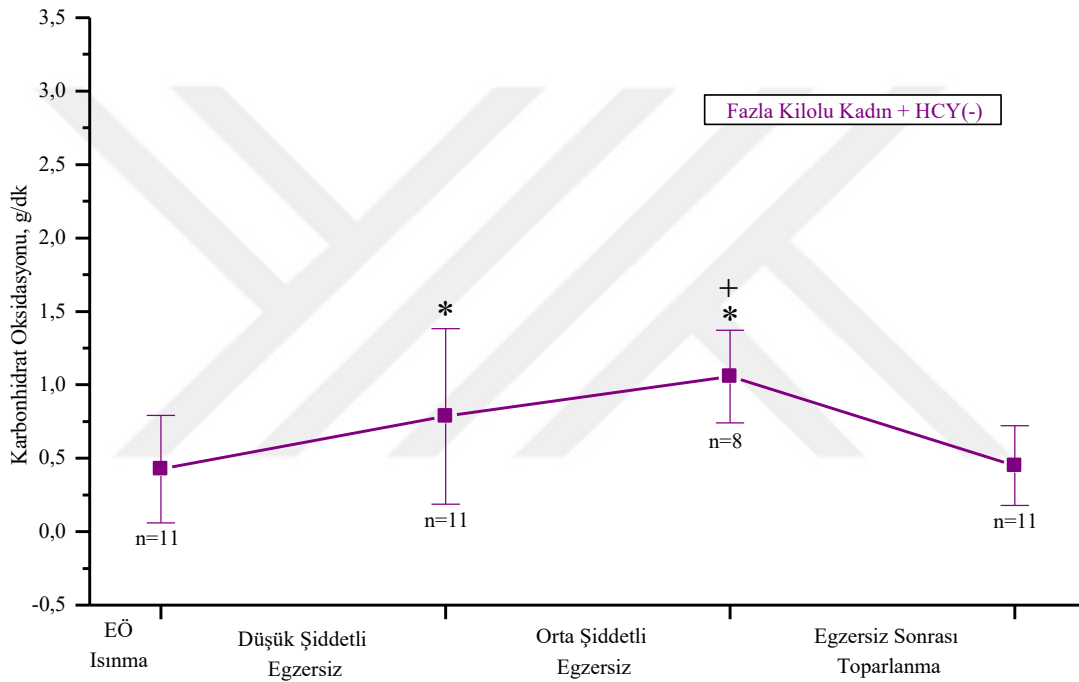
Şekil 5. Normal kilolu kadın katılımcılara ait bir hafta hindistan cevizi takviye sonrası egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı, dakikadaki ortalama karbonhidrat oksidasyonu

Bir hafta boyunca Hindistan cevizi takviyesi yapıldıktan sonra normal kilolu kadın katılımcılara ait şiddeti dereceli olarak artan semptom-sınırlı maksimum egzersiz test protokolü ile elde edilen egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı dakikadaki ortalama yağ oksidasyon değerleri Şekil 6’da sunulmuştur. Egzersiz testi esnasında düşük şiddetli egzersiz dönemindeki (0.10 ± 0.06 g/dk) yağ oksidasyonunun, egzersiz öncesi ısınma periyoduna (0.13 ± 0.05 g/dk) göre anlamlı azalma saptanmıştır ($p=0.013$). Tükenene kadar şiddeti artan bu akut egzersiz testi sonrası toparlanma dönemindeki 10 dakika süresince, yağ oksidasyonunda gerçekleşen düşüş egzersiz öncesi seviyenin altına düşmüştür.



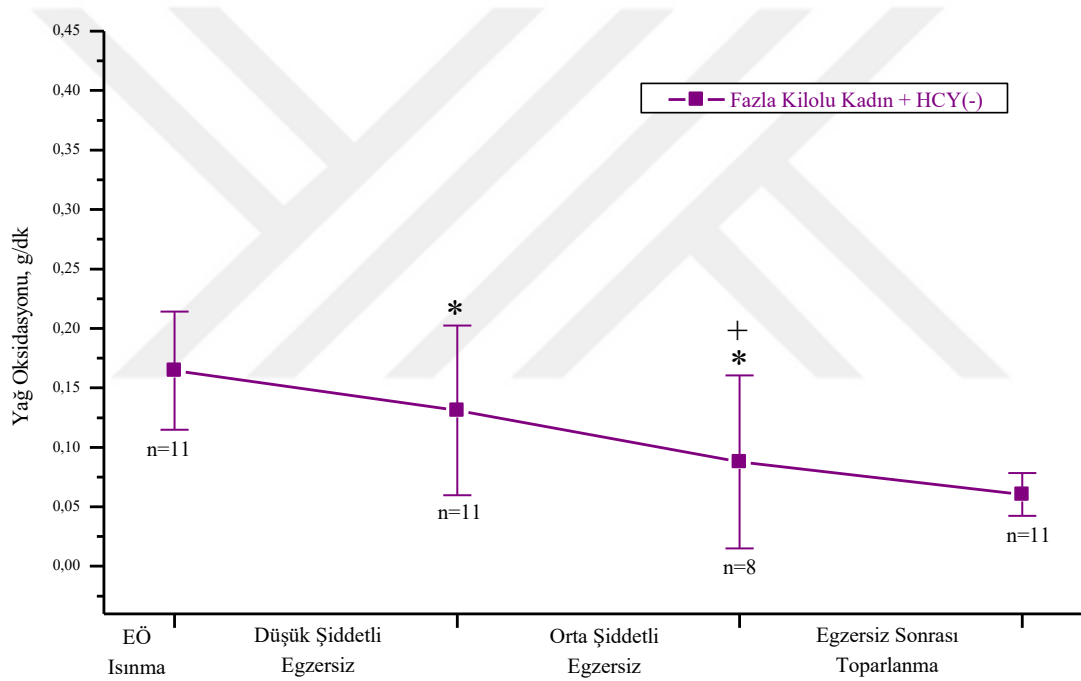
Şekil 6. Normal kilolu kadın katılımcılara ait bir hafta hindistan cevizi takviye sonrası egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı, dakikadaki ortalama yağ oksidasyonu

Hindistan cevizi takviyesi yapılmadan önce fazla kilolu kadın katılımcılara ait şiddeti dereceli olarak artan semptom-sınırlı maksimum egzersiz test protokolü ile elde edilen egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı dakikadaki ortalama karbonhidrat oksidasyon değerleri Şekil 7’de sunulmuştur. Şiddeti giderek artan protokol içeren egzersiz testi esnasında, orta şiddetli egzersizin (1.10 ± 0.32 g/dk, $n=8$) karbonhidrat oksidasyonunun, düşük şiddetli egzersize (0.79 ± 0.60 g/dk, $p=0.012$) ve ısınma periyoduna göre (0.43 ± 0.37 g/dk, $p=0.012$); düşük şiddetli egzersizin karbonhidrat oksidasyonunun, egzersiz öncesi ısınma periyoduna göre anlamlı derecede artma saptanmıştır ($p=0,003$).



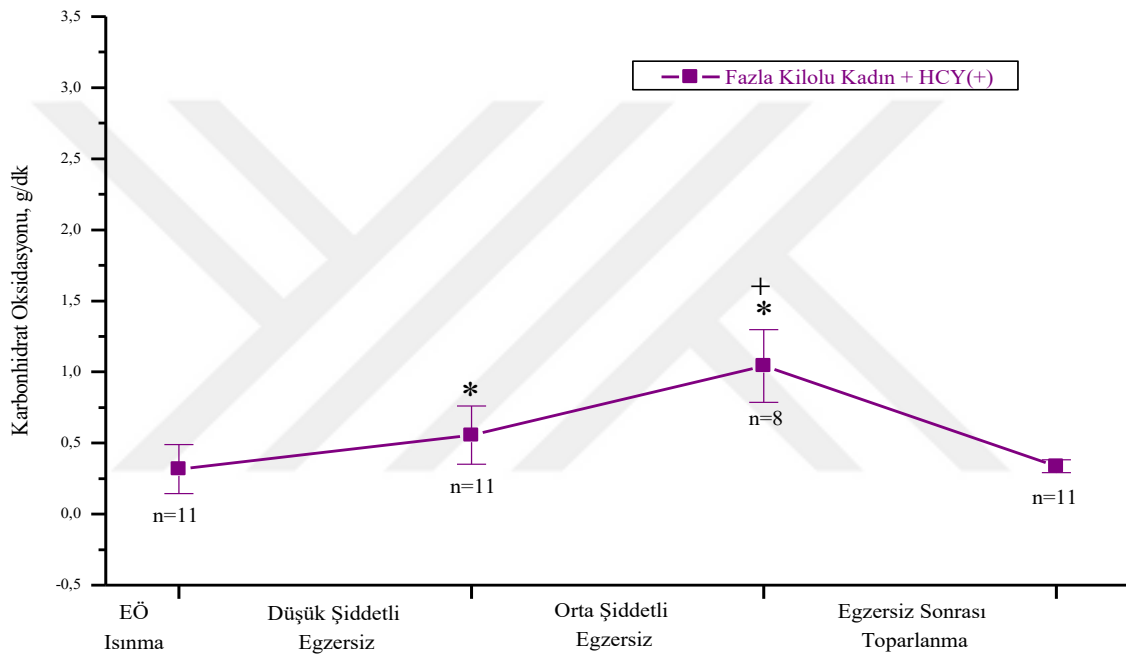
Şekil 7. Fazla kilolu kadın katılımcılara ait hindistan cevizi takviye yapılmadan önceki egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı, dakikadaki ortalama karbonhidrat oksidasyonu

Hindistan cevizi takviyesi yapılmadan önce fazla kilolu kadın katılımcılara ait şiddeti dereceli olarak artan semptom-sınırlı maksimum egzersiz test protokolü ile elde edilen egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı dakikadaki ortalama yağ oksidasyon değerleri Şekil 8’de sunulmuştur. Egzersiz testi esnasında orta şiddetli egzersizin yağ oksidasyonunun (0.09 ± 0.07 g/dk, $n=8$) düşük şiddetli egzersize (0.13 ± 0.07 g/dk) ve egzersiz öncesi ısınma periyoduna (0.17 ± 0.05 g/dk) göre anlamlı azalma saptanmıştır ($p=0.012$). Orta şiddetli egzersizde yağ oksidasyonu, düşük şiddetli egzersize göre anlamlı derecede azalmıştır ($p=0.016$). Tükenene kadar şiddeti artan bu akut egzersiz testi sonrası toparlanma dönemindeki 10 dakika süresince, yağ oksidasyonu egzersiz öncesi seviyenin altına düşmüştür.



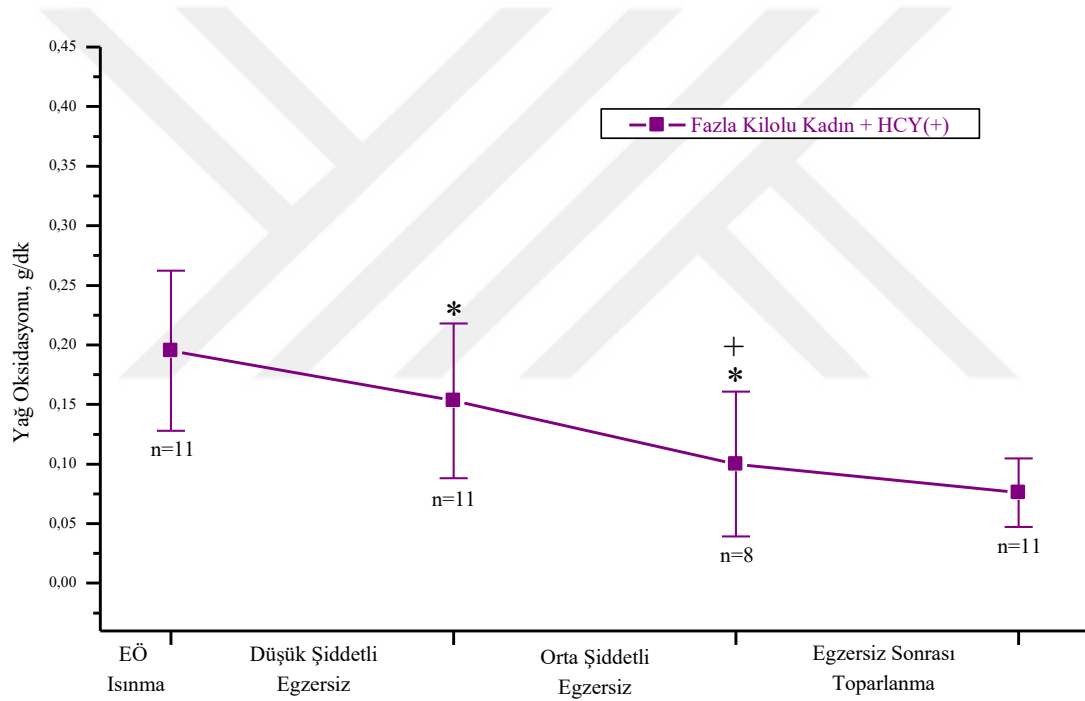
Şekil 8. Fazla kilolu kadın katılımcılara ait hindistan cevizi takviye yapılmadan önceki egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı, dakikadaki ortalama yağ oksidasyonu

Bir hafta boyunca Hindistan cevizi takviyesi yapıldıktan sonra fazla kilolu kadın katılımcılara ait şiddeti dereceli olarak artan semptom-sınırlı maksimum egzersiz test protokolü ile elde edilen egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı dakikadaki ortalama karbonhidrat oksidasyon değerleri Şekil 9’da sunulmuştur. Egzersiz testi esnasında; orta şiddetli egzersiz ile karbonhidrat oksidasyonunda (1.04 ± 0.26 g/dk, $n=8$) düşük şiddetli egzersize (0.56 ± 0.20 g/dk) ve egzersiz öncesi ısınma periyoduna (0.32 ± 0.17 g/dk) göre anlamlı artış saptanmıştır ($p=0.012$). Orta şiddetli egzersizde karbonhidrat oksidasyonu, düşük şiddetli egzersize göre anlamlı derecede artmıştır ($p=0.003$).



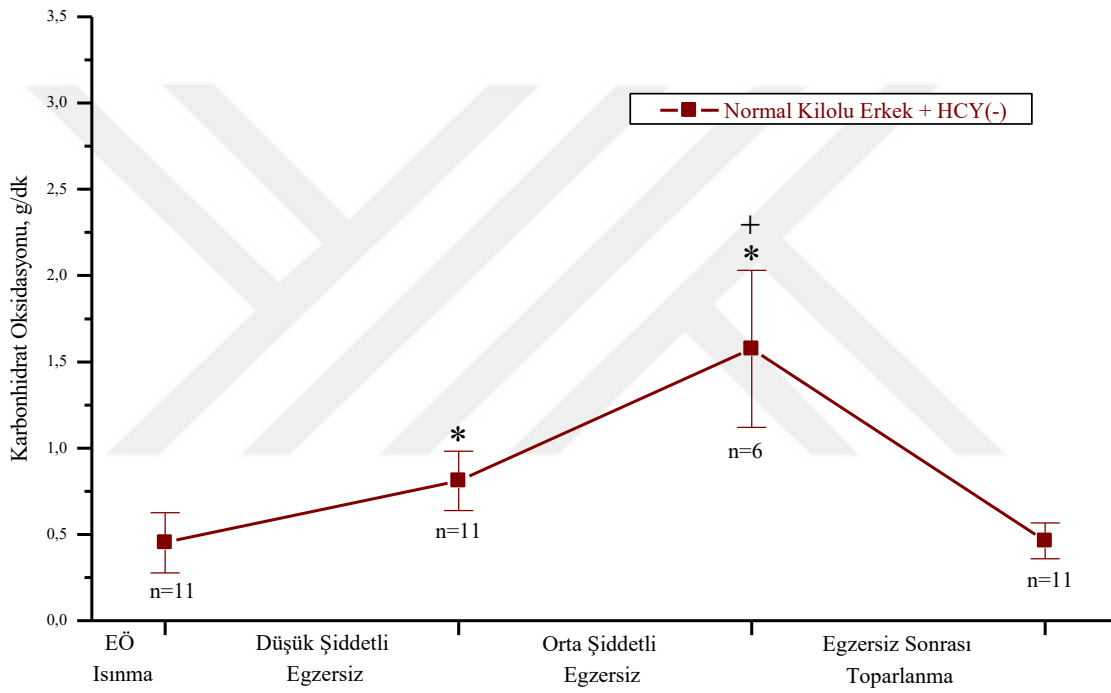
Şekil 9. Fazla kilolu kadın katılımcılara ait bir hafta hindistan cevizi takviye sonrası egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı, dakikadaki ortalama karbonhidrat oksidasyonu

Bir hafta boyunca Hindistan cevizi takviyesi yapıldıktan sonra fazla kilolu kadın katılımcılara ait şiddeti dereceli olarak artan semptom-sınırlı maksimum egzersiz test protokolü ile elde edilen egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı dakikadaki ortalama yağ oksidasyon değerleri Şekil 10’da sunulmuştur. Egzersiz testi esnasında orta şiddetli egzersizin yağ oksidasyonunun (0.10 ± 0.06 g/dk, $n=8$) düşük şiddetli egzersize (0.15 ± 0.07 g/dk) ve egzersiz öncesi ısınma periyoduna (0.20 ± 0.07 g/dk) göre anlamlı azalma saptanmıştır ($p=0.012$). Orta şiddetli egzersizde karbonhidrat oksidasyonu, düşük şiddetli egzersize göre anlamlı derecede artmıştır ($p=0.016$ g/dk). Tükenene kadar şiddeti artan bu akut egzersiz testi sonrası toparlanma dönemindeki 10 dakika süresince, yağ oksidasyonu egzersiz öncesi seviyenin altına düşmüştür.



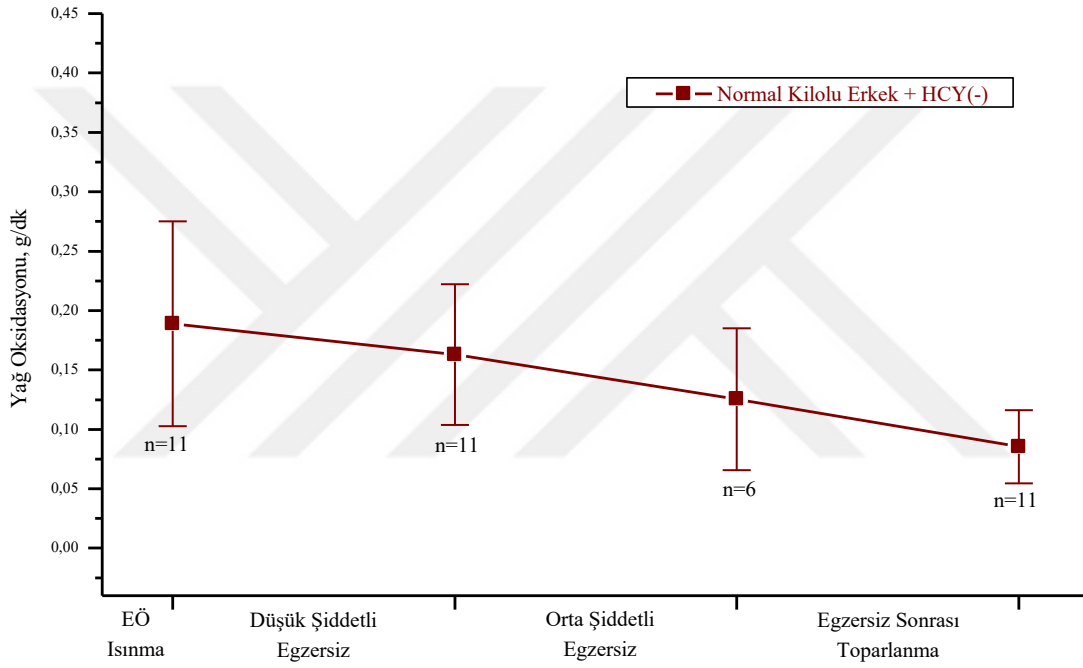
Şekil 10. Fazla kilolu kadın katılımcılara ait bir hafta hindistan cevizi takviye sonrası egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı, dakikadaki ortalama yağ oksidasyonu

Hindistan cevizi takviyesi yapılmadan önce normal kilolu erkek katılımcılara ait şiddeti dereceli olarak artan semptom-sınırlı maksimum egzersiz test protokolü ile elde edilen egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı dakikadaki ortalama karbonhidrat oksidasyon değerleri Şekil 11’de sunulmuştur. Egzersiz testi esnasında orta şiddetli egzersizin karbonhidrat oksidasyonunun (1.58 ± 0.46 g/dk, n=6) düşük şiddetli egzersize (0.81 ± 0.17 g/dk) ve egzersiz öncesi ısınma periyoduna (0.45 ± 0.18 g/dk) göre anlamlı artış saptanmıştır (p=0.028). Orta şiddetli egzersizde karbonhidrat oksidasyonu, düşük şiddetli egzersize göre anlamlı derecede artmıştır (p=0.004).



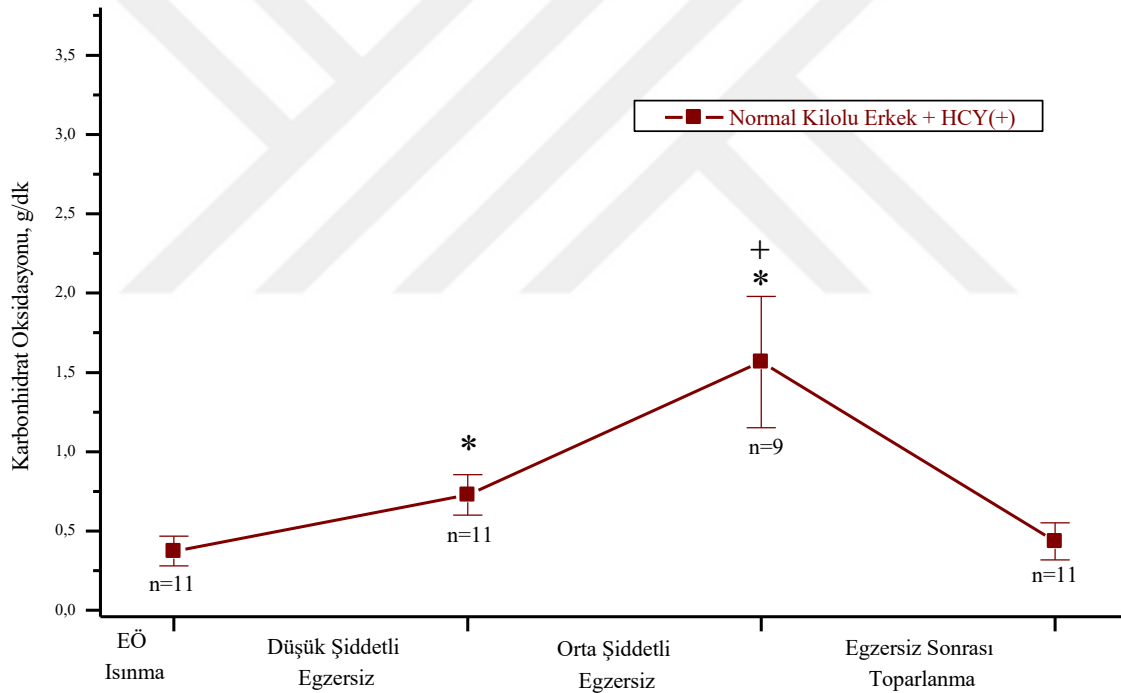
Şekil 11. Normal kilolu erkek katılımcılara ait hindistan cevizi takviye yapılmadan önceki egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı, dakikadaki ortalama karbonhidrat oksidasyonu

Hindistan cevizi takviyesi yapılmadan önce normal kilolu erkek katılımcılara ait şiddeti dereceli olarak artan semptom-sınırlı maksimum egzersiz test protokolü ile elde edilen egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı dakikadaki ortalama yağ oksidasyon değerleri Şekil 12’de sunulmuştur. Şiddeti giderek artan protokol içeren egzersiz testi esnasında, ortalama yağ oksidasyonu ısınma periyodunda (ilk 5 dakika) 0.15 ± 0.05 g/dk iken, düşük şiddetli egzersiz, orta şiddetli egzersiz (n=6) ve toparlanma periyodunda sırasıyla 0.12 ± 0.06 g/dk, 0.11 ± 0.06 g/dk, 0.10 ± 0.12 g/dk olarak belirlendi. Egzersiz testi periyotları arasındaki bu düşüş istatistik olarak anlamlı derecede değildir ($p > 0.05$).



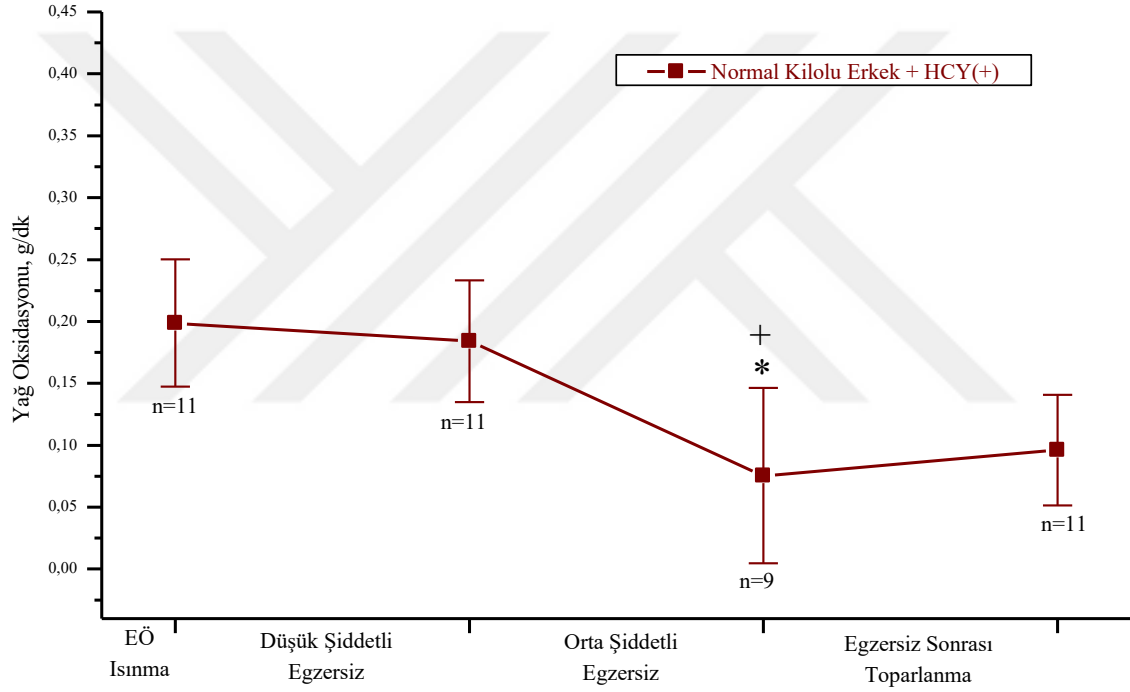
Şekil 12. Normal kilolu erkek katılımcılara ait hindistan cevizi takviye yapılmadan önceki egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı, dakikadaki ortalama yağ oksidasyonu

Bir hafta boyunca Hindistan cevizi takviyesi yapıldıktan sonra normal kilolu erkek katılımcılara ait şiddeti dereceli olarak artan semptom-sınırlı maksimum egzersiz test protokolü ile elde edilen egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı dakikadaki ortalama karbonhidrat oksidasyon değerleri Şekil 13’de sunulmuştur. Şiddeti giderek artan protokol içeren egzersiz testi esnasında, ortalama karbonhidrat oksidasyonu ısınma periyodunda (ilk 5 dakika) 0.37 ± 0.09 g/dk iken, düşük şiddetli egzersiz, orta şiddetli egzersiz (n=9) ve toparlanma periyodunda sırasıyla 0.73 ± 0.13 g/dk, 1.57 ± 0.41 g/dk, 0.43 ± 0.12 g/dk olarak belirlendi. Düşük şiddetli egzersiz ve orta şiddetli egzersizdeki karbonhidrat oksidasyonu, ısınma dönemine göre anlamlı derecede yüksektir (p sırasıyla 0.003, 0.008). Orta şiddetli egzersizde karbonhidrat oksidasyonu, düşük şiddetli egzersize göre anlamlı derecede yüksektir (p=0.008).



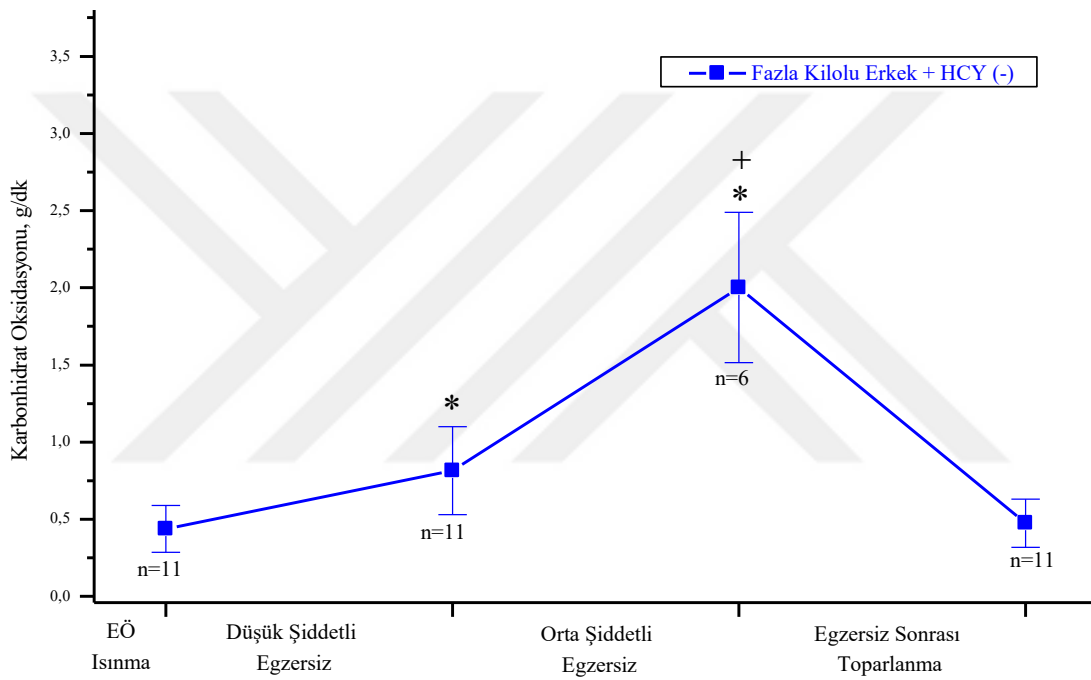
Şekil 13. Normal kilolu erkek katılımcılara ait bir hafta hindistan cevizi takviye sonrası egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı, dakikadaki ortalama karbonhidrat oksidasyonu

Bir hafta boyunca Hindistan cevizi takviyesi yapıldıktan sonra normal kilolu erkek katılımcılara ait şiddeti dereceli olarak artan semptom-sınırlı maksimum egzersiz test protokolü ile elde edilen egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı dakikadaki ortalama yağ oksidasyon değerleri Şekil 14'te sunulmuştur. Egzersiz testi esnasında orta şiddetli egzersiz dönemindeki (0.08 ± 0.07 g/dk, $n=9$) yağ oksidasyonunda, düşük şiddetli egzersiz (0.18 ± 0.05 g/dk, $p=0.008$) ve egzersiz öncesi ısınma periyoduna (0.20 ± 0.05 g/dk, $p=0.021$) göre anlamlı azalma saptanmıştır. Tükenene kadar şiddeti artan bu akut egzersiz testi sonrası toparlanma dönemindeki 10 dakika süresince, yağ oksidasyonunda gerçekleşen düşüş egzersiz öncesi seviyenin altına düşmüştür.



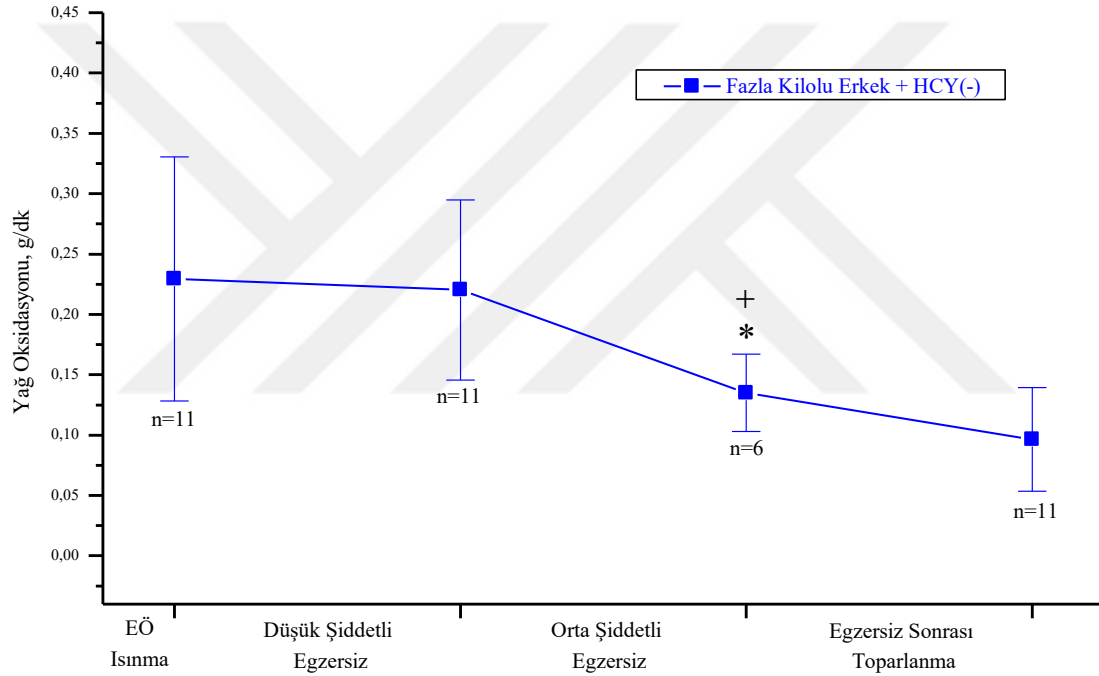
Şekil 14. Normal kilolu erkek katılımcılara ait bir hafta hindistan cevizi takviye sonrası egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı, dakikadaki ortalama yağ oksidasyonu

Hindistan cevizi takviyesi yapılmadan önce fazla kilolu erkek katılımcılara ait şiddeti dereceli olarak artan semptom-sınırlı maksimum egzersiz test protokolü ile elde edilen egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı dakikadaki ortalama karbonhidrat oksidasyon değerleri Şekil 15'te sunulmuştur. Egzersiz testi esnasında orta şiddetli egzersizin karbonhidrat oksidasyonunda (2.00 ± 0.49 g/dk, n=6) düşük şiddetli egzersize (0.82 ± 0.28 g/dk) ve egzersiz öncesi ısınma periyoduna (0.44 ± 0.15 g/dk) göre anlamlı artış saptanmıştır (p=0.028). Düşük şiddetli egzersizde karbonhidrat oksidasyonu, egzersiz öncesi ısınma periyoduna göre anlamlı derecede artmıştır (p=0.004).



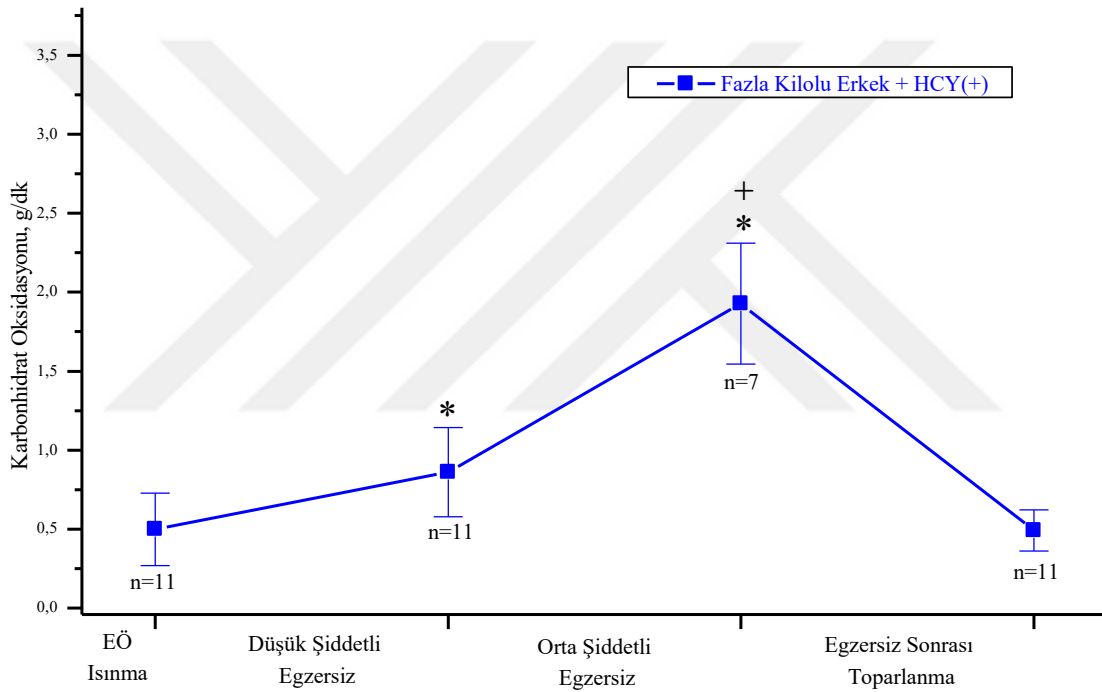
Şekil 15. Fazla kilolu erkek katılımcılara ait hindistan cevizi takviyesi yapılmadan önceki egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı, dakikadaki ortalama karbonhidrat oksidasyonu

Hindistan cevizi takviyesi yapılmadan önce fazla kilolu erkek katılımcılara ait şiddeti dereceli olarak artan semptom-sınırlı maksimum egzersiz test protokolü ile elde edilen egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı dakikadaki ortalama yağ oksidasyon değerleri Şekil 16'da sunulmuştur. Egzersiz testi esnasında orta şiddetli egzersizin yağ oksidasyonunda (0.14 ± 0.03 g/dk, $n=6$) düşük şiddetli egzersize (0.22 ± 0.75 g/dk, $p=0.028$) ve egzersiz öncesi ısınma periyoduna (0.23 ± 0.10 g/dk, $p=0.046$) göre anlamlı azalma saptanmıştır ($p=0.028$). Tükenene kadar şiddeti artan bu akut egzersiz testi sonrası toparlanma dönemindeki 10 dakika süresince, yağ oksidasyonu egzersiz öncesi seviyenin altına düşmüştür.



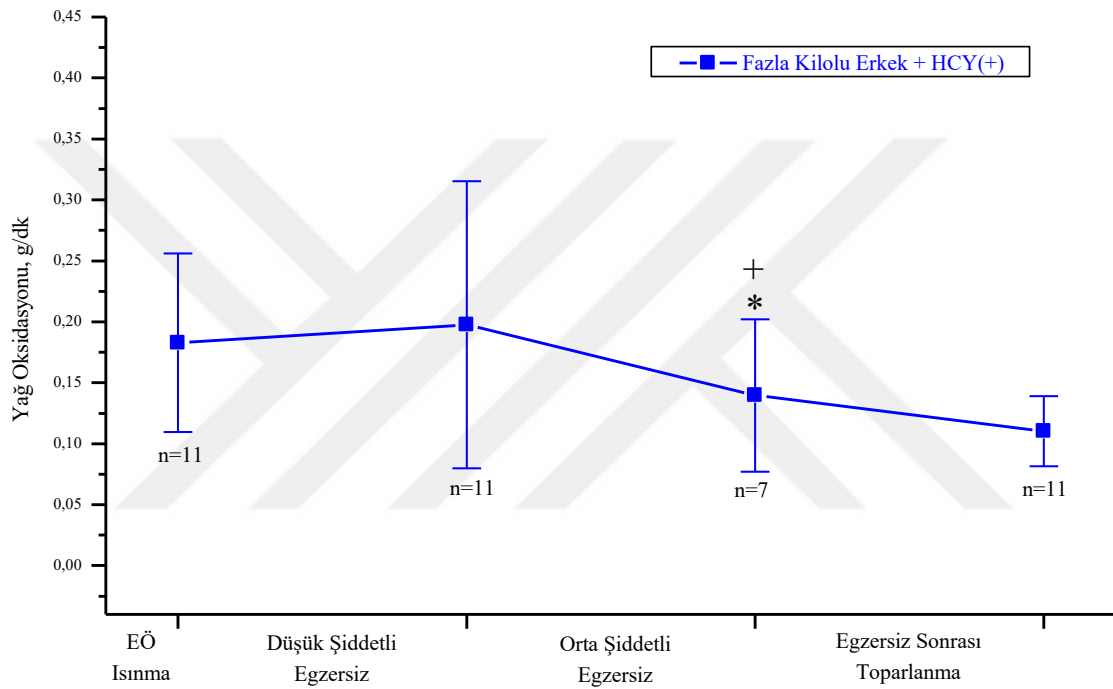
Şekil 16. Fazla kilolu erkek katılımcılara ait hindistan cevizi takviyesi yapılmadan önceki egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı, dakikadaki ortalama yağ oksidasyonu

Bir hafta boyunca Hindistan cevizi takviyesi yapıldıktan sonra fazla kilolu erkek katılımcılara ait şiddeti dereceli olarak artan semptom-sınırlı maksimum egzersiz test protokolü ile elde edilen egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı dakikadaki ortalama karbonhidrat oksidasyon değerleri Şekil 17’de sunulmuştur. Egzersiz testi esnasında orta şiddetli egzersizin karbonhidrat oksidasyonunun (1.93 ± 0.38 g/dk, $n=7$) düşük şiddetli egzersiz (0.86 ± 0.28 g/dk) ve egzersiz öncesi ısınma periyoduna (0.49 ± 0.23 g/dk) göre anlamlı artış saptanmıştır ($p=0.018$). Düşük şiddetli egzersizde karbonhidrat oksidasyonunda egzersiz öncesi ısınma periyoduna göre anlamlı derecede artmıştır ($p=0.003$).



Şekil 17. Fazla kilolu erkek katılımcılara ait bir hafta hindistan cevizi takviye sonrası egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı, dakikadaki ortalama karbonhidrat oksidasyonu

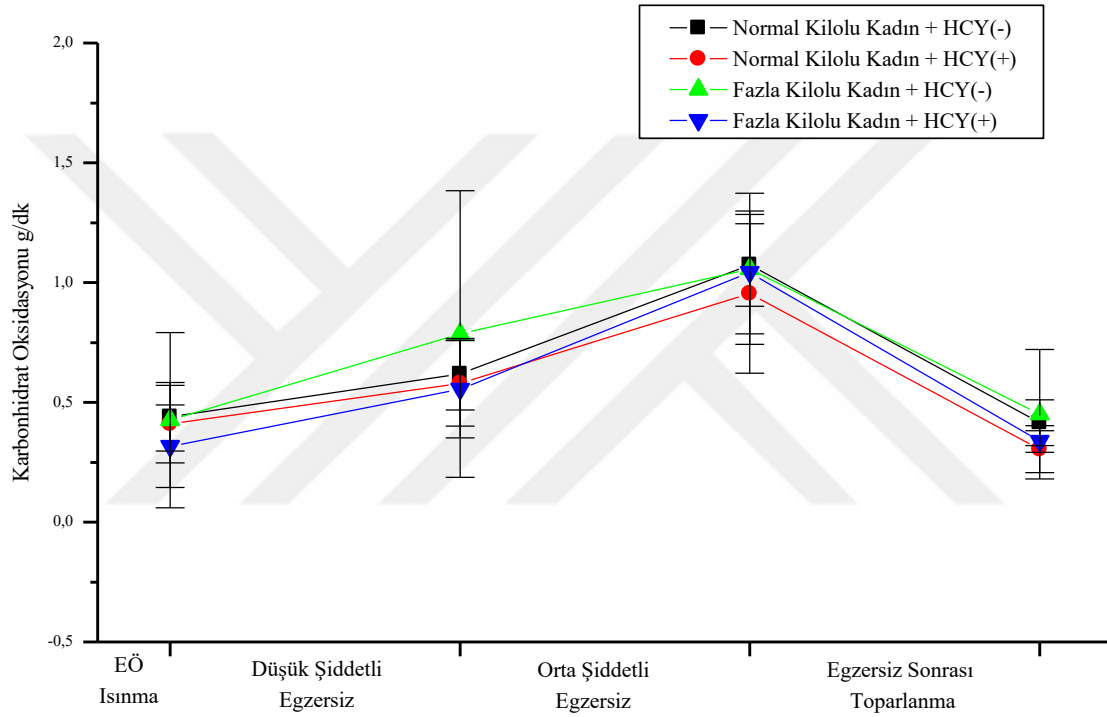
Bir hafta boyunca Hindistan cevizi takviyesi yapıldıktan sonra fazla kilolu erkek katılımcılara ait şiddeti dereceli olarak artan semptom-sınırlı maksimum egzersiz test protokolü ile elde edilen egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı dakikadaki ortalama yağ oksidasyon değerleri Şekil 18’de sunulmuştur. Egzersiz testi esnasında orta şiddetli egzersizin karbonhidrat oksidasyonu (0.14 ± 0.06 g/dk, $n=7$) düşük şiddetli egzersize (0.20 ± 0.12 g/dk, $p=0.043$) ve egzersiz öncesi ısınma periyoduna (0.18 ± 0.07 g/dk, $p=0.018$) göre anlamlı azalma saptanmıştır.



Şekil 18. Fazla kilolu erkek katılımcılara ait bir hafta hindistan cevizi takviye sonrası egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı, dakikadaki ortalama yağ oksidasyonu

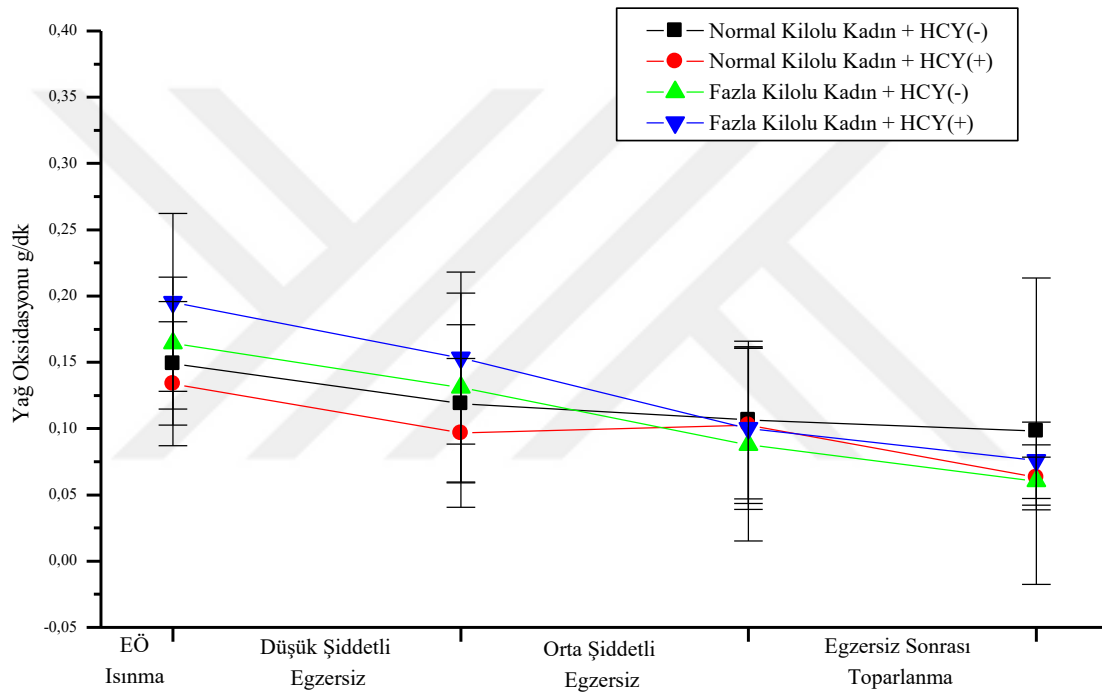
4.4. Katılımcıların Hindistan Cevizi Yağı Takviye Öncesi ve Sonrası Egzersiz Protokol Süreci ve Egzersiz Şiddetine Bağlı Substrat Oksidasyonlarının Karşılaştırılması

Hindistan cevizi yağı takviyesi yapılmadan önce ve yapıldıktan sonraki normal ve fazla kilolu kadın katılımcılara ait şiddeti dereceli olarak artan semptom-sınırlı maksimum egzersiz test protokolü ile elde edilen egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı dakikadaki ortalama karbonhidrat oksidasyon değerlerinin karşılaştırılması Şekil 19'da sunulmuştur.



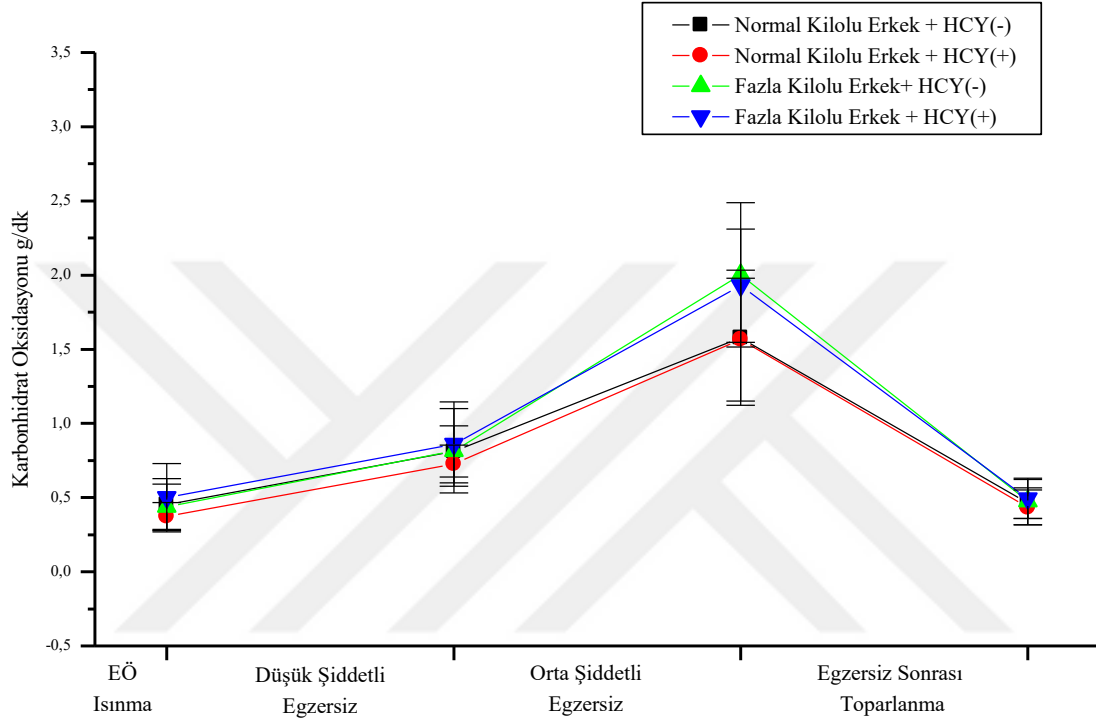
Şekil 19. Normal ve fazla kilolu kadın katılımcılara ait hindistan cevizi takviye yapılmadan önce ve yapıldıktan sonraki egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı, dakikadaki ortalama karbonhidrat oksidasyonu karşılaştırılması

Hindistan cevizi yağı takviyesi yapılmadan önce ve yapıldıktan sonraki normal ve fazla kilolu kadın katılımcılara ait şiddeti dereceli olarak artan semptom-sınırlı maksimum egzersiz test protokolü ile elde edilen egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı dakikadaki ortalama yağ oksidasyonu değerlerinin karşılaştırılması Şekil 20’de sunulmaktadır. Normal ve fazla kilolu kadınlarda egzersiz öncesi ısınmadaki yağ oksidasyonu düşük şiddetli egzersiz sırasında azalırken, orta şiddetli egzersiz sırasında normal kilolu kadınlarda yağ oksidasyonu artarken, fazla kilolu kadınlarda yağ oksidasyonu düşmüştür (Tablo 7, Şekil 20).



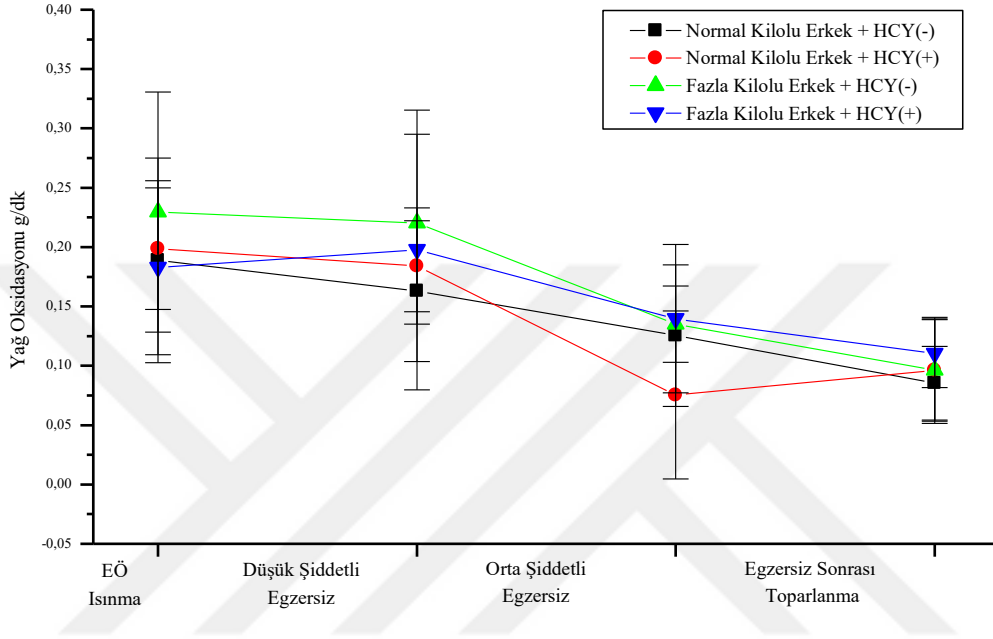
Şekil 20. Normal ve fazla kilolu kadın katılımcılara ait hindistan cevizi takviye yapılmadan ve yapıldıktan sonraki egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı, dakikadaki ortalama yağ oksidasyonu karşılaştırılması

Hindistan cevizi yağı takviyesi yapılmadan önce ve yapıldıktan sonraki normal ve fazla kilolu erkek katılımcılara ait şiddeti dereceli olarak artan semptom-sınırlı maksimum egzersiz test protokolü ile elde edilen egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı dakikadaki ortalama karbonhidrat oksidasyonu değerlerinin karşılaştırılması Şekil 21’de sunulmaktadır.



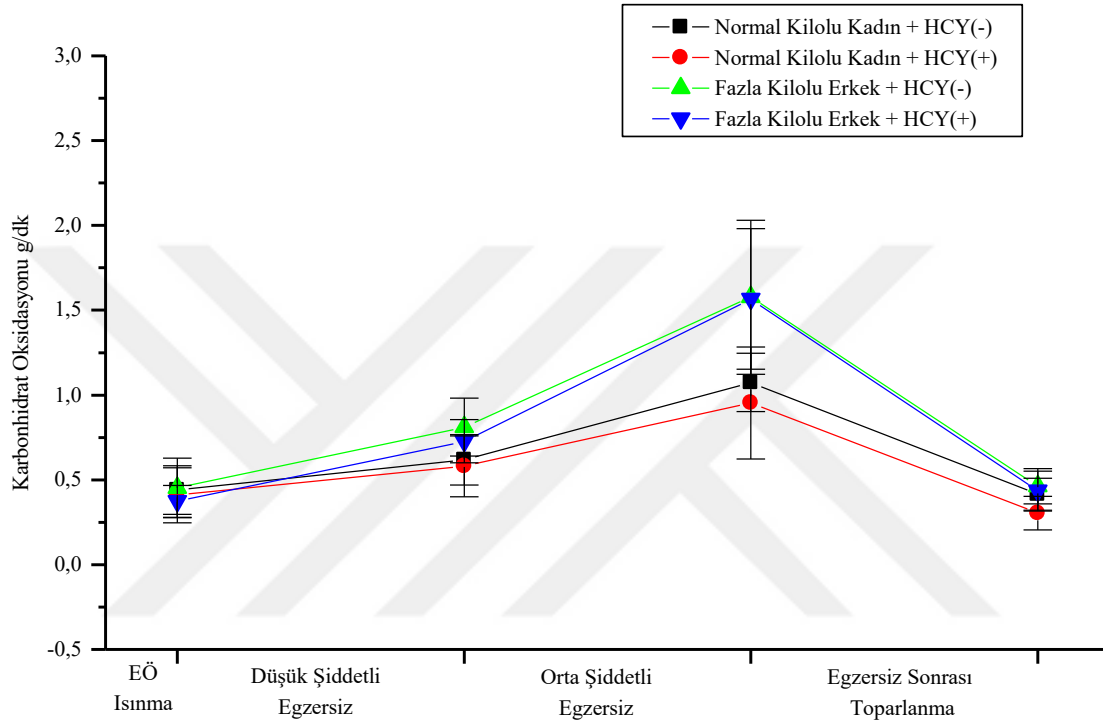
Şekil 21. Normal ve fazla kilolu erkek katılımcılara ait hindistan cevizi takviyesi yapılmadan önce ve yapıldıktan sonraki egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı, dakikadaki ortalama karbonhidrat oksidasyonu karşılaştırılması

Hindistan cevizi yağı takviyesi yapılmadan önce ve yapıldıktan sonraki normal ve fazla kilolu erkek katılımcılara ait şiddeti dereceli olarak artan semptom-sınırlı maksimum egzersiz test protokolü ile elde edilen egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı dakikadaki ortalama yağ oksidasyonu değerlerinin karşılaştırılması Şekil 22’de sunulmaktadır.



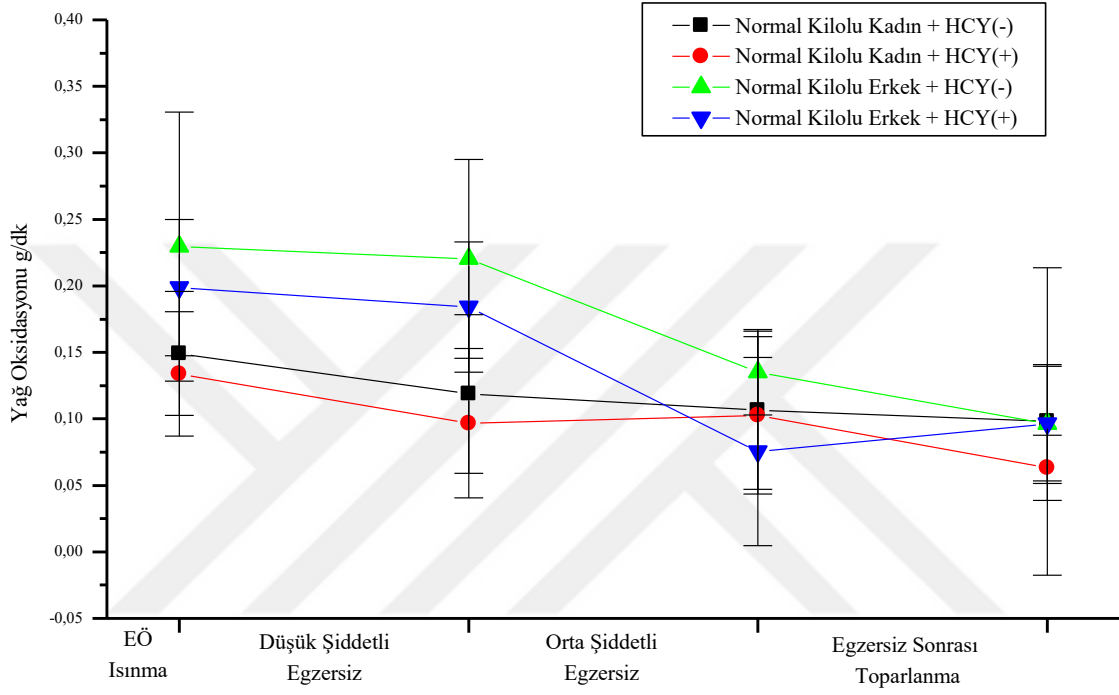
Şekil 22. Normal ve fazla kilolu erkek katılımcılara ait hindistan cevizi takviye yapılmadan önce ve yapıldıktan sonraki egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı, dakikadaki ortalama yağ oksidasyonu karşılaştırılması

Hindistan cevizi yağı takviyesi yapılmadan önce ve yapıldıktan sonraki normal kilolu kadın ve erkek katılımcılara ait şiddeti dereceli olarak artan semptom-sınırlı maksimum egzersiz test protokolü ile elde edilen egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı dakikadaki ortalama karbonhidrat oksidasyon değerlerinin karşılaştırılması Şekil 23'te sunulmaktadır.



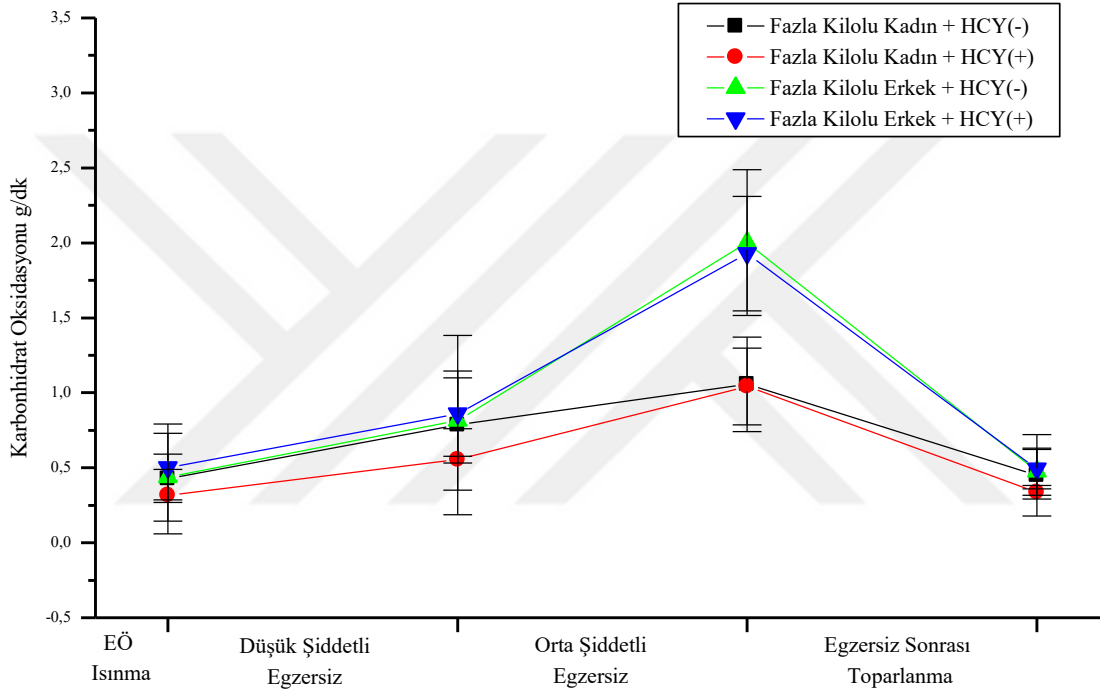
Şekil 23. Normal kilolu kadın ve erkek katılımcılara ait hindistan cevizi takviye yapılmadan ve yapıldıktan sonraki egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı, dakikadaki ortalama karbonhidrat oksidasyonu karşılaştırılması

Hindistan cevizi yağı takviyesi yapılmadan önce ve yapıldıktan sonraki normal kilolu kadın ve erkek katılımcılara ait şiddeti dereceli olarak artan semptom-sınırlı maksimum egzersiz test protokolü ile elde edilen egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı dakikadaki ortalama yağ oksidasyonu değerlerinin karşılaştırılması Şekil 24'te sunulmaktadır.



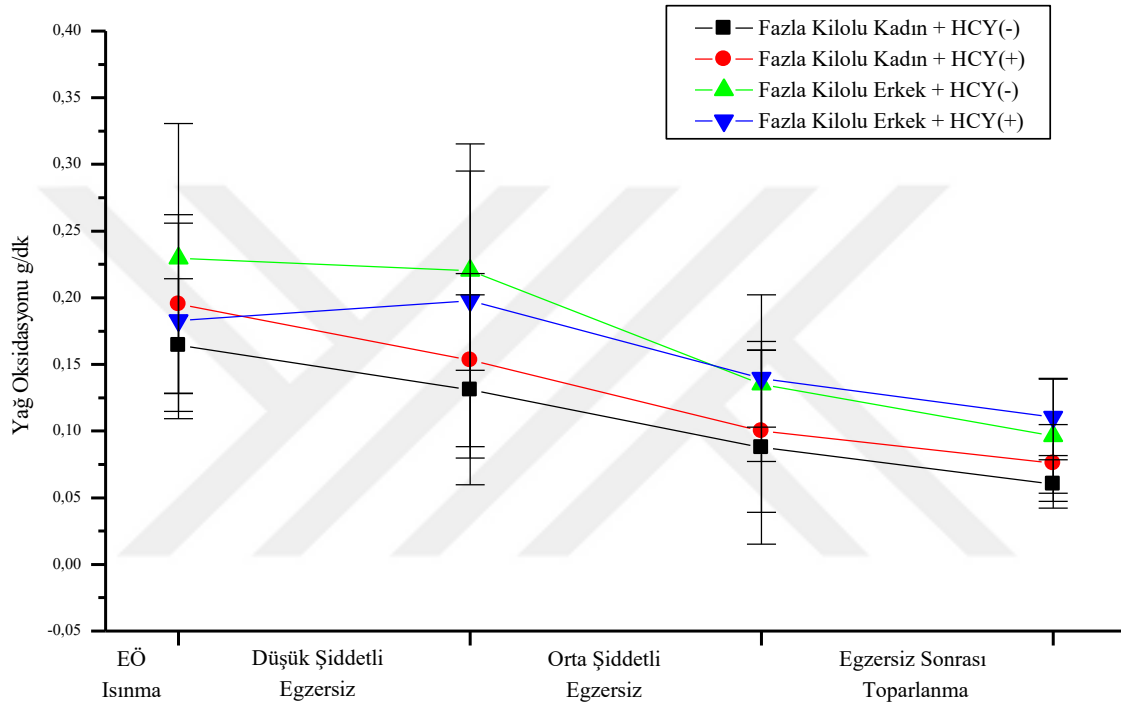
Şekil 24. Normal kilolu kadın ve erkek katılımcılara ait hindistan cevizi takviye yapılmadan ve yapıldıktan sonraki egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı, dakikadaki ortalama yağ oksidasyonu karşılaştırılması

Hindistan cevizi yağı takviyesi yapılmadan önce ve yapıldıktan sonraki fazla kilolu kadın ve erkek katılımcılara ait şiddeti dereceli olarak artan semptom-sınırlı maksimum egzersiz test protokolü ile elde edilen egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı dakikadaki ortalama karbonhidrat oksidasyonu değerlerinin karşılaştırılması Şekil 25'te sunulmaktadır. Fazla kilolu erkeklerin karbonhidrat oksidasyonu egzersiz öncesi ısınma, düşük şiddetli egzersiz, orta şiddetli egzersiz ve egzersiz sonrası toparlanmaya göre daha yüksektir.



Şekil 25. Fazla kilolu kadın ve erkek katılımcılara ait hindistan cevizi takviye yapılmadan ve yapıldıktan sonraki egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı, dakikadaki ortalama karbonhidrat oksidasyonu karşılaştırılması

Hindistan cevizi yağı takviyesi yapılmadan önce ve yapıldıktan sonraki fazla kilolu kadın ve erkek katılımcılara ait şiddeti dereceli olarak artan semptom-sınırlı maksimum egzersiz test protokolü ile elde edilen egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı dakikadaki ortalama yağ oksidasyonu değerlerinin karşılaştırılması Şekil 26’da sunulmaktadır. Fazla kilolu erkeklerin yağ oksidasyonu egzersiz öncesi ısınma, düşük şiddetli egzersiz, orta şiddetli egzersiz, orta şiddetli egzersiz ve egzersiz sonrası toparlanmaya göre daha yüksektir.



Şekil 26. Fazla kilolu kadın ve erkek katılımcılara ait hindistan cevizi takviye yapılmadan ve yapıldıktan sonraki egzersiz protokol süreci ve egzersiz şiddetine bağlı, dakikadaki ortalama yağ oksidasyonu karşılaştırılması

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Çalışmada Hindistan cevizi yağı takviyesi yapılmadan önce ve yapıldıktan sonra grupların kilo, beden kütle indeksi, vücut yağ oranları, vücut yağ kütlesi, yağsız vücut kütlesi, vücut su kütlesi karşılaştırıldı. Gruplar arasında anlamlı bir fark saptanmadı. Çalışmada hindistan cevizi yağı takviyesi kısa süreli yapılması ve diyetle enerji kısıtlaması yapılmaması vücut ağırlığında anlamlı bir etki görülmemesine neden olmuş olabilir. Bu vücut ağırlığında anlamlı bir etki için daha uzun süreli araştırmalara ihtiyaç vardır. Hiperlipidemisi olan 23 fazla kilolu erkeğin katıldığı 6 hafta süren çalışmada, zeytinyağı ve orta zincirli trigliserit tüketen her iki grupta vücut ağırlığında anlamlı azalma olmasına rağmen, gruplar arasında anlamlı fark bulunmamıştır (72). Yaşları 19-50 arasında değişen fazla kilolu erkek ve kadının katıldığı bir çalışmada sırasıyla 18-24 g/gün orta zincirli trigliserit veya zeytinyağı içerikli 16 hafta boyunca kilo verme programında uygulanmıştır. Orta zincirli trigliserit içerikli diyetin, zeytinyağı ile kıyaslandığında kilo verme ve yağ kütlesinin azalmasında ikisinin de etkili olmasına karşın orta zincirli trigliserit içerikli diyetle daha fazla vücut yağ kütlesi azalmıştır, ancak anlamlı fark bulunmamıştır (73).

Çalışmada istirahat halindeki yağ oksidasyonu kadınlarda erkeklere göre daha düşüktür. Hindistan cevizi takviyesi yapılmadan önceki normal kilolu kadın ve erkek; arasında anlamlı fark yok iken, hindistan cevizi yağı takviye sonrasında anlamlı fark vardır. Hindistan cevizi takviyesi yapılmadan önceki fazla kilolu kadın ve erkek arasında anlamlı fark var iken, hindistan cevizi yağı takviye sonrasında anlamlı fark yoktur. İstirahat halindeki yağ oksidasyonunun kadınlarda erkeklerden daha düşük olduğu öne süren çalışmalar vardır (74, 75).

Fazla kilolu kadınlarda hindistan cevizi yağı takviyesi yapılmadan önce düşük şiddetli egzersizdeki karbonhidrat ortalaması, istatistik olarak anlamlı fark olmaması ile birlikte normal kilolu kadınlara ve hindistan cevizi takviyesi yapılan fazla kilolu kadınlara göre daha yüksektir. Normal kilolu ve fazla kilolu kadınlarda hindistan cevizi yağı takviyesi yapılmadan önce ve yapıldıktan sonra karbonhidrat oksidasyonu egzersiz öncesi ısınma, düşük şiddetli egzersiz ve orta şiddetli egzersizde kademeli olarak arttı ve bu artışlar istatistiksel olarak anlamlıdır. Egzersiz sonrası toparlanmada ise orta şiddetli egzersiz sonrası karbonhidrat oksidasyon ortalamaları normal ve fazla kilolu kadınlarda benzer oranda düşmüştür (Tablo 7, Şekil 19).

Normal ve fazla kilolu kadınlarda egzersiz öncesi yağ oksidasyonu düşük şiddetli egzersiz sırasında azalırken, orta şiddetli egzersiz sırasında normal kilolu kadınlarda yağ oksidasyonu artarken, fazla kilolu kadınlarda düşmüştür (Tablo 7, Şekil 20). Daha önce gerçekleştirilen hindistan cevizi yağı veya zeytinyağı içerikli (25 ml) standart kalorili kahvaltı tüketen fazla kilolu kadınlar arasında dinlenim enerji harcamasında, diyetle bağlı termojenezde, yağ oksidasyonunda ve kardiyometabolik risk parametrelerinde anlamlı bir değişiklik saptanmamıştır (76).

Normal kilolu ve fazla kilolu erkeklerde Hindistan cevizi yağı takviyesi yapılmadan önce ve yapıldıktan sonra karbonhidrat oksidasyonu egzersiz öncesi ısınma, düşük şiddetli egzersiz ve orta şiddetli egzersizde kademeli olarak artmıştır ve bu artışlar istatistiksel olarak anlamlıdır. Orta şiddetli egzersizde fazla kilolu erkeklerin ortalama karbonhidrat oksidasyonları, istatistiksel olarak anlamlı fark olmamakla birlikte normal kilolu erkeklere göre daha yüksektir (Tablo 7, Şekil 21).

Egzersiz öncesi ısınma, düşük şiddetli egzersiz ve egzersiz sonrası toparlanma sırasında normal kilolu kadın ve erkek grupları arasında anlamlı fark yok iken orta şiddetli egzersiz sırasında normal kilolu kadınların karbonhidrat oksidasyonu, normal kilolu erkeklere göre anlamlı derecede yüksektir ($p<0.05$) (Şekil 23).

Hindistan cevizi yağı takviyesi yapılmadan önce fazla kilolu erkeklerde egzersiz öncesi ısınmadaki yağ oksidasyon ortalaması normal kilolu erkeklere ve hindistan cevizi yağı takviyesi yapılan fazla kilolu erkeklere göre, istatistiksel olarak anlamlı fark olmamakla birlikte daha yüksektir. Hindistan cevizi yağı takviyesi sonrası normal kilolu erkekte, orta şiddetli egzersiz sırasında yağ oksidasyonu hindistan cevizi yağı takviyesi yapılmadan önceki normal kilolu erkeğe ve fazla kilolu erkeklere göre istatistiksel olarak anlamlı fark olmamakla birlikte daha düşüktür. Hindistan cevizi yağı takviyesi sonrası normal kilolu ve fazla kilolu erkeklerde ve Hindistan cevizi yağı takviyesi yapılmadan önceki fazla kilolu erkeklerde; düşük şiddetli egzersizden, orta şiddetli egzersize geçiş sırasında yağ oksidasyon ortalamaları istatistiksel olarak anlamlı derecede düşmüştür (Tablo 7, Şekil 22). Haftada en az 150 dakika antrenman yapan normal ve fazla kilolu erkek bireylerin katıldığı çalışmada egzersiz sırasında ölçülen substrat oksidasyonları ile vücut yağ oranları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır (37).

Egzersiz öncesi ısınma ve düşük şiddetli egzersiz sırasında hindistan cevizi yağı takviyesi ile yapılan normal kilolu erkeğin yağ oksidasyonu, normal kilolu kadınlara göre anlamlı derecede yüksek iken ($p<0.05$), hindistan cevizi yağı takviyesi yapılmadan önceki normal kilolu erkek ortalaması, normal kilolu kadına göre yüksek olmakla beraber gruplar arasında anlamlı bir fark saptanmadı. Mevcut çalışmada orta şiddetli egzersiz ve toparlanma sırasında da normal kilolu kadın ve erkek arasında anlamlı bir fark saptanmadı (Şekil 24).

Egzersiz öncesi ısınma, düşük şiddetli egzersiz ve egzersiz sonrası toparlanma sırasında fazla kilolu kadın ve erkek grupları arasında anlamlı fark yok iken orta şiddetli egzersiz sırasında fazla kilolu kadınların karbonhidrat oksidasyonu, fazla kilolu erkeklere göre anlamlı derecede yüksektir ($p<0.05$) (Şekil 25).

Egzersiz öncesi ısınma ve düşük şiddetli egzersiz sırasında hindistan cevizi yağı takviyesi yapılmayan fazla kilolu erkeğin yağ oksidasyonu, fazla kilolu kadınlara göre anlamlı derecede yüksek iken ($p<0.05$), hindistan cevizi yağı takviyesi yapıldıktan sonra düşük şiddetli egzersizde fazla kilolu erkek ortalaması, fazla kilolu kadına göre yüksek olmakla beraber gruplar arasında anlamlı bir fark saptanmadı. Orta şiddetli egzersiz ve toparlanma sırasında da fazla kilolu kadın ve erkek arasında anlamlı bir fark saptanmadı (Şekil 26). Aerobik egzersiz sırasında indirekt kalorimetri ile ölçüm yapılan çalışmalarda, erkeklerin kadınlara göre daha az karbonhidrat ve yağ okside ettiklerini göstermiştir (77).

Çalışmada istirahat metabolik hıza göre düşük ve orta şiddetli egzersizde yağ oksidasyonu anlamlı derecede artmıştır. Düşük ila orta şiddette egzersizde, yağ oksidasyonu istirahatte göre 5-10 kat arttığı binmektedir (43). Bu bağlamda bu tez çalışmasının bulguları literatür ile uyumludur.

Sağlıklı 24 fazla kilolu erkeğin katıldığı bir çalışmada 28 gün boyunca orta zincirli trigliserit ve uzun zincirli trigliseritten zengin diyetin çapraz kontrollü olduğu bir çalışmada yağ oksidasyonunun bazal yağ oksidasyonu arasında bir fark bulunmamıştır. Orta zincirli trigliseritten zengin diyetin (%64.7 orta zincirli trigliserit, %12.6 zeytinyağı, %6.8 kanola ve keten tohumu yağı, %5.8 hindistan cevizi yağı) 2. gününde istirahattaki yağ oksidasyonu 0.054 ± 0.004 g/dk, zeytinyağı içerikli diyetle 0.055 ± 0.003 g/dk'dır. Benzer olarak 28. günde istirahattaki yağ oksidasyonları arasında da anlamlı fark yoktur. Orta zincirli trigliseritten zengin bir kahvaltı sonrası yağ oksidasyonu (0.052 ± 0.003 g/dk) zeytinyağı içerikli kahvaltıya (0.044 ± 0.003 g/dk) göre anlamlı derecede artarken, 28. günde anlamlı

artış saptanmamıştır (78). Bu tez çalışmasında da bir hafta boyunca hindistan cevizi yağı takviyesi yağ oksidasyonunda anlamlı bir artış saptanmamıştır.

Sağlıklı, 21-27 (23.3 ± 1.7) yaş arası, normal kilolu ($22.9 \pm 2.8 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$) 10 erkeğin, substrat kullanımının ölçüldüğü bir çalışmada istirahat sırasındaki karbonhidrat ve yağ oksidasyon ortalamaları sırasıyla; 0.12 ± 0.08 , 0.07 ± 0.03 'dir (79). Çalışmada sağlıklı normal kilolu erkeklerin istirahat sırasında karbonhidrat ve yağ oksidasyon ortalamaları sırasıyla; 0.15 ± 0.04 , 0.09 ± 0.03 'tür. Bu değerler genel bağlamda yakın olup aradaki fark deney popülasyonları arasındaki farktan kaynaklanıyor olabilir.

Hindistan cevizi yağının kilo verme amacıyla kullanılması için bu araştırmadan olumlu kanıt elde edilmemiştir. Literatürde orta zincirli yağ asitlerinin yağ oksidasyonunu arttırdığına dair kanıtlar daha güçlü iken, hindistan cevizi yağının kilo kontrolü ve yağ oksidasyonuna etkisini inceleyecek daha fazla kişinin katıldığı uzun vadeli çalışmalara ihtiyaç vardır.

Kişi sayısının nispeten az olması, analizler kadın/erkek olarak ayrı yapıldığından bu sayının daha da düşük olması, hindistan cevizi yağı takviyesinin kısa süreli olarak yapılması, egzersiz protokolünün denekler için bireysel olarak ayarlanmaması, substrat kullanımının özellikle egzersiz sonrası toparlanma esnasında nispeten kısa süreliğine kayıt edilmesi bu çalışmanın bazı kısıtlılıklarındandır.

6. KAYNAKLAR

1. Jeukendrup AE, Aldred S (2004). Fat supplementation, health, and endurance performance. *Nutrition* 20: 678–688.
2. Achten J, Jeukendrup AE (2004). Optimizing fat oxidation through exercise and diet. *Nutrition* 20: 716–727.
3. Hruby A, Hu FB (2015). The epidemiology of obesity: A big picture. *Pharmacoeconomics* 33: 673–689.
4. Westerterp KR, Smeets A, Lejeune MP, Wouters-Adriaens MP, Westerterp-Plantenga M (2008). Dietary fat oxidation as a function of body fat. *Am J Clin Nutr* 87: 132–135.
5. Clevenger HC, Kozimor AL, Paton CM, Cooper JA (2014). Acute effect of dietary fatty acid composition on postprandial metabolism in women. *Exp Physiol* 99: 1182–1190.
6. Bray GA, Paeratakul S, Popkin BM (2004). Dietary fat and obesity: A review of animal, clinical and epidemiological studies. *Physiol Behav* 83: 549–555.
7. Babayan VK (1987). Medium chain triglycerides and structured lipids. *Lipids* 22: 417–420.
8. Fernández-Quintela A, Churrua I, Portillo MP (2007). The role of dietary fat in adipose tissue metabolism. *Public Health Nutr* 10: 1126–1131.
9. St-Onge MP, Ross R, Parsons WD, Jones PJH (2003). Medium-chain triglycerides increase energy expenditure and decrease adiposity in overweight men. *Obes Res* 11: 395–402.
10. Geliebter A, Torbay N, Bracco EF, Hashim SA, Van Itallie TB (1983). Overfeeding with medium chain triglyceride diet results in diminished deposition of fat. *Am J Clin Nutr* 37: 1–4.
11. St-Onge MP, Jones PJH (2002). Physiological effects of medium-chain triglycerides: potential agents in the prevention of obesity. *J Nutr* 132: 329–332.
12. Scalfi L, Coltorti A, Contaldo F (1991). Postprandial thermogenesis in lean and obese after meals supplemented with medium chain and long-chain triglycerides. *Am J Clin Nutr* 53: 1130–1133.

13. Binnert C, Pachiaudi C, Beylot M, Hans D, Vandermander J, Chantre P, Riou J, Laville M (1998). Influence of human obesity on the metabolic fate of dietary long and medium chain triacylglycerols. *Am J Clin Nutr* 67: 595–601.
14. St-Onge MP, Jones P (2003). Greater rise in fat oxidation with medium-chain triglyceride consumption relative to long-chain triglyceride is associated with lower initial body weight and greater loss of subcutaneous adipose tissue. *Int J Obes Relat Metab Disord* 27: 1565–1571.
15. Krotkiewski M (2001). Value of VLCD supplementation with medium chain triglycerides. *Int J Obes Relat Metab Disord* 25: 1393–1400.
16. Kinsella R, Maher T, Clegg ME (2017). Coconut oil has less satiating properties than medium chain triglyceride oil. *Physiol Behav* 179: 422–426.
17. Coleman H, Quinn P, Clegg ME (2016). Medium-chain triglycerides and conjugated linoleic acids in beverage form increase satiety and reduce food intake in humans. *Nutr Res* 36: 526–533.
18. Fernando WMADB, Martins IJ, Goozee KG, Brennan CS, Jayasena V, Martins RN (2015). The role of dietary coconut for the prevention and treatment of Alzheimer's disease: Potential mechanisms of action. *Br J Nutr* 114: 1–14.
19. Fonseca DC, Sala P, de Azevedo Muner Ferreira B, Reis J, Torrinhas RS, Bendavid I, Linetzky Waitzberg D (2018). Body weight control and energy expenditure. *Clin Nutr Exp* 20: 55–59.
20. Melzer K (2011). Carbohydrate and fat utilization during rest and physical activity. *Eur J Clin Nutr Metab* 6: 45–52.
21. Tappy L (1996). Thermic effect of food and sympathetic nervous system activity in humans. *Reprod Nutr Dev* 36: 391–397.
22. Farinatti P, Neto AGC, Amorim PRS (2016). Oxygen consumption and substrate utilization during and after resistance exercises performed with different muscle mass. *Int J Exerc Sci* 9: 77–88.
23. McArdle WD, Katch FI, Katch V (2010). *Exercise physiology: Nutrition, energy and human performance*, 7 th ed. Lippincott Williams & Wilkins.

24. Kraemer WJ, Fleck SJ, Deschenes MR (2012). Exercise Physiology: Integrating Theory and Application, 1 st ed. Lippincott Williams & Wilkins.
25. Carey DG (2009). Quantifying differences in the “fat burning” zone and the aerobic zone: Implications for training. *J Strength Cond Res* 23: 2090–2095.
26. Zurlo F, Lillioja S, Esposito-Del Puente A, Nyomba BL, Raz I, Saad MF, Swinburn BA, Knowler WC, Bogardus C, Ravussin E (1990). Low ratio of fat to carbohydrate oxidation as predictor of weight gain: study of 24-h RQ. *Am J Physiol* 259: 650–657.
27. Toubro S, Sorensen TIA, Hindsberger C, Christensen NJ, Astrup A (1998). Twenty-four-hour respiratory quotient: The role of diet and familial resemblance. *J Clin Endocrinol Metab* 83: 2758–2764.
28. Galgani J, Ravussin E (2008). Energy metabolism, fuel selection and body weight regulation. *Int J Obes* 32: 109–119.
29. Compher C, Frankenfield D, Keim N, Roth-Yousey L (2006). Best practice methods to apply to measurement of resting metabolic rate in adults: a systematic review. *J Am Diet Assoc* 106: 881–903.
30. Wolinsky I DJ (2008). Sports Nutrition Energy Metabolism and Exercise Taylor & Francis Group.
31. Longo VD, Mattson MP (2014). Fasting: Molecular mechanisms and clinical application. *Cell Metab* 19: 181–192.
32. Maughan RJ, Fallah JS, Coyle EF (2010). The effects of fasting on metabolism and performance. *Br J Sports Med* 44: 490–494.
33. Cahill GF (2006). Fuel metabolism in starvation. *Annu Rev Nutr* 26: 1–22.
34. Jeukendrup AE (2003). Modulation of carbohydrate and fat utilization by diet, exercise and environment. *Biochem Soc Trans* 31: 1270–1273.
35. De Bock K, Richter EA, Russell AP, Eijnde BO, Derave W, Ramaekers M, Koninckx E, Léger B, Verhaeghe J, Hespel P (2005). Exercise in the fasted state facilitates fibre type-specific intramyocellular lipid breakdown and stimulates glycogen resynthesis in humans. *J Physiol* 564: 649–660.

36. Spriet LL (2014). New insights into the interaction of carbohydrate and fat metabolism during exercise. *Sports Med* 44: 87–96.
37. Croci I, Hickman IJ, Wood RE, Borrani F, Macdonald GA, Byrne NM (2014). Fat oxidation over a range of exercise intensities: fitness versus fatness. *Eur J Appl Physiol* 39: 1352–1359.
38. Nielsen S, Guo ZK, Albu JB, Klein S, O'Brien PC, Jensen MD (2003). Energy expenditure, sex, and endogenous fuel availability in humans. *J Clin Invest* 111: 981–988.
39. Weltan SM, Bosch AN, Dennis SC, Noakes TD (1998). Influence of muscle glycogen content on metabolic regulation. *Am J Physiol* 274: E72-82.
40. Purdom T, Kravitz L, Dokladny K, Mermier C (2018). Understanding the factors that effect maximal fat oxidation. *J Int Soc Sports Nutr* 15: 1–10.
41. Brooks GA, Mercier J (1994). Balance of carbohydrate and lipid utilization during exercise: the “crossover” concept. *Eur J Appl Physiol* 76: 2253–2261.
42. Coggan AR, Raguso CA, Gastaldelli A, Sidossis LS, Yeckel CW (2000). Fat metabolism during high-intensity exercise in endurance-trained and untrained men. *Metab Clin Exp* 49: 122–128.
43. Horowitz JF, Klein S (2000). Lipid metabolism during endurance exercise. *Am J Clin Nutr* 72: 558–563.
44. Sidossis LS, Gastaldelli A, Klein S, Wolfe RR (1997). Regulation of plasma fatty acid oxidation during low- and high-intensity exercise. *Am J Physiol* 272: 1065-1070.
45. Jeppesen J, Kiens B (2012). Regulation and limitations to fatty acid oxidation during exercise. *J Physiol* 590: 1059–1068.
46. Dandanell S, Prest CB, Sondergard SD, Skovborg C, Dela F, Larsen S, Helge JW (2016). Determination of the exercise intensity that elicits maximal fat oxidation in individuals with obesity. *Appl Physiol Nutr Metab* 42: 405–412.
47. Helge JW, Watt PW, Richter EA, Rennie MJ, Kiens B (2001). Fat utilization during exercise: adaptation to a fat-rich diet increases utilization of plasma fatty acids and very low density lipoprotein-triacylglycerol in humans. *J Physiol* 537: 1009–1020.

48. Wycherley TP, Buckley JD, Noakes M, Clifton PM, Brinkworth GD (2014). Long term effects of a very low-carbohydrate weight loss diet on exercise capacity and tolerance in overweight and obese adults. *J Am Coll Nutr* 33: 267–273.
49. Couto PG, Lima HM, Soares R, Bertuzzi R, De-Oliveira FR, Lima-Silva AE (2014). Effect of fat and carbohydrate-rich diets on metabolism and running performance in trained adolescent boys. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 59: 380–385.
50. Patterson R, Pottenger JA (2011). A comparison of normal versus low dietary carbohydrate intake on substrate oxidation during and after moderate intensity exercise in women. *Eur J Appl Physiol* 111: 3143–3150.
51. Achten J, Jeukendrup AE (2003). The effect of pre-exercise carbohydrate feedings on the intensity that elicits maximal fat oxidation. *J Sci Med Sport* 21: 1017–1024.
52. Zajac A, Poprzecki S, Maszczyk A, Czuba M, Michalczyk M, Zydek G (2014). The effects of a ketogenic diet on exercise metabolism and physical performance in off-road cyclists. *Nutrients* 6: 2493–2508.
53. Volek JS, Noakes T, Phinney SD (2015). Rethinking fat as a fuel for endurance exercise. *Eur J Sport Sci* 15: 13–20.
54. Venables MC, Achten J, Jeukendrup AE (2005). Determinants of fat oxidation during exercise in healthy men and women: a cross-sectional study. *Eur J App Physiol* 98: 160–167.
55. Leckey JJ, Hoffman NJ, Parr EB, Devlin BL, Trewin AJ, Stepto NK, Morton JP, Burke LM, Hawley JA (2018). High dietary fat intake increases fat oxidation and reduces skeletal muscle mitochondrial respiration in trained humans. *Faseb J* 32: 2979–2991.
56. Volek JS, Freidenreich DJ, Saenz C, Kunces LJ, Creighton BC, Bartley JM, Davitt PM, Munoz CX, Anderson JM, Maresh CM (2016). Metabolic characteristics of keto-adapted ultra-endurance runners. *Metab Clin Exp* 65: 100–110.
57. Dasilva SG, Guidetti L, Buzzachera CF, Elsangedy HM, Krinski K, De Campos W, Goss FL, Baldari C (2011). Gender-based differences in substrate use during exercise at a self-selected pace. *J Strength Cond Res* 25: 2544–2551.
58. Isacco L, Duché P, Boisseau N (2012). Influence of hormonal status on substrate utilization at rest and during exercise in the female population. *Sports Med* 42: 327–342.

59. Maher AC, Akhtar M, Tarnopolsky MA (2010). Men supplemented with 17 β -estradiol have increased β -oxidation capacity in skeletal muscle. *Physiol Genomics* 42: 342–347.
60. Tentolouris N, Kokkinos A, Tsigos C, Kyriaki D, Doupis J, Raptis SA, Katsilambros N (2003). Differential effects of high-fat and high-carbohydrate content isoenergetic meals on plasma active ghrelin concentrations in lean and obese women. *Metabolism* 52: 1426–1432.
61. Tentolouris N, Alexiadou K, Kokkinos A, Koukou E, Perrea D, Kyriaki D, Katsilambros N (2011). Meal-induced thermogenesis and macronutrient oxidation in lean and obese women after consumption of carbohydrate-rich and fat-rich meals. *Nutrition* 27: 310–315.
62. Goodpaster BH, Wolfe RR, Kelley DE (2002). Effects of obesity on substrate utilization during exercise. *Obes Res* 10: 575–584.
63. Schutz Y, Tremblay A, Weinsier RL, Nelson KM (1992). Role of fat oxidation in the long-term stabilization of body weight in obese women. *Am J Clin Nutr* 55: 670–674.
64. Wasserman K, Hansen JE, Sue DY, Stringer WW, Whipp BJ (2012). *Principles of Exercise Testing and Interpretation*, 5 th edit Lippincott Williams &Wilkins.
65. Kaunitz H, Slanetz CA, Johnson RE, Babayan VK, Barsky G (1958). Relation of saturated, medium and long chain triglycerides to growth, appetite, thirst and weight maintenance requirements. *J Nutr* 64: 513–524.
66. Hashim SA, Arteaga A, Van Itallie TB (1960). Effect of a saturated medium-chain triglyceride on serum-lipids in man. *Lancet* 275: 1105–1108.
67. Sankararaman S, Sferra TJ (2018). Are we going nuts on coconut oil ? *Curr Nutr Rep* 7: 107–115.
68. WHO. Obesity: Preventing and managing the global epidemic. report of a WHO consultation (2001). WHO Technical Report Series 894 Geneva.
69. Currell K, Jentjens RLPG, Jeukendrup AE (2006). Reliability of a cycling time trial in a glycogen-depleted state. *Eur J Appl Physiol* 98: 583–589.
70. Frayn KN (1983). Calculation of substrate oxidation rates in vivo from gaseous exchange. *J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol* 55: 628–634.

71. Harris JA, Benedict FG (1919). A biometric study of basal metabolism in man. Carnegie Institute of Washington, Publication no:279, Washington DC, Carnegie Institute of Washington.
72. Roynette CE, Rudkowska I, Nakhasi DK, Jones PJH (2008). Structured medium and long chain triglycerides show short-term increases in fat oxidation, but no changes in adiposity in men. *Nutr Metab Cardiovasc Dis* 18: 298–305.
73. St-Onge MP, Bosarge A (2008). Weight-loss diet that includes consumption of medium-chain triacylglycerol oil leads to a greater rate of weight and fat mass loss than does olive oil. *Am J Clin Nutr* 87: 621–626.
74. Blaak E (2001). Gender differences in fat metabolism. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 4: 499–502.
75. Nagy T, Goran M, Weinsier R, Toth M, Schutz Y, Poehlman ET (1996). Determinants of basal fat oxidation in healthy Caucasians. *J Appl Physiol* 80: 1743–1748.
76. Valente FX, Candido FG, Lopes LL, Dias DM, Carvalho SDL, Pereira PF, Bressan J (2018). Effects of coconut oil consumption on energy metabolism, cardiometabolic risk markers, and appetitive responses in women with excess body fat. *Eur J Nutr* 57: 1627–1637.
77. Blatchford FK, Knowlton RG, Schneider DA (1985). Plasma FFA responses to prolonged walking in untrained men and women. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 53: 343–347.
78. St-Onge MP, Ross R, Parsons WD, Jones PJH (2003). Medium-chain triglycerides increase energy expenditure and decrease adiposity in overweight men. *Obes Res* 11: 395–402.
79. Chan HH, Burns SF (2013). Oxygen consumption, substrate oxidation, and blood pressure following sprint interval exercise. *Appl Physiol Nutr Metab* 187: 182–187.



Ek 1. Egzersiz Testi Uygunluk ve Onam Formu

Adı, Soyadı: _____ Cep Telefonu: _____

Adresi: _____ Ev telefonu): _____

(Acil durumlarda) irtibat bilgisi: _____ Telefon: _____

Genel Bilgiler:

Bu kardiyopulmoner egzersiz testi bisiklet veya treadmill ile egzersiz esnasında solunum havasından gaz analizi (oksijen ve karbondioksit) ve EKG aracılığı ile kalp hızı hesaplamalarını kapsamaktadır. Bu yolla egzersiz ve efora elverişliliğim, alakalı parametrelerle sportif fiziksel performansım ve eforla zorlama şartlarında sağlık durumum hakkında bilgi elde edileceği bu testin sağlık riski taşımadığı, test esnasında istediğim her an testi kendi isteğimle sonlandırabileceğim ve /veya testi gerçekleştiren Fizyoloji Uzmanı tarafından gerekli görülmesi halinde testi sonlandırma isteğine uymam gerektiği bana anlatıldı ve kendi isteğimle bu teste katılmayı kabul ediyorum.

Egzersiz stres testine girmeden önce lütfen bu formu doldurarak imzalayınız			
GENEL SAĞLIĞINIZLA İLGİLİ	Evet (E)/ Hayır (H)	SİZİNLE İLGİLİ	E/H
1-Herhangi bir sağlık personeli tarafından fiziksel egzersiz yapmamanız konusunda tavsiye edildi mi?		Sigara içiyor musunuz?	
2-Fiziksel egzersiz yaptıktan sonra göğüs ağrısı hisseder misiniz?		Yüksek kan basıncı değerleriniz var mı?	
3-Egzersiz esnasında göğüs ağrısı hissettiğiniz oldu mu?		Yüksek kolesterol değerleriniz var mı?	
4-Bayılma, baş dönmesi, sersemlik veya bilinç kaybı yaşar mısınız?		Diyabet hastası mısınız?	
5-Siz veya ailenizde kalp-damar hastalığı öyküsü var mı?		Astım hastalığınız var mı?	
6-Yakın geçmişte ciddi bir hastalık veya ameliyat geçirdiniz mi?		Düzenli egzersiz yapar mısınız?	
7-Şu anda herhangi bir ilaçlı tedavi alıyor musunuz?		Kendi temponuzu belirlerseniz, durmadan ne kadar mesafe koşabilirsiniz?	
8-Hamile misiniz? Veya çok yakında doğum yaptınız mı? BAYANLARA			

Sağlık ve performansıyla alakalı bu bilgiler gizli tutulacaktır; şahsi iznim olmadan hiç kimseye verilemez. Adım, resmim veya tanınmamı sağlayan bilgi içermeksizin verilerim bilimsel amaçlı istatistiki bilgi için kullanılabilir.

Teste Katılan Kişinin Adı Soyadı (Kendi El Yazısıyla): _

İmzası ve Tarih

Yukarıdaki bilgilerin egzersiz stres testine katılacak kişiye verildiğini ve bu görüşme neticesinde bilgi beyanına göre bu testi gerçekleştirmeye bir engel olmadığı kanaatinin mevcut bilimsel kanıtlar ışığında alındığını beyan ve onay ederim.

Testi Gerçekleştiren Yetkilinin Adı Soyadı, Unvanı:

İmza & Tarih_____

(Acil durumlarda) İrtibat Bilgisi: 0462 377 7707 (İş) 0 533 761 99 70 (GSM)



Ek 2. Uluslararası Fiziksel Aktivite Anketi

İnsanların günlük yaşayış içinde yaptıkları fiziksel aktiviteler hakkında bilgi edinmek istiyoruz. Aşağıda son 7 gün içinde fiziksel olarak harcanan zaman hakkında sorular bulunmaktadır. Lütfen, kendinizi çok hareketli bir kişi olarak görmeseniz bile her soruyu cevaplayın. Ev ve bahçe işlerinizi, işyerinde yaptığınız aktiviteleri, bir yerden bir yere gitmek için yaptıklarınızı, boş zamanlarınızda yaptığınız egzersiz veya spor gibi aktiviteleri düşünün.

Son bir hafta içinde 10 dakika veya üstünde süren, nefesinizi hızlandıran, kuvvet gerektiren tüm yoğun faaliyetleri göz önünde bulundurun

1.Son bir hafta içerisinde kaç gün ağır kaldırma, kazma, aerobik, basketbol, futbol veya hızlı bisiklet çevirme gibi şiddetli fiziksel aktivitelerden yaptınız?

Haftada ___ gün

Şiddetli fiziksel aktivite yapmadım. ☐ (3.soruya gidin.)

2.Bu günlerin birinde şiddetli fiziksel aktivite yaparak genellikle ne kadar zaman harcadınız?

Günde ___ saat

Günde ___ dakika

Bilmiyorum/Emin değilim

Son bir hafta içerisinde yaptığınız orta dereceli fiziksel aktiviteleri düşünün. Orta dereceli aktivite orta derece fiziksel güç gerektiren ve normalden biraz sık nefes almaya neden olan aktivitelerdir. Yalnız bir seferde en az 10 dakika boyunca yaptığınız fiziksel aktiviteleri düşünün.

3. Son bir hafta içerisinde kaç gün hafif yük taşıma, normal hızda bisiklet çevirme, halk oyunları, dans, bowling veya çiftler tenis oyunu gibi orta dereceli fiziksel aktivitelerden yaptınız?Yürüme hariç.

Haftada ___ gün

Orta dereceli fiziksel aktivite yapmadım. ☐ (5.soruya gidin.)

4.Bu günlerin birinde orta dereceli fiziksel aktivite yaparak genellikle ne kadar zaman harcadınız?

Günde ___ saat

Günde ___ dakika

Bilmiyorum/Emin değilim

Son bir haftada yürüyerek geçirdiğiniz zamanı düşünün. Bu işyerinde, evde, bir yerden bir yere ulaşım amacıyla veya sadece dinlenme, spor, egzersiz veya hobi amacıyla yaptığınız yürüyüş olabilir.

5. Son bir hafta içerisinde,bir seferde en az 10 dakika yürüdüğünüz gün sayısı kaçtır?

Haftada ___ gün

Yürümedim. ☐ (7.soruya gidin.)

6.Bu günlerden birinde yürüyerek genellikle ne kadar zaman geçirdiniz?

Günde ___ saat

Günde ___ dakika

Bilmiyorum/Emin değilim

Son bir hafta içinde oturarak geçirdiğiniz zamanlarla ilgilidir. İşte, evde, çalışırken ya da dinlenirken geçirdiğiniz zamanlar dâhildir. Bu masanızda, arkadaşınızı ziyaret ederken, okurken, otururken veya yatarak televizyon seyrettiğinizde oturarak geçirdiğiniz zamanları kapsamaktadır.

7. Son bir hafta içerisinde, günde oturarak ne kadar zaman harcadınız?

Günde ___ saat

Günde ___ dakika

Bilmiyorum/Emin değilim

Ek 3. Bilgilendirilmiş Onam Formu

Sn katılımcı,

Bu araştırma hindistan cevizi yağının beden kitle indeksi normal ve aşırı kilolu olan sağlıklı genç bireylerde egzersiz sırasında substrat kullanımı üzerindeki akut etkisini değerlendirmek amacıyla yapılacaktır.

Araştırma, Karadeniz Teknik Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizyoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans Öğrencisi Esra Zengin'in yüksek lisans tezi olarak planlanmıştır. Obeziteyi önlemek veya tedavi etmek için tasarlanan stratejilerin büyük önemi olduğu açıktır. Orta zincir trigliseritler, daha önceki çalışmalarda obezitenin önlenmesinde bir araç olarak önerilmiştir. Hindistan cevizi yağında bulunan orta zincirli trigliserit ile ilgili yapılan uzun dönem çalışmalarda kilo verme üzerine olumlu etkileri gözlemlenmiştir. Orta zincirli trigliseritlerin enerji harcamasına ve lipit oksidasyonunda artışa katkıda bulunduğu araştırmalarda gösterilmiştir.

Bu araştırmanın amacı Hindistan cevizi yağının beden kitle indeksi normal ve fazla kilolu olan sağlıklı bireylerde istirahat ve egzersiz sırasında enerji üretimi için diyet bulunduran protein, karbonhidrat veya yağ arasında hangi besin ögesini (substrat) kullanımı üzerindeki etkisini incelemektir. Dahası yağların yakılma oranını artırıp artırmadığı incelenecektir. Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim dalında bulunan egzersiz sisteminin donanımı olan test düzeneğinde solunum maskesi ve EKG elektrotları takılarak belirli bir yorgunluk seviyesine kadar bisiklet çevireceksiniz. Bu işlem normalde yorulana kadar devam edecek ancak herhangi bir nedenle sizin sonlandırma talebinizle sona erdirilecektir. Çalışmamızda kısa süreli ve tolere edilebilir bir miktarda (30 ml) Hindistan cevizi yemeniz isteneceğinden ve bu ürünün tamamen doğal olmasından dolayı herhangi bir yan etki olması beklenilmemektedir. Araştırmaya katılacak diğer kişilerle aralarında diyet farkı olmaması için planlayacağımız diyeti yemeniz gerekecektir. Egzersiz test ölçümüne katılmadan önceki 2 gün boyunca vücudunuzun toplam enerji gereksinimine göre diyetiniz araştırmacı bizler tarafından planlanacaktır. Makro besin öğelerinin enerjiyi karşılama yüzdeleri benzer oranlarda olması planlanmaktadır. Sonraki ölçümde diyet planınıza hindistan cevizi yağı eklenerek tekrar kardiyopulmoner egzersiz testine alınacaktır. İki ölçüm arasındaki karbonhidrat ve yağ substrat kullanım oranlarınız karşılaştırılacaktır.

Bu araştırma ile ilgili olarak kararınızı verirken gerek duyduğunuz bilgileri istemeye, doğru, anlaşılır ve doyurucu yanıtlar almaya hakkınız vardır. Araştırmaya katılıp katılmamada tümüyle özgürsünüz. Bu araştırmanın tüm aşamalarında sizden elde edilecek bilgiler (adınız, resminiz ve elde edilen veriler) özenle korunacak ve gizli tutulacaktır, asla üçüncü şahıslarla paylaşılmayacaktır. Elde edilecek bazı ölçüm sonuçları (kan basıncı, egzersiz esnasında gerçekleştireceğiniz maksimum iş yükü, maksimum oksijen kullanım, karbonhidrat ve yağ substrat kullanım değerinizi) adınız belli olmadan ortalama hesaplamalarında kullanılacak ve bu değerler bu tez çalışmasında kullanılacaktır. Bu test için sizden asla bir ücret talep edilmeyecek, sosyal güvenlik sigortanıza da yansıtılmayacaktır, ancak bu teste katıldığınız için sizde de herhangi bir ödeme yapılmayacaktır.

Bu araştırmaya katılımınızdan en önemli kazancınız, bazal metabolizmanıza yönelik bilgi elde etmeniz, Hindistan cevizi yağının sizin metabolizmanıza etkisi hakkında bulduğumuz sonucu isterseniz alabilmeniz ve en önemlisi belki de bu konuda özellikle şişman kişilere yarayabilecek bilimsel bilgi elde edilmesine katkı sağlamanız olacaktır.

Benyukarıda yazılı olan bilgileri okudum ve anladım. Araştırma hakkında sözlü olarak bilgilendirildim. Sorularıma kanımca yeterli yanıtlar aldım. Bana verilen hizmeti etkilemeksizin ve araştırmanın herhangi bir aşamasında çekilebilmek ve o ana kadar şahsımdan elde edilen bilgiler üzerindeki haklarımdan vazgeçmemek koşulu ile araştırmaya katılmayı kabul ediyorum.

Hasta Adı Soyadı:

Araştırmacının Adı-Soyadı

İmza

Tanık Adı Soyadı:

İmza

Ek 4. Etik Kurul Onayı



T.C.
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
KTÜ TIP FAKÜLTESİ
BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR ETİK KURUL
BAŞKANLIĞI

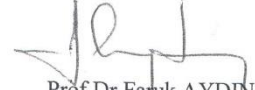
Sayı : 24237859-344
Konu: Etik Kurul onay belgesi

25/05/2018

Sayın; Prof. Dr. Ahmet AYAR
Fizyoloji ABD.

"Hindistan Cevizi Yağı Takviyesinin Bazal Enerji Sarfıyatı ve Egzersiz Esnasında Substrat Oksidasyonu Üzerine Etkisinin Fazla Kilolu Kişilerde İncelenmesi" başlıklı etik kurul 2018/82 protokol numaralı tez çalışma önerisi raportör ve etik kurul görüşleri doğrultusunda; tıbbi etik açıdan uygun olduğuna karar verilmiştir.

Bilginizi ve gereğini rica ederim.


Prof.Dr.Faruk AYDIN
Etik kurul Başkanı

Ek: 1 adet onay belgesi

61080 – Trabzon / TÜRKİYE

Tel: +90 (462) 377 5403

Faks: +90(462)325 2270

Elektronik Ağ: www.ktu.edu.tr

Ayrıntılı Bilgi İçin İrtibat
Şerafettin YILMAZ
e posta:
serafettinyilmaz@ktu.edu.tr

**KTÜ TIP FAKÜLTESİ BİLİMSSEL ARAŞTIRMALAR
ETİK KURULU KARAR FORMU**

BAŞVURU BİLGİLERİ	ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	“Hindistan Cevizi Yağı Takviyesinin Bazal Enerji Sarfıyatı ve Egzersiz Esnasında Substrat Oksidasyonu Üzerine Etkisinin Fazla Kilolu Kişilerde İncelenmesi”		
	ARAŞTIRMANIN PROTOKOL/PLAN KODU	2018 / 82		
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Prof. Dr. Ahmet AYAR		
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Fizyoloji		
	TEZ SAHİBİ/DİĞER ARAŞTIRICILAR, UNVANI/ADI/SOYADI	Yük.Lis.Öğr.Esra ZENGİN		
	DESTEKLEYİCİ			
	ARAŞTIRMANIN NİTELİĞİ			
	ARAŞTIRMANIN TÜRÜ	TEZ ☒ AKADEMİK AMAÇLI ☐		
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ ☒	ÇOK MERKEZLİ ☐	ULUSAL ☐

DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ/PLANI			Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU			Türkçe ☐ İngilizce ☐ Diğer ☐
	OLGU RAPOR FORMU			Türkçe ☐ İngilizce ☐ Diğer ☐
DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	Belge Adı	Açıklama		
	TÜRKÇE ETİKET ÖRNEĞİ	☐		
	SİGORTA	☐		
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	☐		
	BİYOLOJİK MATERYEL TRANSFER FORMU	☐		
	İLAN	☐		
	YILLIK BİLDİRİM	☐		
	SONUÇ RAPORU	☐		
	GÜVENLİLİK BİLDİRİMLERİ	☐		
	DİĞER:	☐		

**KTÜ TIP FAKÜLTESİ BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR
ETİK KURULU KARAR FORMU**

KARAR BİLGİLERİ	Karar No: 16	Tarih: 21/05/2018
	Prof.Dr.Ahmet AYAR'ın sorumluluğunda yürütülmesi planlanan Yük.Lis.Öğr.Esra ZENGİN'e ait "Hindistan Cevizi Yağı Takviyesinin Bazal Enerji Sarfıyatı ve Egzersiz Esnasında Substrat Oksidasyonu Üzerine Etkisinin Fazla Kilolu Kişilerde İncelenmesi" başlıklı 2018/82 no.lu ve yukarıda başvuru bilgileri verilen araştırma/tez başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş, gerçekleştirilmesinde etik sakınca bulunmadığına; toplantıya katılan etik kurul üyelerinin oy birliği ile karar verilmiştir.	

KTÜ TIP FAKÜLTESİ BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU	
ÇALIŞMA ESASI	Klinik Araştırmalar Hakkında Yönetmelik, İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu
BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:	Prof. Dr. Faruk AYDIN

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet		İlişki *		Katılım **		İmza
Prof.Dr.Faruk AYDIN Başkan:	Tıbbi Mikrobiyoloji	KTÜ Tıp Fakültesi	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	
Prof.Dr.Gamze ÇAN Başkan Yrd.	Halk Sağlığı	KTÜ Tıp Fakültesi	E ☐	K ☒	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	
Prof.Dr.S.Caner KARAHAN Üye:	Tıbbi Biyokimya	KTÜ Tıp Fakültesi	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	
Prof.Dr.S. Murat KESİM Raportör:	Tıbbi Farmakoloji	KTÜ Tıp Fakültesi	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	
Prof.Dr.Yılmaz BÜLBÜL Üye:	Göğüs Hastalıkları	KTÜ Tıp Fakültesi	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	
Prof.Dr. Murat LİVAOĞLU Üye:	Plastik, Rekons. ve Estetik Cer.	KTÜ Tıp Fakültesi	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	
Prof.Dr.Şafak ERSÖZ Üye:	Tıbbi Patoloji	KTÜ Tıp Fakültesi	E ☐	K ☒	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	
Y.Doç.Dr.Demet SAĞLAM AYKUT Üye:	Ruh Sağlığı ve Hastalıkları	KTÜ Tıp Fakültesi	E ☐	K ☒	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	
Prof.Dr.Murat ÇAKIR Üye:	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	KTÜ Tıp Fakültesi	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	

* :Araştırma ile İlişki

** :Toplantıda Bulunma

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Soyadı, Adı : Esra ZENGİN
Uyruğu : T.C.
Doğum tarihi ve yeri : 01/01/1994 Trabzon
Medeni hali : Bekar
E-posta : dyt.esrazenginn@gmail.com

EĞİTİM BİLGİLERİ

Derece	Mezun olduğu Kurumun Adı	Mezuniyet yılı
Yüksek Lisans	Ege Üniversitesi /Beslenme Anabilim Dalı	2018
Lisans	Şifa Üniversitesi/ Beslenme ve Diyetetik Bölümü	2015
Lise	Karşıyaka Anadolu Lisesi	2011

AKADEMİK MESLEKİ DENEYİMİ

Görevi	Kurum	Yıl
Diyetisyen	Gençlik ve Spor Bakanlığı	2019-
Diyetisyen	Fizyotem Tıp Merkezi	2016-2017

YABANCI DİL

İngilizce