



**T.C.**

**AKSARAY ÜNİVERSİTESİ**

**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**

**BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİM DALI**

**KADIN SIKLET SPORCULARINDA HIZLI VÜCUT AĞIRLIĞI  
DEĞİŞİMLERİNİN OKSİDATİF STRES VE KAS HASARINA ETKİSİ**

**DOKTORA TEZİ**

**BÜŞRA ÖZDEK**

**DANIŞMAN**

**PROF. DR. MUSTAFA KARAHAN**

**AKSARAY 2024**



**T.C.**  
**AKSARAY ÜNİVERSİTESİ**  
**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**  
**BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİM DALI**

**KADIN SIKLET SPORCULARINDA HIZLI VÜCUT AĞIRLIĞI  
DEĞİŞİMLERİNİN OKSİDATİF STRES VE KAS HASARINA ETKİSİ**

**DOKTORA TEZİ**

**BÜŞRA ÖZDEK**

**DANIŞMAN**  
**PROF. DR. MUSTAFA KARAHAN**

**AKSARAY 2024**

## TELİF HAKKI VE TEZ FOTOKOPİ İZİN FORMU

Bu tezin tüm hakları saklıdır. Kaynak göstermek koşuluyla tezin teslim tarihinden itibaren 24 (yirmi dört) ay sonra tezden fotokopi çekilebilir.

### YAZARIN

**Adı** : Büşra  
**Soyadı** : ÖZDEK  
**Bölümü** : Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı  
**İmza** :  
**Teslim Tarihi** :

### TEZİN

**Türkçe Adı** : Kadın Sıklet Sporcularında Hızlı Vücut Ağırlığı Değişimlerinin Oksidatif Stres ve Kas Hasarına Etkisi  
**İngilizce Adı** : The Effect of Rapid Weight Changes on Oxidative Stress and Muscle Damage in Female Weight Class Athletes

## ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI

Tez yazma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyduğumu, yararlandığım tüm kaynakları kaynak gösterme ilkelerine uygun olarak kaynakçada belirttiğimi ve bu bölümler dışındaki tüm ifadelerin şahsıma ait olduğunu beyan ederim.

Yazar Adı Soyadı : Büşra ÖZDEK

İmza : .....

**T.C.**  
**AKSARAY ÜNİVERSİTESİ**  
**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**  
**JÜRİ ONAY SAYFASI**

202243201 öğrenci numaralı Büşra ÖZDEK tarafından hazırlanan “**Kadın Sıklet Sporcularında Hızlı Vücut Ağırlığı Değişimlerinin Oksidatif Stres ve Kas Hasarına Etkisi**” başlıklı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Aksaray Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı’nda Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

İmza

**Danışman:** Prof. Dr. Mustafa KARAHAN

Antrenörlük Eğitimi A.B.D., Dokuz Eylül Üniversitesi

.....

**Üye:** Prof. Dr. Hüseyin ÜNLÜ

Beden Eğitimi ve Spor A.B.D., Aksaray Üniversitesi

.....

**Üye:** Doç. Dr. Serkan PANCAR

Antrenörlük Eğitimi A.B.D., Aksaray Üniversitesi

.....

**Üye:** Prof. Dr. İrfan YILDIRIM

Rekreasyon A.B.D., Mersin Üniversitesi

.....

**Üye:** Doç. Dr. Mustafa KAYA

Beden Eğitimi Öğretmenliği A.B.D., Erciyes Üniversitesi

.....

Tez Savunma Tarihi: 19/02/2024

Sosyal Bilimler Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun ..... tarih ve ..... sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürü  
Prof. Dr. Sevilay USLU DİVANOĞLU

İmza

## TEŞEKKÜR

Tez çalışmam süresince bana rehberlik eden, sabır ve özveriyle yanımda olan danışmanım Prof. Dr. Mustafa KARAHAN'a teşekkür eder, saygılar sunarım. Tez sürecimde bilgi ve deneyimleriyle yolumu aydınlatan Tez İzleme Komitesi üyeleri Prof. Dr. Hüseyin ÜNLÜ ve Doç. Dr. Serkan PANCAR'a da teşekkür ederim.

Ayrıca lisans ve lisansüstü eğitimlerim boyunca bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan, Aksaray Üniversitesi'ndeki tüm öğretim üyelerine bu zamana kadar bana kattıkları için teşekkür ediyorum.

Spor ve öğrenim hayatımda bana her zaman destek olan, maddi ve manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen değerli antrenörüm Muzaffer ULUÇAM'a da sevgi ve saygılarımı sunuyorum.

Son olarak, hayatımın her döneminde bana destek olan, bugünlere ulaşmamı sağlayan, her zaman arkamda olduklarını hissettiren aileme de sonsuz sevgi, saygı ve şükranlarımı sunuyorum.

**AKSARAY ÜNİVERSİTESİ**  
**SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ**  
**BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİM DALI**  
**KADIN SIKLET SPORCULARINDA HIZLI VÜCUT AĞIRLIĞI**  
**DEĞİŞİMLERİNİN OKSİDATİF STRES VE KAS HASARINA ETKİSİ**

**(Doktora Tezi)**

**Büşra ÖZDEK, Aksaray 2024**

**ÖZET**

Sporcular bir alt kategoride yarıştıklarında avantaj elde edecekleri düşüncesiyle müsabakalardan önce vücut ağırlıklarını hızlı azaltma ve tartı sonrası hızlı geri kazanma yöntemlerine başvurmaktadır. Sporcular vücut ağırlıklarını hızlı azaltıp ve hızlı geri kazandıklarında avantaj sağlayacaklarını düşünse de bu durum sağlık ve performanslarını olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle bu çalışmada, sıklet sporcularında hızlı vücut ağırlığı kaybı ve hızlı vücut ağırlığı alımının oksidatif stres ve kas hasarı üzerindeki etkilerinin incelenmesi ve bu etkiler arasında anlamlı bir fark olup olmadığının belirlenmesi amaçlanmıştır.

Araştırmaya sıklet sporlarında en az beş yıl ulusal düzeyde yarışmış, 20-25 yaş arasında ( $22.25 \pm 1.60$ ), 12 sağlıklı kadın sporcu gönüllü olarak katılmıştır. Katılımcılar, kendi seçtikleri bir yöntemle, beş gün içinde hızla vücut ağırlıklarını azaltmış ve ardından 16 saat içinde vücut ağırlıklarını hızla geri kazanmışlardır. Araştırma sürecinde, vücut ağırlığı kaybı öncesi, kayıp sonrası ve hızlı ağırlık kazanımı sonrası olmak üzere üç farklı zaman diliminde, sporcuların vücut ağırlıkları, yağsız vücut kütlesi, vücut yağ oranı ve su oranları ölçülmüştür. Ayrıca, oksidatif stres ve kas hasarı göstergeleri olarak kabul edilen total oksidan seviyesi (TOS), total antioksidan seviyesi (TAS) ve kreatin kinaz (CK) düzeyleri belirlenmek üzere katılımcılardan antekübital venlerinden kan örnekleri alınmıştır. Verilerin analizinde tekrarlı ölçümlerde tek faktörlü varyans analizi (ANOVA), Pearson korelasyon analizi ve basit doğrusal regresyon analizi kullanılmıştır. Verilerin anlamlılık düzeyleri  $p < 0.05$  olarak belirlenmiştir.

Bu çalışmada, hızlı vücut ağırlığı kaybı ve alımı dönemlerinde oksidatif stres ve kas hasarı göstergeleri üzerinde önemli farklılıklar tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ ). Hızlı vücut ağırlığı kaybı sonrasında vücut ağırlığındaki %6.39'luk azalmanın yanı sıra toplam antioksidan düzeyindeki %19.44 ve kreatin kinazdaki %161.36'lık artış istatistiksel olarak anlamlı



bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Ancak total oksidan düzeylerindeki %8.53'lük artış ve oksidatif stres indeksindeki %22.74'lük azalma istatistiksel olarak anlamlı değildir ( $p>0.05$ ). Buna karşılık, hızlı vücut ağırlığı alımı toplam oksidan düzeylerinde %22.33 ve oksidatif stres indeksi %52.79 oranında istatistiksel olarak anlamlı artış tespit edilirken ( $p<0.05$ ), toplam antioksidan düzeylerindeki %6.97 ve kreatin kinaz düzeylerinde %0.86 oranındaki azalmalar istatistiksel olarak anlamlı değildir ( $p<0.05$ ). Ayrıca, total oksidan seviye ve kreatin kinaz arasında hızlı vücut ağırlığı kaybı ( $r=0,674$ ,  $p<0.05$ ) ve hızlı vücut ağırlığı alımı dönemlerinde ( $r=0,875$ ,  $p<0.05$ ) pozitif yönlü anlamlı bir ilişki tespit edilmiştir. Bununla birlikte total oksidan seviyenin hızlı vücut ağırlığı kaybı sırasındaki kas hasarı değişikliklerinin %39.9'unu, hızlı vücut ağırlığı alımı sırasında ise %74.3'ünü açıkladığı belirlenmiştir.

Çalışmanın bulguları, hızlı vücut ağırlığı kaybı sırasında total oksidan seviyesindeki artışa karşın, antioksidan seviyesindeki yükselme ile oksidatif hasarın önlenmiş olabileceğini göstermektedir. Buna karşılık, hızlı vücut ağırlığı alımı döneminde antioksidan seviyelerinin artan oksidan seviyeleri dengeleyememesi sonucu oksidatif stresin oluştuğu belirlenmiştir. Ayrıca, hızlı vücut ağırlığı kaybının kas hasarını artırdığı, ancak hızlı vücut ağırlığı alımının kas hasarında beklenen toparlanmayı sağlamada yetersiz kaldığı sonucuna varılmıştır.

**Bilim Kodu** : 130106

**Anahtar Kelimeler** : Toplam Antioksidan, Toplam Oksidan, Kreatin Kinaz, Oksidatif Stres İndeksi

**Sayfa Adedi** : 91

**Danışman** : Prof. Dr. Mustafa KARAHAN

**AKSARAY UNIVERSITY**  
**SOCIAL SCIENCES INSTITUTE**  
**THE EFFECT OF RAPID WEIGHT CHANGES ON OXIDATIVE**  
**STRESS AND MUSCLE DAMAGE IN FEMALE WEIGHT CLASS**  
**ATHLETES**

**(Ph.D)**

**Büşra ÖZDEK, Aksaray 2024**

**ABSTRACT**

Athletes resort to rapid weight loss and quick weight regain methods before competitions with the belief that competing in a lower category will give them an advantage. Although athletes think that these methods of rapid weight loss and gain will provide them with an advantage, this practice negatively affects their health and performance. Therefore, this study aimed to investigate the effects of rapid weight loss and rapid weight regain on oxidative stress and muscle damage in weight class athletes and to determine whether there is a significant difference between these effects.

Twelve healthy female athletes aged 20-25 ( $22.25 \pm 1.60$ ), who had competed at the national level in weight class sports for at least five years, voluntarily participated in the study. Athletes managed to rapid weight loss within five days using their chosen method, followed by rapid weight gain within 16 hours. The body weights, lean body mass, body fat, and water ratios of the participants were determined before rapid weight loss, after rapid weight loss, and after rapid weight regain. Additionally, during this process, blood samples were taken from the antecubital veins of the participants to determine their total oxidant level (TOS), total antioxidant level (TAS) and creatine kinase (CK) levels for oxidative stress and muscle damage. Single-factor analysis of variance (ANOVA), Pearson correlation analysis and simple linear regression analysis were used to analyze the data. The significance level of the data was set at  $p < 0.05$ .

This study showed significant differences in oxidative stress and muscle damage markers during the periods of rapid weight loss and rapid weight regain ( $p < 0.05$ ). The decrease in body weight by 6.39% after rapid weight loss, along with the increase of 19.44% in total antioxidant level and 161.36% in creatine kinase, was statistically significant ( $p < 0.05$ ). However, the increase of 8.53% in total oxidant levels and the decrease of 22.74% in the oxidative stress index were not statistically significant ( $p > 0.05$ ). On the contrary, rapid weight regain showed a statistically significant increase of 22.33% in total oxidant levels and 52.79% in the oxidative stress index ( $p < 0.05$ ), while the decreases of 6.97% in total

antioxidant levels and 0.86% in creatine kinase levels were not statistically significant ( $p < 0.05$ ). Additionally, a significant positive relationship was found between total oxidant level and creatine kinase during periods of rapid weight loss ( $r = 0.674$ ,  $p < 0.05$ ) and rapid weight gain ( $r = 0.875$ ,  $p < 0.05$ ). It was also determined that the total oxidant level explained 39.9% of the changes in muscle damage during rapid weight loss and 74.3% during rapid weight regain.

This study has shown that despite an increase in total oxidant levels during rapid weight loss, the elevation in total antioxidant levels prevented oxidative damage. In contrast, during the rapid weight gain phase, the antioxidant level was insufficient to counterbalance the rising oxidant levels, resulting in oxidative stress. Furthermore, rapid weight loss was found to increase muscle damage, while rapid weight gain was not sufficient for recovery from muscle damage.

**Science Code** : 130106

**Key Words** : Total Antioxidant, Total Oxidant, Creatine Kinase, Oxidative Stress Index.

**Page Number** : 91

**Supervisor** : Prof. Dr. Mustafa KARAHAN

# İÇİNDEKİLER

|                                                                                          |      |
|------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| TELİF HAKKI VE TEZ FOTOKOPİ İZİN FORMU .....                                             | i    |
| ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI .....                                                      | ii   |
| JÜRİ ONAY SAYFASI .....                                                                  | iii  |
| TEŞEKKÜR .....                                                                           | iv   |
| ÖZET .....                                                                               | v    |
| ABSTRACT .....                                                                           | vii  |
| İÇİNDEKİLER .....                                                                        | ix   |
| TABLolar LİSTESİ .....                                                                   | xi   |
| ŞEKİLLER LİSTESİ .....                                                                   | xii  |
| SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ .....                                                    | xiii |
| BÖLÜM 1: KAVRAMSAL ÇEVRE .....                                                           | 1    |
| 1.1. Giriş .....                                                                         | 1    |
| 1.1.1. Problem Durumu .....                                                              | 5    |
| 1.1.2. Problem Cümlesi .....                                                             | 6    |
| 1.1.3. Alt Problemler .....                                                              | 6    |
| 1.1.4. Araştırmanın Amacı .....                                                          | 6    |
| 1.1.5. Araştırmanın Önemi .....                                                          | 7    |
| 1.1.6. Araştırmanın Varsayımları .....                                                   | 8    |
| 1.1.7. Araştırmanın Sınırlılıkları .....                                                 | 8    |
| BÖLÜM 2: ALAN YAZIN TARAMASI .....                                                       | 10   |
| 2.1. Sıklet Sporları .....                                                               | 10   |
| 2.2. Sıklet Sporcularında Hızlı Vücut Ağırlığı Kaybı ve Hızlı Vücut Ağırlığı Alımı ..... | 11   |
| 2.3. Hızlı Vücut Ağırlığı Kaybının Fizyolojik Etkileri .....                             | 12   |
| 2.4. Hızlı Vücut Ağırlığı Kaybının Psikolojik Etkileri .....                             | 14   |
| 2.5. Serbest radikaller .....                                                            | 14   |

|                                              |           |
|----------------------------------------------|-----------|
| 2.6. Oksidatif Stres .....                   | 15        |
| 2.7. Oksidatif Stres ve Egzersiz .....       | 18        |
| 2.8. Antioksidan Savunma Sistemi.....        | 19        |
| 2.9. Egzersiz ve Antioksidan Aktivite .....  | 21        |
| 2.10. Oksidatif stres belirteçleri .....     | 22        |
| 2.10.1. Total Oksidan Seviye (TOS).....      | 23        |
| 2.10.2. Total Antioksidan Seviye (TAS) ..... | 23        |
| 2.10.3. Oksidatif Stres İndeksi .....        | 24        |
| 2.11. Kas Hasarı.....                        | 24        |
| 2.12. Kas Hasarı Göstergeleri.....           | 25        |
| 2.12.1. Kreatin kinaz (CK).....              | 26        |
| <b>BÖLÜM 3: MATERYAL VE METOT .....</b>      | <b>28</b> |
| 3.1. Araştırmanın Modeli.....                | 28        |
| 3.2. Araştırma Grubu.....                    | 28        |
| 3.3. Çalışma Protokolü.....                  | 29        |
| 3.3.1. Antropometrik Ölçümler.....           | 31        |
| 3.3.2. Venöz Kan Alımları ve Analizleri..... | 32        |
| 3.4. İstatistiksel Analiz .....              | 34        |
| <b>BÖLÜM 4: BULGULAR .....</b>               | <b>35</b> |
| <b>BÖLÜM 5: TARTIŞMA.....</b>                | <b>49</b> |
| <b>BÖLÜM 6: SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>      | <b>57</b> |
| 6.1. Sonuçlar.....                           | 57        |
| 6.2. Öneriler .....                          | 57        |
| <b>KAYNAKÇA .....</b>                        | <b>60</b> |
| <b>EKLER.....</b>                            | <b>74</b> |
| Ek 1. Etik Kurul Onayı.....                  | 74        |
| Ek 2. Tez Değerlendirme Formu .....          | 75        |

## TABLÖLAR LİSTESİ

|                                                                                                                                                        |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tablo 3.1. Katılımcıların Demografik Özellikleri .....                                                                                                 | 29 |
| Tablo 3.2. Katılımcılarla gerçekleştirilen görüşme soruları ve cevapları .....                                                                         | 30 |
| Tablo 4.1. Katılımcıların Vücut Ağırlığı Verilerine İlişkin Analizler .....                                                                            | 35 |
| Tablo 4.2. Katılımcıların Vücut Yağ Kütlesi Verilerine İlişkin Analizler .....                                                                         | 37 |
| Tablo 4.3. Katılımcıların Yağsız Vücut Kütlesi Verilerine İlişkin Analizler .....                                                                      | 38 |
| Tablo 4.4. Katılımcıların Toplam Vücut Su Kütlesi Verilerine İlişkin Analizler .....                                                                   | 39 |
| Tablo 4.5. Katılımcıların Total Oksidan Seviye (TOS) Verilerine İlişkin Analizler .....                                                                | 40 |
| Tablo 4.6. Katılımcıların Total Antioksidan Seviye (TAS) Verilerine İlişkin Analizler ....                                                             | 41 |
| Tablo 4.7. Katılımcıların Oksidatif Stres İndeksi (OSİ) Verilerine İlişkin Analizler .....                                                             | 42 |
| Tablo 4.8. Katılımcıların Kreatin Kinaz (CK) Değerlerinin Karşılaştırılması .....                                                                      | 43 |
| Tablo 4.9. Katılımcıların Birinci Ölçümlerinde Kaydedilen Vücut Analizleri ile Oksidatif Stres ve Kas Hasarı Düzeyleri Arasındaki İlişki Tablosu ..... | 44 |
| Tablo 4.10. Katılımcıların İkinci Ölçümlerinde Kaydedilen Vücut Analizleri ile Oksidatif Stres ve Kas Hasarı Düzeyleri Arasındaki İlişki Tablosu ..... | 45 |
| Tablo 4.11. Katılımcıların Üçüncü Ölçümlerinde Kaydedilen Vücut Analizleri ile Oksidatif Stres ve Kas Hasarı Düzeyleri Arasındaki İlişki Tablosu ..... | 45 |
| Tablo 4.12. Katılımcıların Birinci Ölçümde Kaydedilen Oksidatif Stres Belirteçleri ile Kas Hasarı Düzeyleri Arasındaki İlişki Tablosu .....            | 46 |
| Tablo 4.13. Katılımcıların İkinci Ölçümde Kaydedilen Oksidatif Stres Belirteçleri ile Kas Hasarı Düzeyleri Arasındaki İlişki Tablosu .....             | 46 |
| Tablo 4.14. Katılımcıların Üçüncü Ölçümde Kaydedilen Oksidatif Stres Belirteçleri ile Kas Hasarı Düzeyleri Arasındaki İlişki Tablosu .....             | 47 |
| Tablo 4.15. Katılımcıların İkinci Ölçümlerinde Kaydedilen TOS Düzeylerinin CK Üzerinde Etkisi .....                                                    | 47 |
| Tablo 4. 16. Katılımcıların Üçüncü Ölçümlerinde Kaydedilen TOS Düzeylerinin CK Üzerinde Etkisi .....                                                   | 48 |

## ŞEKİLLER LİSTESİ

|                                                                                 |    |
|---------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 2. 1. Canlı organizmalarda redoks dengesi ve oksidatif stres .....        | 16 |
| Şekil 2. 2. Oksidatif Stres Hasarı .....                                        | 17 |
| Şekil 2. 3. Antioksidanların oksidatif stresi engellemedeki rolü .....          | 17 |
| Şekil 3. 1. Araştırma Tasarımı.....                                             | 31 |
| Şekil 3. 2. Vücut Analiz Cihazı .....                                           | 32 |
| Şekil 3. 3. Serum ayrıştırma (santifürüj) işlemi .....                          | 32 |
| Şekil 4. 1. Vücut Ağırlığında Meydana Gelen Yüzdelik Değişimler .....           | 36 |
| Şekil 4. 2. Vücut Yağ Kütlesinde Meydana Gelen Yüzdelik Değişimler.....         | 37 |
| Şekil 4. 3. Yağsız Vücut Kütlesinde Meydana Gelen Yüzdelik Değişimler .....     | 38 |
| Şekil 4. 4. Toplam Vücut Suyu Kütlesinde Meydana Gelen Yüzdelik Değişimler..... | 39 |
| Şekil 4. 5. Total Oksidan Seviyede Meydana Gelen Yüzdelik Değişimler .....      | 40 |
| Şekil 4. 6. Total Antioksidan Seviyede Meydana Gelen Yüzdelik Değişimler .....  | 41 |
| Şekil 4. 7. Oksidatif Stres İndeksinde Meydana Gelen Yüzdelik Değişimler .....  | 42 |
| Şekil 4. 8. Kreatin Kinaz Değerlerinde Meydana Gelen Yüzdelik Değişimler .....  | 43 |

## SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

|               |                            |
|---------------|----------------------------|
| <b>TAS</b>    | : Total Oksidan Seviye     |
| <b>TAS</b>    | : Total Antioksidan Seviye |
| <b>OSİ</b>    | : Oksidatif Stres İndeksi  |
| <b>CK</b>     | : Kreatin Kinaz            |
| <b>Kg</b>     | : kilogram                 |
| <b>µL</b>     | : Mikrolitre               |
| <b>Cm</b>     | : Santimetre               |
| <b>µmol/L</b> | : Mikromol/ litre          |
| <b>mmol/L</b> | : Milimol / Litre          |
| <b>N</b>      | : Veri Sayısı              |
| <b>Ort</b>    | : Ortalama                 |
| <b>SS</b>     | : Standart Sapma           |
| <b>%</b>      | : Yüzde                    |
| <b>f</b>      | : Frekans                  |



## BÖLÜM 1: KAVRAMSAL ÇEVRE

### 1.1. Giriş

Sıklet sporları, dünya genelinde popüler olan, vücut ağırlığının spor performansında önemli bir etkiye sahip olduğu sporlardır (Khodaei, 2015; Sundgot-Borgen vd. 2013). Bu sporların ortak yönü, katılımcıların daha önceden belirlenmiş ağırlık kategorileri içerisinde rekabet etmeleridir. Sporcular, mücadele edecekleri ağırlık kategorilerine uygunluklarını tespit etmek amacıyla, müsabaka öncesinde 'tartı' olarak isimlendirilen resmi bir ağırlık ölçümüne tabi tutulurlar. Tartı işlemi her spor dalına göre değişkenlik göstermekle birlikte, genellikle müsabakadan en az 3 saat ile 24 saat öncesinde gerçekleştirilmektedir (Franchini, Brito ve Artioli, 2012).

Sporcuların ağırlık kategorilerine göre yarışmalarının temel amacı, her sporcunun kendi sınıfında eşit ve adil bir rekabet ortamı bulabilmesini sağlamaktır. Çünkü benzer antropometrik niteliklere sahip sporcuların benzer spor performansı gösterecekleri varsayılmaktadır (Mathews vd., 2019). Bu nedenle bu sporlarda vücut ağırlığı yönetimi, optimal fiziksel ve psikolojik performans için önemli bir yere sahiptir. Bu sistemin olumsuz yanı ise sporcuların ağırlık kategorilerine ulaşmak için kullandıkları sağlıksız yöntemlerdir (Lakicevic, 2020). Sporcular genellikle hızlı vücut ağırlığı kaybı ve tartıdan hemen sonra hızlı vücut ağırlığı alımı ile karakterize edilen döngüye girmektedir (Mendes vd., 2013; Matthews vd., 2019). Özellikle müsabakalardan önce birçok sporcu, daha düşük ağırlık kategorilerinde rekabet ederek avantaj sağlama düşüncesiyle vücut ağırlığını hızlı azaltacak yöntemlere başvurumaktadırlar (Figlioli vd., 2021).

Hızlı vücut ağırlığı kaybı, özellikle sıklet sporları gibi belirli ağırlık kategorilerine göre yarışan sporcular arasında yaygın bir uygulamadır. Sporcular genellikle müsabakadan 3-5 gün önce vücut ağırlıklarını ortalama %5 oranında azaltma çabasına girerler. Tartıdan önce diyet kısıtlamaları ve sıvı alımının azaltılması gibi yöntemlerle ağırlık kaybı süreci başlar ve tartı tarihi yaklaştıkça bu kısıtlamalar kademeli olarak yoğunlaştırılır (Artioli, 2010). Hızlı

vücut ağırlığı kaybı için kullanılan yöntemler arasında; uzun süreli açlık, sıvı tüketiminin kısıtlanması, öğün atlanması, plastik giysiler giyerek terlemenin artırılması veya sauna gibi sıcak ortamlarda egzersiz yapılması gibi uygulamalar yer alır (Drid, Figlioli ve Lakacevic, 2021; Arpa, Chapman ve Abbiss, 2019; Todoroviç, Ranisavljević, Tapavički, 2021; Park, Alensar ve Sassone, 2019). Daha az yaygın olmakla birlikte bazı sporcuların laksatifler, diüretikler, diyet hapları ve kusma gibi daha aşırı yöntemleri de kullandıkları bildirilmiştir (Drid, Figlioli ve Lakacevic, 2021). Sporcular, genellikle bu yöntemlerin bir veya birkaçını aynı anda kullanırlar. Bu yöntemlerin çoğu düşük enerji tüketimi ve dehidrasyon temellidir (Brito vd., 2012; Franchini vd., 2012; Drid vd., 2021).

Dehidrasyon, vücuttaki su ve elektrolitlerin kaybı sonucu ortaya çıkan, vücut fonksiyonlarını etkileyebilecek önemli bir sağlık sorunudur. Vücuttaki su miktarının, gereksinimlerini karşılayacak düzeyin altına düşmesi durumunda dehidrasyon meydana gelir. Bu durum, özellikle sıcak iklimlerde, yoğun egzersiz sırasında veya hastalık durumlarında görülebilir (Popkin, D'Anci ve Rosenberg, 2010). Dehidrasyonun spor performansını ve motor fonksiyonu bozduğu, kalp atış hızını artırdığı ve yüksek derecede olduğu durumlarda böbrek yetmezliğinin yanı sıra nöromusküler ve bilişsel sistemler üzerinde zararlı etkileri olduğu bilinmektedir (Ceylan, Kons, Detanico ve Simenko, 2022). Araştırmalar dehidrasyon durumunda aerobik ve anaerobik egzersiz performansında, kas kuvveti ve dayanıklılığında anlamlı düşüşler olduğunu ve dehidrasyon yoluyla gerçekleşen hızlı vücut ağırlığı kaybının motor beceri bozukluklarına sebep olduğunu göstermektedir (Savoie vd., 2015; Gigou vd., 2010; Gamage vd., 2016; Baker vd., 2007; Smith, Newell ve Baker, 2012; Machleod ve Sunderland, 2012).

Bununla birlikte hızlı vücut ağırlığı kaybı dönemlerinde tartıya çıkmadan birkaç gün önce gerçekleştirilen uzun ve yoğun egzersizler, vücut yağı ve glikojen depolarının tüketimine ve aşırı vücut suyu kaybına sebebiyet vermektedir (Alderman, Landers, Carlson ve Scott, 2004). Bu durum, vücutta fizyolojik strese sebep olmaktadır. Egzersiz kaynaklı fizyolojik stresin iyileşmesinde beslenmenin kritik bir rol oynadığı bilinmesine rağmen, sporcuların, özellikle vücut ağırlıklarını hızlı azaltma dönemlerinde, sıklıkla aldıkları kalori ile harcadıkları kalori arasında dengesizlik oluşmaktadır. Sıklet sporlarıyla uğraşan sporcuların, enerji homeostazındaki dengesizlik meydana getirecek beslenme ve antrenman yöntemlerini uygulamaları, kas hasarları, metabolik süreçlerde bozulmalar ve bağışıklık sistemi düzensizlikleri gibi çeşitli sorunlara neden olabilir (Desgorces vd., 2017).

Kas hasarı, kas gücü azalması, hareket açıklığında kısıtlılık, lokalize şişlik, gecikmiş kas ağrısı (GKA) ve kanda kas proteinlerinde (kreatin kinaz (CK), laktat dehidrojenaz (LDH) ve miyogloblin (Mb) artışı gibi semptomlarla kendini gösterir (Fatouros ve Jamurtas, 2016). Genellikle kaslara zarar veren egzersizden 8 ila 24 saat sonra ortaya çıkar, 24 ila 48 saatte zirveye ulaşır ve 96 saat içinde azalır (Damas vd., 2018). Kas hasarının semptomlarının büyüklüğü ve zamanlaması değişkendir ve performans üzerindeki etkileri kas hasarının derecesine bağlıdır. Kas hasarının derecesi ise, egzersizin süresi, hedeflenen kas grubu, egzersizin türü, yoğunluğu ve hacmi gibi faktörlere bağlı olarak değişmektedir (Bowtell vd., 2011; Peake vd., 2017). Aynı zamanda bireyin zarar verici uyaranlara karşı duyarlılığı da kas hasarı semptomlarını etkileyen bir faktördür (Owens vd., 2019). Literatürde kas hasarını açıklayan en muhtemel mekanizmanın oksidatif stres olduğu ve bu nedenle her ikisinin birlikte değerlendirilmesi gerektiği vurgulanmaktadır (Dokumacı ve Atabek, 2016).

Oksidatif stres, vücutta serbest radikal üretimi ile antioksidan savunma arasında biyolojik sistemlerde hasara yol açabilecek dengesizlik olarak tanımlanır (Forman ve Zhang, 2021). Serbest radikaller vücutta aşırı üretildiğinde, hücre zarlarına, enzimlere ve DNA'ya zarar verebilir. Bu zarar, kanser, kardiyovasküler ve nörodejeneratif hastalıklar gibi çeşitli hastalıkların gelişimine yol açabilir (Hayes, Dinkova-Kostova ve Tew, 2020). Antioksidanlar ise vücutta serbest radikallerin neden olduğu hasarı önlemek veya azaltmak için serbest radikallerle reaksiyona girerek onları stabilize eder ve bu şekilde hücre hasarı engellerler. Normal koşullar altında, vücutta üretilen serbest radikaller ile bunları nötralize eden antioksidan savunma sistemi arasında bir denge mevcuttur. Ancak bazı durumlarda vücutta serbest radikal üretimi artar ve antioksidan savunma sistemi yetersiz kalır (Graille vd., 2020). Sporcuların vücut ağırlıklarını hızlı kaybetmeye çalıştıkları dönemlerde uyguladıkları yoğun antrenman programları ve beslenme kısıtlamaları, sağlık için risk oluşturan ve serbest radikallerin üretimini artıran faktörler arasındadır (McCarthy ve Berg, 2021; Pignitore vd., 2015). Özellikle antioksidan besinlerin (A, C ve E vitaminleri vb.) alımının azalması, artan serbest radikallerle mücadelede vücudun antioksidan savunma sistemini zayıflatabilir (American College of Sports Medicine vd., 2009; Ji, 1995). Bu nedenle, hızlı vücut ağırlığı kaybı sırasında aşırı besin kısıtlaması ve yoğun egzersizlerin bir arada gerçekleştirilmesinin, lipidler, proteinler ve diğer hücre bileşenlerinde oksidatif stres kaynaklı zararlara yol açabileceği düşünülmektedir (Reljic, 2015).

Oksidatif stres, malondialdehit (MDA), hidrojen peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), süperoksit dismutaz (SOD), katalaz (CAT) gibi birçok parametre ile belirlenebilir. Ancak bu parametrelerin

herbirinin ayrı ayrı değerlendirilmesi uygulama açısından zor ve maliyetli olmaktadır. Bu nedenle oksidatif stresin kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesine imkân sağlayan toplam oksidan seviyesinin (TOS) ve toplam antioksidan seviyesinin (TAS) ölçümü daha ekonomik ve klinik açıdan daha uygulanabilir olmaktadır (Erel, 2004; Kusano ve Ferrari, 2008; Karabulut vd., 2021). Bununla birlikte araştırmalar, total antioksidan seviye (TAS) ve total oksidan seviye (TOS) gibi parametrelerin, oksidatif stresle ilişkili hastalıkların teşhisinde kullanılabilecek yararlı, noninvazif göstergeler olabileceğini göstermektedir. Son zamanlarda yapılan çalışmalara göre, TOS ve TAS seviyelerinin ölçülmesi ve bu iki parametre arasındaki ilişkinin Oksidatif Stres İndeksi (OSİ) aracılığıyla değerlendirilmesi, oksidatif dengenin daha kapsamlı bir şekilde hesaplanabilmesine olanak tanımaktadır (Aydoğdu vd., 2018).

Literatür incelendiğinde hızlı vücut ağırlığı kaybının oksidatif stres ve kas hasarına etkisi ile ilgili yapılmış çalışmalara rastlamak mümkündür. Oksidatif stres ile ilgili çalışmaları incelediğimizde; Nishimaki vd., (2018) vücut ağırlığının %5'i kadar bir hızlı vücut ağırlığı kaybının oksidatif stresi artırdığını belirtmiştir. Knapik vd., (2019) ağırlık kaybı gerçekleştiren judo sporcuları ile yapmış oldukları çalışmada, yarışmadan bir hafta önce ve yarışmadan bir hafta sonrasını kapsayan zaman dilimlerinde oksidatif ve antioksidatif parametrelerde meydana gelen değişiklikleri incelemiştir. Araştırmanın sonuçları, hızlı vücut ağırlığı kaybının oksidatif stres üzerindeki etkilerinin çeşitlilik gösterdiğini ve bu etkilerin büyük oranda ağırlık kaybının miktarına bağlı olduğunu ortaya koymuştur. Bir başka araştırmada Lee vd. (2018) yüksek yoğunluklu egzersizle birlikte gerçekleştirilen hızlı vücut ağırlığı kaybının, taekwondo sporcularında zayıf lipit profillerine ve yüksek düzeyde oksidatif strese yol açtığını rapor etmiştir.

Bu çalışmalarda belirtilen olumsuz etkilere karşın Reljic vd. (2015) elit erkek boksörlerde müsabaka öncesi hızlı vücut ağırlığı kaybı uygulamalarının, vitamin ve glutatyon durumunu anlamlı düzeyde değiştirmedeğini, dolayısıyla oksidatif stres üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olmadığını rapor etmiştir. Benzer şekilde Finaud vd. (2006) %5 oranında vücut ağırlığı azalmasının lipid peroksidasyonunu tetiklemediğini rapor etmiştir.

Hızlı vücut ağırlığı kaybının kas hasarına etkisi ile ilgili literatür incelendiğinde; Coswig vd. (2015), vücut ağırlığını hızlı azaltan karma dövüş sanatı sporcularında kas hasarının belirteçlerinden biri olan laktat dehidrojenaz düzeylerinin arttığını belirtmişlerdir. Benzer şekilde, Işık vd. (2018) tarafından gerçekleştirilen çalışma, güreşçilerde hızlı vücut ağırlığı

kaybı süreçlerinin iskelet kasları üzerindeki zararlı etkilerini incelemiştir. Araştırma, bu tür ağırlık kaybı yöntemlerinin iskelet kası hasar göstergelerinde belirgin değişikliklere sebep olduğunu ortaya koymuştur. Bir başka araştırmada judo sporcularının üç günlük bir süre boyunca ağırlık kaybı yöntemleri uyguladıktan sonra miyogloblin, kreatin kinaz ve aldolaz düzeylerinde artış meydana geldiği belirtilmiştir (Roklicer vd., 2020).

Hızlı vücut ağırlığı kaybının oksidatif stres ve kas hasarına etkisi konusunda birçok çalışma bulunmasına rağmen hızlı vücut ağırlığı kaybı sonrası ve hızlı vücut ağırlığı alımı sonrasındaki değişimleri birlikte ele alan çalışmalar oldukça sınırlıdır. Bildiğimiz kadarıyla Knapik vd. (2019) tarafından gerçekleştirilen çalışma, bu konudaki sınırlı kaynaklardandır. Ancak, onlarda çalışmalarında yalnızca oksidatif stres durumunu ele almakta ve ölçüm zamanlamalarının farklı olması sebebiyle, bizim araştırmamızın hedeflediği, sporcuların müsabakaya katılacakları andaki fizyolojik durumlarının belirlenmesine dair kapsamlı bir sonuç sunmamaktadır. Bu nedenle hızlı vücut ağırlığı alımının oksidatif stres ve kas hasarı üzerindeki etkilerinin daha detaylı incelenmesine ihtiyaç vardır. Bildiğimiz kadarıyla bu çalışma, literatürde hızlı vücut ağırlığı kaybının ve hızlı vücut ağırlığı alımının oksidatif stres ve kas hasarına etkisini inceleyen ilk çalışma olacaktır.

### **1.1.1. Problem Durumu**

Sıklet sporlarında ağırlık sınıflandırmalarının amacı, sporcular arasında antropometrik ve fiziksel yetenekler bakımından adil ve dengeli bir rekabet ortamı oluşturmaktır. Buna karşın bazı sporcular, daha hafif rakipler karşısında üstünlük sağlamak amacıyla, yarışmadan önce hızlı vücut ağırlığı kaybı taktiklerini uygulayarak daha alt ağırlık sınıflarına düşmeyi tercih ederler (Franchini, Brito ve Artioli, 2012; Oppliger, Steen ve Scott, 2003). Ancak bu stratejilerin sporculara sağlaması beklenen avantajlar yerine, performans ve sağlık bakımından olumsuz etkilere yol açtığı bilinmektedir.

Hızlı vücut ağırlığı kaybı yöntemleri sporcuların sağlığını tehdit edebilecek dehidrasyon ve elektrolit dengesizliği gibi riskleri barındırırken, aynı zamanda hücrelerde zarara yol açan oksidatif stres oluşumunu da tetikleyebilir. Oksidatif stresin birçok fizyolojik koşulda (örneğin yaşlanma ve egzersiz) ve hastalıklarda (inflamasyon, kardiyovasküler ve nörodejeneratif hastalıklar ve kanser dahil) rol oynadığı kabul edilmektedir (Valko, 2007). Düzenli ve orta şiddette yapılan antrenmanların oksidatif stres üzerindeki olumlu etkileri ve sağlığa faydaları bilinirken, hızlı vücut ağırlığı kaybı sürecinde gerçekleştirilen yoğun ve

zorlayıcı egzersizler, oksidatif stresi ve kas hasarını tetikleyen serbest radikallerin aşırı üretilmesine yol açabilir. Bu dönemlerde, genellikle yetersiz alınan antioksidanlar, sporcuların karşılaştığı kas hasarı ve oksidatif stres gibi egzersiz kaynaklı negatif etkilerle mücadelede yeterli destek sağlayamayabilir (Peternelj ve Coombes, 2011; Brisswalter ve Louis, 2014). Bu nedenle hızlı vücut ağırlığı kaybı ve hızlı vücut ağırlığı alımı dönemlerinde bu parametrelerdeki değişimlerinin ayrıntılı olarak incelenmesi, sporcuların ve antrenörlerin sağlığı ve performansı korumak ve geliştirmek için bilinçli stratejileri geliştirmelerine yardımcı olacak değerli bilgiler sağlayacaktır.

### **1.1.2. Problem Cümlesi**

Sıklet sporcularında hızlı vücut ağırlığı kaybının ve hızlı vücut ağırlığı alımının oksidatif stres ve kas hasarı parametrelerine etkisi var mıdır?

### **1.1.3. Alt Problemler**

1. Hızlı vücut ağırlığı kaybının oksidatif stres belirteçleri olan TAS, TOS ve OSİ düzeylerine etkisi var mıdır?
2. Hızlı vücut ağırlığı kaybının kas hasarının belirteçlerinden olan CK düzeyine etkisi var mıdır?
3. Hızlı vücut ağırlığı artışının oksidatif stres belirteçlerinden TAS, TOS ve OSİ düzeylerine etkisi var mıdır?
4. Hızlı vücut ağırlığı artışının kas hasarı belirteçlerinden CK düzeyine etkisi var mıdır?
5. Hızlı vücut ağırlığı kaybı ve hızlı vücut ağırlığı artışı sürecindeki oksidatif stres (TAS, TOS, OSİ) ve kas hasarı belirteçleri (CK) arasında farklılık var mıdır?
6. Katılımcıların oksidatif stres düzeyleri ile kas hasarı düzeyleri arasındaki ilişki var mıdır?
7. Katılımcıların oksidatif stres düzeyleri, kas hasarı düzeyleri üzerinde anlamlı bir yordayıcı mıdır?

### **1.1.4. Araştırmanın Amacı**

Sıklet sporcularında hızlı vücut ağırlığı kaybı ve hızlı vücut ağırlığı alımının oksidatif stres ve kas hasarı belirteçlerine etkisine ilişkin çalışmalar oldukça sınırlıdır. Bunun ötesinde hızlı

vücut ağırlığı değişimlerinin kadın sporcular üzerinde nasıl bir etki yaratacağı konusunda literatürde henüz bir netlik bulunmamaktadır. Bu nedenle bu çalışmada, kadın sıklet sporcularında hızlı vücut ağırlığı değişimlerinin oksidatif stres ve kas hasarı üzerindeki etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır.

### **1.1.5. Araştırmanın Önemi**

Hızlı vücut ağırlığı değişimlerinin sporcular üzerindeki etkilerine ilişkin yapılan çalışmalar, çelişkili olabilecek sonuçlar sunmaktadır. Çalışmalar genellikle hızlı vücut ağırlığı kaybının performansla ilgili değişkenler üzerinde olumsuz bir etkisi olduğuna işaret etmektedir (Kraemer vd., 2001; Barley vd., 2018; Kurylas, Chycki ve Zajac, 2019). Öte yandan, bazı çalışmalar hızlı vücut ağırlığı almanın, daha hafif rakiplere kıyasla boyut ve güç açısından avantaj sağlayarak sporcuların performansını iyileştirebileceğini ileri sürmektedir (Aldermen vd., 2004; Reale vd., 2016; Wroble ve Moxley, 1998). Bununla birlikte, hızlı vücut ağırlığı kaybı ve hızlı vücut ağırlığı alımı süreçlerinin herhangi bir etki göstermediğini belirten çalışmalar da mevcuttur (Daniele vd., 2016; Reale vd., 2016). Araştırmalardaki bulguların farklı olması, hızlı vücut ağırlığı kaybı ve hızlı vücut ağırlığı alımının etkileri konusunda, literatürün henüz kesin bir sonuca varmadığını göstermektedir. Bu durum, sporcularda hızlı vücut ağırlığı değişimi konusunda daha detaylı ve kapsamlı araştırmaların yapılmasının gerekliliğini vurgulamaktadır.

Hızlı vücut ağırlığı kaybını takiben gerçekleştirilen hızlı vücut ağırlığı alımının, performansı artırılması ve iyileştirilmesine olumlu katkılar sağlayabileceği düşünülse de, hızlı vücut ağırlığı kaybı yöntemlerinin yol açtığı olumsuz sonuçları ortadan kaldırmakta yetersiz görünmektedir. Ancak hızlı vücut ağırlığı kaybı uygulamaları, olası zararlı etkilerine karşın, sporculara rekabet avantajı sağlayacağı düşüncesiyle sıklet sporlarında yaygın olarak kullanılmaya devam etmektedir. Bu nedenle sporcuların, antrenörlerin ve beslenme uzmanlarının bu konuda ortaya çıkabilecek sağlık sorunlarını farketmeleri ve sağlıklı vücut ağırlığı azaltma yönetimlerini teşvik edecek uygulamaları tercih etmeleri oldukça önemlidir. Bu bağlamda bu çalışmanın, hızlı vücut ağırlığı kaybı ve hızlı vücut ağırlığı alımı dönemlerinde oluşabilecek oksidatif stres ve kas hasarı düzeylerinin belirlenmesi ve bu alanda uygulama yapanlara yöntemlerini gözden geçirmeleri konusunda bilgi sağlaması açısından önemli olduğu düşünülmektedir. Aynı zamanda hızlı vücut ağırlığı değişimlerinin etkilerini araştıran çalışmalar çoğunlukla erkek sporcular ile gerçekleştirilmiştir. Dolayısıyla

bu çalışmanın kadın sporcular ile gerçekleştirilmesi de mevcut literatüre katkı sağlaması ve bu alanda yapılacak çalışmalara yön vermesi bakımından önemli görülmektedir. Bildiğimiz kadarıyla bu çalışma, sporcularda vücut ağırlığı kaybı öncesi, vücut ağırlığı kaybı sonrası ve hızlı vücut ağırlığı alımı sonrasında oksidatif stres ve kas hasarını birlikte değerlendiren ilk çalışmadır. Bu bağlamda da çalışmanın literatüre önemli bir katkı sunacağı düşünülmektedir.

#### **1.1.6. Araştırmanın Varsayımları**

1. Katılımcıların daha önce uygulamış oldukları hızlı vücut ağırlığı kaybı ve hızlı vücut ağırlığı alma yöntemlerine bağlı kaldıkları ve bu süreçte araştırmanın sonucunu etkileyecek herhangi bir yöntemle başvurmadıkları varsayılmıştır.
2. Katılımcıların araştırma süreci boyunca araştırmanın verilerini etkileyebilecek ilaç veya besin takviyesi kullanmadıkları varsayılmıştır.
3. Katılımcıların hızlı vücut ağırlığı alımı döneminde herhangi bir egzersiz yapmadıkları varsayılmıştır.
4. Kan örnekleri tüm katılımcılardan aynı gün aynı saatte alındığından katılımcıların test ortamından aynı şekilde etkilendiği varsayılmıştır.
5. Kan örnekleri alındıktan sonra, laboratuvar koşullarının sabit tutulduğu ve tüm numunelerin aynı gün ve saatte analiz edilmesinden dolayı örnekler arasındaki olası farklılıkların en aza indirildiği varsayılmıştır.
6. Kan örneklerinin analizinde kullanılan tüm ölçüm aletlerinin doğru çalıştığı varsayılmıştır.
7. Verilerin değerlendirilmesinde kullanılacak olan istatistik tekniklerinin araştırmaya uygun olarak seçildiği varsayılmıştır.

#### **1.1.7. Araştırmanın Sınırlılıkları**

1. Araştırma sıklet sporlarıyla uğraşan ve en az ulusal düzeyde yarışan 12 yetişkin kadın sporcu ile sınırlıdır.
2. Araştırma, yalnızca plazma TAS, TOS, OSİ ve CK parametrelerinin incelenmesi sınırlıdır.
3. Araştırma, vücut kompozisyonlarının incelenmesinde biyoelektrik impedans analizi yönteminin kullanımı ile sınırlıdır.



4. Araştırma, katılımcıların yalnızca 5 gün içerisinde vücut ağırlıklarının en az %5 ‘i oranında vücut ağırlığı kaybı gerçekleştirmeleri ile sınırlıdır.
5. Araştırmanın vücut ağırlığı alımı süreci 15 saat ile sınırlıdır.
6. Katılımcıların vücut ağırlığı kaybı ve vücut ağırlığı alım yöntemlerine müdahale edilmemiş olması ve besin kayıtlarının alınamamış olması da bu çalışmanın sınırlılıklarındandır.



## BÖLÜM 2: ALAN YAZIN TARAMASI

Bu bölümde araştırmanın içeriği ile ilgili konu ve kavramların detaylı bir şekilde açıklanmasına yer verilmiştir.

### 2.1. Sıklet Sporları

Sıklet sporları, sporcuların belirli ağırlık sınıflarına göre kategorize edildiği yarışmalardır. Bu sporlar, sporcuların boyut, ağırlık ve güç gibi fiziksel özelliklerini dikkate alarak müsabakaları daha adil bir rekabetle gerçekleştirmeyi amaçlar. Sıklet sporları arasında, güreş, judo, boks, halter, MMA ve taekwondo gibi çeşitli dövüş sporları bulunur (Khodae, 2015). Sıklet sporlarının her birinde birçok farklı ağırlık kategorisi bulunmaktadır. Bu kategoriler yaşa ve cinsiyete bağlı olarak spordan spora farklılık gösterir (Bešlija vd., 2021). Örneğin; judoda olimpik kadın sporcular 48 kg - 52 kg - 57 kg - 63 kg - 70 kg - 78kg ve +78 kg da mücadele ederken, olimpik erkek sporcular 60 kg - 66 kg- 73 kg - 81 kg - 90 kg - 100 kg ve +100 kg'da mücadele etmektedir (International Judo Federation, 2023).

Sporcular çoğunlukla yarışmalardan bir gün ya da birkaç saat önce, tartı ismi verilen ağırlık ölçümüne tabi tutulur. Bu işlem, sporcuların belirlenen sıklet sınırları içinde olduğundan emin olmak için yapılır. Ağırlık kontrolü, sıklet sporlarında adil bir rekabet ortamı sağlamak için kritik bir unsurdur (Burke vd., 2021).

Sıklet sporcuları, spor dallarının gerektirdiği özgün antropometrik ve fizyolojik özelliklere uyum sağlamak için, güç, hız, dayanıklılık ve teknik beceriler gibi kritik fiziksel yeteneklerin geliştirilmesine yönelik yoğun ve disiplinli antrenman programları uygularlar (Rydzik ve Ambroży, 2021). Bu süreçte fiziksel hazırlık, atletlerin rekabetçi başarıları için temel bir unsur olarak öne çıkmaktadır. Ancak bu sporlarda başarı sadece fiziksel yeteneklere değil, aynı zamanda etkili ağırlık yönetimi stratejilerine de bağlıdır (Burke vd., 2021). Sıklet sporlarında yarışan atletler, ideal ağırlık sınıflarında yarışabilmek için genellikle sıkı bir

beslenme ve vücut ağırlığı yönetimi programı uygularlar. Bu, performanslarını en üst düzeye çıkarmak ve ağırlık sınıflarında kalabilmek için yapılır. Bununla birlikte, hızlı vücut ağırlığı kaybı ve hızlı vücut ağırlığı alma süreçleri, özellikle bazı sıklet sporlarında yaygın bir pratik olup, bu yöntemler sporcuların sağlığı ve performansı üzerinde olumsuz etkiler yaratabilir (Martínez-Aranda vd., 2023).

## **2.2. Sıklet Sporcularında Hızlı Vücut Ağırlığı Kaybı ve Hızlı Vücut Ağırlığı Alımı**

Sıklet sporlarında sporcular genellikle daha hafif ve daha az güçlü rakiplerle mücadele ederek rekabet avantajı elde etmek düşüncesindedirler. Bu amaçla, sporcuların çoğu, müsabakadan önce vücut ağırlıklarını hızlı bir şekilde düşürmeye yönelik çeşitli yöntemler kullanır. Bu yöntemler, spor disiplinine, ağırlık kategorisine, sporcunun yaşına, cinsiyetine ve fazla vücut ağırlığı miktarına bağlı olarak değişiklik gösterebilir (Khodae vd., 2015).

Hızlı vücut ağırlığı kaybı süreçleri, genellikle müsabakadan bir hafta önce başlar ve sporcuların vücut ağırlıklarının %5 ila %10'u arasında bir kayıpla sonuçlanır (Franchini, Brito ve Artioli, 2012). Öğün atlama, egzersizi artırma, sıvı alımını kısıtlama, lastik kıyafetlerle egzersiz yapma ve sauna kullanımı gibi yaygın vücut ağırlığı kaybetme teknikleri, rekabet öncesi vücut kütlesini azaltmak için uygulanan yöntemlerden bazılarıdır (Berkovich vd., 2016). Bazı sporcular ise yarışma dönemlerinde kullanımı yasak olmasına rağmen, diüretik ilaçları kullanılmaktadır (Franchini, Brito ve Artioli, 2012).

Bununla birlikte, uygunsuz vücut ağırlığı kaybı yöntemlerinin sürekli kullanılması, kas gücünde azalma, aerobik aktivitelerde performans düşüklüğü, zihinsel ve bilişsel işlevlerde bozulma, ruh hali değişiklikleri, depresyon, bağışıklık sistemindeki tepkilerin bozulması gibi olumsuz sonuçlara yol açabilir. Ayrıca, bu uygulamalar kardiyovasküler, endokrin, gastrointestinal, renal ve termoregülasyon sistemlerinde de ciddi sorunlara neden olabilir (Carl vd., 2017).

Literatür, dövüş sanatlarında hızlı vücut ağırlığı kaybı prevalansının % 53 ile % 100 arasında değiştiğini göstermektedir (Kazemi, Rahman ve De Ciantis, 2011; Brito vd., 2012). Artioli vd., (2010) hem erkek hem de kadın judo sporcularının yaklaşık % 90'ının (n = 822) resmi tartı seanslarından önce hızlı vücut ağırlığı kaybı tekniklerini kullandıkları gösterilmiştir. Aynı çalışma, en yaygın ağırlık kaybı derecesinin, vücut ağırlığının % 5'i olduğu ve yarışmadan beş gün önce gerçekleştirildiği sonucuna varmıştır.

Güreş, judo ve boks sporlarında sporcular ortalama 12 yaşında vücut ağırlıklarını azaltmaya başlamaktadır. Bu sporcular, genellikle 5 gün gibi kısa süreler içinde vücut ağırlıklarını azaltma çabasına girerler ve yıl içinde ortalama 7 defa vücut ağırlığı kaybı deneyimi yaşarlar. Ayrıca, sporcuların kaybettikleri en fazla vücut ağırlığı miktarı genellikle 4 kg'ı geçmemekte ve bu, vücut ağırlıklarının yaklaşık %5'ine tekabül etmektedir (Baranauskas, Kupčiūnaitė, Stukas, 2022). Bununla birlikte sporcular müsabaka öncesi hızlı vücut ağırlığı kaybı döneminden sonraki tartı sürecini takiben hızlı vücut ağırlığı alma dönemine girerler. Bu süreç, spor dalına ve tartı ile müsabaka arasındaki süreye bağlı olarak farklılık gösterir. Hızlı vücut ağırlığı alımı müsabaka tartısından yaklaşık 1 ile 18 saat sonrasında gerçekleşebilir (Mathews vd., 2019). Dikkat çekici bir şekilde, kaybedilen vücut ağırlığının %104'ü, genellikle bir hafta içinde yeniden kazanılmaktadır (Baranauskas, Kupčiūnaitė, Stukas, 2022).

Sporcular vücut ağırlıklarını müsabaka sıkletlerinin sınırı içinde tutamadıklarından, genellikle tartımdan hemen sonra vücut ağırlığı alırlar (Franchini, Brito ve Artioli, 2012). Bu da yaklaşan müsabakalar için tekrar azaltılması gerektiği anlamına gelir (Artioli vd., 2016). Hızlı vücut ağırlığı kaybı ve yeniden kazanma sürecinin sık tekrar edilmesi sporcularda birçok sağlık ve performans kayıplarına yol açar.

### **2.3. Hızlı Vücut Ağırlığı Kaybının Fizyolojik Etkileri**

Hızlı vücut ağırlığı kaybının birçok fizyolojik etkisi vardır. Hızlı vücut ağırlığı kaybı sporcularda hem aerobik hem de anaerobik performansı etkilemektedir (Franchini, Brito ve Artioli, 2012). Aerobik performansın azalmasının nedenleri arasında dehidrasyon, plazma hacminde düşüş, kalp atış hızında artış, hidroelektrolitik dengenin bozulması, termoregülasyonun etkinliğinin azalması ve kaslardaki glikojen seviyelerinin tükenmesinin etkili olabileceği bildirilmiştir. Anaerobik performanstaki azalmanın ise azalan tamponlama kapasitesi, glikojen depolarının tükenmesi ve hidroelektrolitik dengenin bozulması ile ilişkilendirilmiştir (Fogelholm, 1994).

Sporcuların hızlı vücut ağırlığı kaybı dönemlerinde uyguladıkları düşük kalorili diyetler ya da uzun süreli açlık kaynaklı glikojen depolarının tükenmesi, performanslarını olumsuz etkilemektedir (Reale, Starke ve Burke, 2017). Özellikle, azalmış kas glikojen düzeylerinin, kas dokusunda uyarma-kasılma süreçlerini bozarak, kas yorgunluğuna yol açtığı gözlemlenmiştir (Ortenblad, Westerblad ve Nielsen, 2013). Bu durum, yüksek yoğunluklu

sıklet sporlarında, anaerobik glikoliz sürecinde etkili olan enzimleri olumsuz yönde etkileyerek performansı düşürebilir (Westman vd., 2007; Burke, 2015). Örneğin; Judo müsabakalarının yoğunluğu, maksimum oksijen tüketiminin yaklaşık %92'sine denk gelir ve birden fazla maç içeren bu sporun aralıklı yapısı, düşük karbonhidrat alımı, dehidrasyon ve yoğun antrenman dönemlerinde kas glikojen depolarının etkin kullanımını zorunlu kılar. (Degoutte, Jouanel ve Filaire, 2003; Franchini vd., 2003). Ayrıca hızlı vücut ağırlığı kaybı döneminde düşük karbonhidrat alımı, kas içindeki hidrojen iyonu akışını bozabilir ve bu da yoğun kas kasılmaları sırasında yorgunluğun daha hızlı hissedilmesine sebep olabilir (Filaire vd., 2001).

Hızlı vücut ağırlığı kaybının en büyük zararlı etkilerinden biri olan dehidrasyon, kan plazmasında ve bunun neticesinde toplam kan hacminde azalmaya neden olur. Bu durum, kardiyovasküler sisteme, kaslara giden kan akışına ve vücudun ısı düzenleme yeteneğini olumsuz yönde etkiler (Cheuvront vd., 2010; Jetton vd., 2013). Plazma hacmindeki azalma, hızlı vücut ağırlığı kaybı sonrası gözlemlenen hemoglobin miktarındaki düşüşle birleşerek aerobik kapasiteyi düşürebilir (Reljic vd., 2016; Reljic vd., 2013). Dahası, plazma hacminin azalması kardiyak outputun azalmasına ve kan viskozitesinin artmasına neden olur, bu da çalışan kaslara normal kan akışını engeller (Franchini vd., 2016).

Bunların yanı sıra dehidrasyon, hücresel sıvı homeostatik kontrolünü, metabolik süreçlerini etkileyebilecek ve sonuç olarak nöromusküler etkinliğe zarar verebilecek elektrolit konsantrasyonunu da önemli ölçüde değiştirebilir. Bazı çalışmalar, dehidrasyonun egzersiz esnasında efor algısını yükselttiğini, ruh halini olumsuz etkileyerek bilişsel yorgunluğa neden olduğunu belirtmektedir (Lakicevic vd., 2016).

Hızlı vücut ağırlığı kaybı ile ilişkili diğer potansiyel riskler arasında endokrin bozuklukları, insülin duyarlılığı değişiklikleri, kemik bozulması ve bozulmuş bağışıklık fonksiyonu yer almaktadır (Barley, Chapman ve Abbiss, 2019; Westman vd., 2007; Turocy vd., 2011). Özellikle, tekrarlayan hızlı vücut ağırlığı kayıplarının neden olduğu hormonal bozuklukların, ergenlik döneminde normal büyümeyi ve gelişmeyi olumsuz etkilediği gösterilmiştir. Daha da önemlisi, hızlı vücut ağırlığı kaybına erken yaşlarda katılan sporcuların uzun vadede vücut ağırlığı kaybına bağlı sorunlar için daha yüksek risk altında olduklarını gösteren önemli veriler bulunmaktadır (Lakicevic vd., 2016). Son olarak, bazı çalışmalar vücut kütleindeki % 5'lik azalmanın metabolizmayı ve kas kasılma düzenlerini

etkilediği ve böylece yaralanma riskini artırdığı belirtmiştir (Agel vd., 2006; Green vd., 2007).

#### **2.4. Hızlı Vücut Ağırlığı Kaybının Psikolojik Etkileri**

Çeşitli çalışmalar, hızlı vücut ağırlığı kaybetme stratejilerini benimseyen sporcuların psikolojik ve fizyolojik yan etkilere maruz kaldıklarını göstermiştir. Bu etkiler arasında kısa süreli hafızanın bozulması, canlılığın azalması, konsantre olma güçlüğü ve özgüven kaybının yanı sıra kafa karışıklığının, öfkenin, yorgunluğun, depresyonun ve sosyal izolasyonun artması yer alır (Degoutte vd., 2005; Filaire vd., 2001). Örneğin kısa süreli hafızanın zayıflaması, sporcuların müsabaka öncesi antrenörlerinin talimatlarını hatırlama ve uygulama kapasitelerini azaltabilir. Konsantrasyon ve odaklanma eksikliği, özellikle yüksek seviyeli yarışmalar sırasında dikkat dağınıcı unsurları yönetme yeteneğini azaltabilir ve bu da performansın düşmesine neden olabilir. Düşük benlik saygısı, sporcuların üst düzey rakiplerle yarışırken kendilerini değerlendirme becerilerini zayıflatır, karar vermeyi zorlaştırabilir ve öfke yönetimi zorluklarına neden olabilir. Aşırı öfke, sporcuların yasa dışı davranışlarda bulunma olasılığını artırabilir; bu da dövüş sporlarında saldırganlığın bir ölçüde önemli olmasına rağmen zararlıdır. Depresyon ve izolasyon, yoğun antrenman programlarıyla baş etme yeteneğini azaltabilir (Franchini, Brito, Artioli, 2012).

Sıklet sporcularının büyük bir kısmı, vücut kitlesi ve beslenme konusunda kaygı duymaktadır. Bu kaygı, sık sık diyet yapma veya kalori alımını koruma özelliğinden kaynaklanmaktadır. Yeme bozukluklarının klasik belirtilerinden biri olan ve yemek sırasında kontrol kaybı hissi, sporcular arasında %10-20 oranında görülmekte, yarışma sonrasında ise oran %30-40'a yükselmektedir (Steen ve Brownell, 1990). Sürekli vücut ağırlığı kontrolü sağlamaya çalışmak, özellikle kadın sporcular arasında anoreksi, bulimia ve aşırı yeme gibi yeme bozukluğuna ilişkin hastalık riskini artmaktadır (Flaire vd., 2007).

#### **2.5. Serbest radikaller**

Vücudumuzdaki hücreler, metabolik süreçlerin bir parçası olarak sürekli olarak reaktif oksijen türleri ve reaktif nitrojen türleri başta olmak üzere serbest radikal üretir. Reaktif oksijen türleri terimi hem serbest radikallere hem de bunların radikal olmayan ara ürünlerinde kullanılır (Burton ve Jauniaux, 2011). Serbest radikaller, dış elektronik kabuğunda bir veya daha fazla eşleşmemiş elektrona sahip moleküller veya moleküllerin bir parçasıdır. Bu moleküllerin temel özellikleri çok kısa ömürlü ve son derece yüksek reaktif

olmalarıdır. Serbest radikallerin zararlı etkileri elektronik stabilitenin sağlanması zorunluluğundan kaynaklanır. Bu nedenle başka bir stabil moleküle reaksiyona girerek elektronunu alıp bir zincir oluştururlar. Bu şekilde bu moleküller de kararsız hale gelir ve çevresindeki diğer moleküllere müdahale ederek hücrenel bileşenlerin bozulmasına yol açar (Hadzovic vd., 2015).

Oksijenli solunum sürecinde, yani hücrelerin oksijeni kullanarak enerji üretiminde, serbest radikallerin oluşumu kaçınılmazdır. Bu süreç, yaşamın bir parçası olarak kabul edilen oksijen metabolizması sonucunda her hücrede meydana gelir. Ayrıca, serbest radikaller dışarıdan alınan metaller, oksidasyon-reduksiyon reaksiyonlarındaki bileşikler, radyasyon, kemoterapi ilaçları, kansere neden olan maddeler (örneğin, östrojen benzeri moleküller) ve çeşitli diyet veya çevresel faktörler aracılığıyla da oluşabilir. Bu oluşum mekanizmaları olmak üzere iki ana kategoride incelenebilir (Turna, Kılıç ve Sarı, 2011).

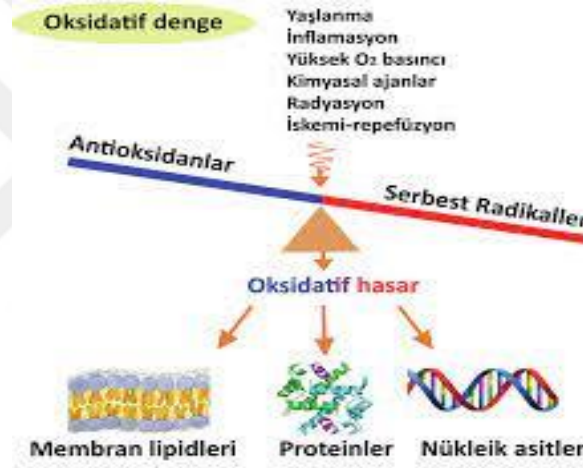
- *Ekzojen Kaynaklar:* Hava kirliliği, zararlı doğal gazlar (örneğin, ozon ve oksijen), hem iyonize hem de iyonize olmayan radyasyon türleri, çeşitli ilaçlar, alkol, hastalık yapıcı bakteri ve virüsler serbest radikal üretimine katkıda bulunabilir.
- *Endojen Kaynaklar:* Hücre içi mitokondri, endoplazmik retikulum ve çekirdek dahil olmak üzere elektron taşıma sistemlerinde, peroksizomlarda ve monosit ile nötrofiller tarafından gerçekleştirilen fagositoz işlemi gibi normal metabolik aktiviteler sırasında yüksek miktarda serbest radikal üretimi gerçekleşir.

## 2.6. Oksidatif Stres

Oksijen, biyolojik sistemler için hem olumlu faydaları hem de potansiyel olarak zararlı yan etkileri olduğu bilinir. Reaktivite, oksijenin yüksek enerjili elektron transferlerine katılmasına izin verir ve dolayısıyla oksidatif fosforilasyon yoluyla büyük miktarlarda adenosin-5-trifosfat (ATP) oluşumunu destekler. Bu, karmaşık çok hücreli organizmaların evrimine izin vermek için gereklidir, ancak aynı zamanda onu protein, lipid veya DNA gibi herhangi bir biyolojik moleküle saldırmaya yatkın hale getirir. Sonuç olarak vücudumuz reaktif oksijen türlerinin sürekli oksidatif saldırısı altındadır (Halliwell, ve Gutteridge, 2015). Bu saldırıyı genellikle dengede tutan karmaşık bir antioksidan savunma sistemi gelişmiştir. Ancak bazı durumlarda bu denge bozulabilir ve oksidatif strese yol açabilir. Oksijenin bir hücreye zarar verme potansiyelinin çeşitliliği ve genişliği göz önüne

alındığında, oksidatif stres, pro-oksidanlar ile antioksidanlar arasındaki dengenin, potansiyel zarar verebilecek şekilde, pro-oksidanların lehine bozulduğu durum olarak tanımlanabilir (Burton ve Jauniaux, 2011).

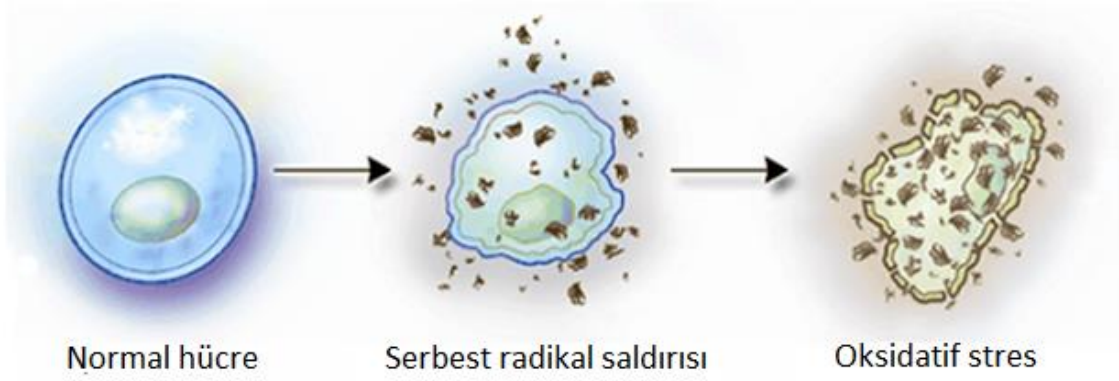
Oksidatif stresin incelenmesinde, pro-oksidan ve antioksidan arasındaki denge kritik bir rol oynar. Bu denge, oksidatif stresin anlaşılmasında iki temel sebepten ötürü önemlidir. Birincisi, bu dengesizliğin, aşırı reaktif oksijen türleri üretimi ya da antioksidan savunma sistemlerindeki yetersizlikler gibi, dengeyi etkileyebilecek çeşitli faktörlerden kaynaklanabileceği gerçeğini ön plana çıkarır. İkincisi, reaktif oksijen türlerinin sadece zararlı yan ürünler olmadığını, aynı zamanda hücre içi iletişimde önemli roller üstlenen ikincil haberciler olduğunu belirtir. Bunlar, hücrelerin çevresel değişikliklere nasıl tepki verdiğini düzenler (Droge, 2002).



**Şekil 2. 1.** Canlı organizmalarda redoks dengesi ve oksidatif stres

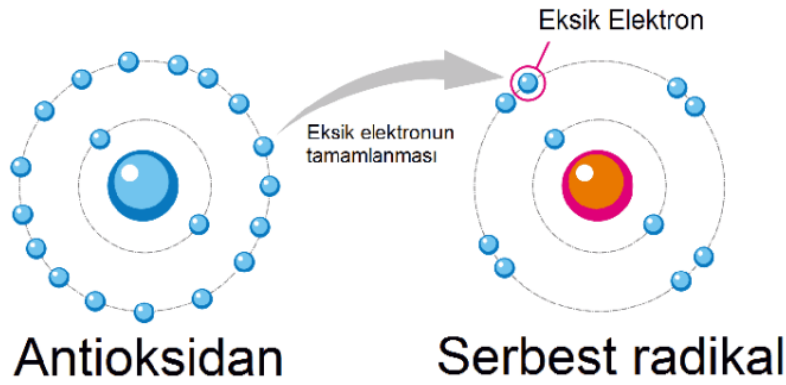
Denge kavramı ayrıca, oksidatif stresin bir spektrumda değerlendirilmesi gerektiğini vurgular. Küçük dengesizlikler, hücrelerin çevresel değişikliklere adaptasyonunu sağlayan homeostatik ayarlamalara yol açabilir. Ancak, daha büyük dengesizlikler, onarılamaz hasara ve sonunda hücre ölümüne sebep olabilir (Burton ve Jauniaux, 2011). Çeşitli çalışmalar oksidatif stresin birçok hastalığın patogenetik temelini temsil ettiğini göstermiştir (Greabu vd., 2007).





**Şekil 2. 2. Oksidatif Stres Hasarı**

Antioksidanlar, vücutta ROT'un oluşturduğu zararı önlemek için çalışan savunma sistemidir. Genellikle düşük konsantrasyonlarda bulunurlar, ancak çok etkilidirler. Çünkü ROT'un hücelere zarar vermesini geciktirebilir veya tamamen engelleyebilirler. Antioksidanlar, kendi elektronlarından serbest radikallere vererek onları kararlı hale getirir (Şekil 2). Bu işlem, serbest radikallerin diğer hücre bileşenleriyle reaksiyona girmesini ve zarar vermesini önler. Böylece, antioksidanlar ROS'un olumsuz etkilerini nötralize ederek hücrelerin sağlığını korumaya yardımcı olurlar (Kohen ve Nyska, 2002).



**Şekil 2. 3. Antioksidanların oksidatif stresi engellemedeki rolü**

Ancak hücresel metabolizma süreçleri, çevresel toksinler, yetersiz veya dengesiz beslenme, aşırı egzersiz veya zihinsel stres gibi nedenler antioksidan savunma sistemlerinin bu radikalleri etkisiz hale getirme kapasitesini aşabilir ve bunun sonucunda da oksidatif stres meydana gelir (Kunwar ve Priyadarsini, 2011).

## 2.7. Oksidatif Stres ve Egzersiz

Araştırmalar, sporcuların istirahat halindeki oksidatif stres seviyelerinin genellikle sedanter bireylere kıyasla daha düşük olduğunu, ancak bazı durumlarda bu seviyelerin arttığını veya sabit kaldığını göstermiştir (Bloomer ve Fisher-Wellman, 2008; Falone vd., 2010). Bu çeşitlilik, aralarında egzersiz yoğunluğu gibi deneysel tasarımların farklılıkları ve oksidatif stres ölçümlerinde kullanılan metodolojik yaklaşımların çeşitliliği olmak üzere, pek çok faktöre bağlanabilir.

Egzersiz ile oksidatif stres arasındaki ilişki, egzersizin şekline, yoğunluğuna ve süresine bağlı olarak değişmektedir. Mitokondriyal solunum zinciri, egzersiz sırasında oluşan ROS'un ana kaynağıdır ve aşırı üretimi lipitlerde, proteinlerde, nükleik asitlerde ve diğer maddelerde oksidatif hasara neden olabilir (Sarniak vd., 2016). Düzenli ve orta düzeyde antrenmanın oksidatif stres ve sağlık açısından faydalı olsa da, akut ve yorucu egzersizler oksidatif stresin artmasına yol açar. Bununla birlikte, hormesis teorisine göre, endojen antioksidan savunmalarda bir yukarı regülasyon sağlanması için egzersiz uyarısı gerekli görülmektedir (Pignitore vd., 2015).

Hücre sinyalleşmesi, immün yanıt ve apoptoz gibi önemli fizyolojik işlevler için düşük ROS seviyelerinin gerekli olduğu bilinmektedir (Vollaard, Shearman ve Cooper, 2005). Birçok çalışma, egzersizin oksidatif stresi tetiklediğini ve antioksidan savunmalarda adaptasyonlara neden olduğunu göstermiştir (Tauler vd., 2006; Palazzetti vd., 2006).

Ancak akut egzersiz seansı oksidatif stresi tetikler ve serbest radikal üretimini artırır. Egzersiz, iskelet kasındaki artan oksijen ihtiyacı nedeniyle kan akışında önemli değişikliklere ve kas hasarı durumunda fagositlerin hasar alanına göç etmesine yol açar. Bu durumlar, serbest radikallerin artmasına ve sonuç olarak oksidatif hasara neden olur. Biyokimyasal ve moleküler tekniklerdeki ilerlemeler, serbest radikallerin egzersiz sonrası adaptasyonlarda önemli roller oynadığını göstermiştir. Böylece, egzersizin neden olduğu serbest radikallerin hem olumlu hem de olumsuz etkileri olduğu kabul edilir (Malaguti vd., 2013; Mankowski vd., 2015).

Literatürde malondialdehit (MDA), protein karboniller ve 8-hidroksideoksiguanozin gibi oksidatif stres biyobelirteçlerinin antrenmanlı sporcularda antrenmansız kişilere göre daha düşük seviyelerde olduğu bildirilmektedir. Bu durum sporcuların istirahatte ve egzersiz sonrası dönemdeki oksidatif stres tepkilerinin sedanter bireylere göre daha düşük olduğunu göstermektedir (Vassalle vd., 2002; Ortenblad, Madsen ve Djurhuus, 1997). Aynı şekilde

sporcularda süperoksit dismutaz (SOD) aktivitesinin de daha yüksek olması, sporcuların oksidatif stresle daha etkili bir şekilde baş edebildiklerini göstermektedir. Öte yandan katalaz (CAT) ve glutatyon peroksidaz (GPx) gibi antioksidan enzimlerin düzeyleri sporcularda sedanter bireylere göre daha yüksektir ancak bu değişiklikler spesifik spor dallarına bağlı olup sporcuların fiziksel kondisyon ve antrenman düzeyleriyle ilişkilidir (Dékány vd., 2006).

Sonuç olarak egzersizin şekline, yoğunluğuna ve süresine ve genetik ve yaşam tarzı faktörlerine bağlı olarak egzersizin oksidatif stres üzerinde olumlu veya olumsuz etkileri olabilir (Pignitore vd., 2015). Veriler, düzenli uzun süreli egzersizlerin oksidatif strese karşı antioksidan tepkiyi tetikleyebileceğini göstermektedir. Oksidatif stres ile egzersiz arasındaki ilişkiyi araştıran çalışmanın sonuçları, fiziksel egzersizin oksidatif stres üzerindeki yararlı etkisinin artan antioksidan savunmalarla ilişkili olabileceği olasılığını desteklemektedir (Hadzovic vd., 2014).

## **2.8. Antioksidan Savunma Sistemi**

Antioksidanlar, hücrel organları serbest radikallerin neden olduğu oksidatif hasardan korumaya yardımcı olan bileşiklerdir (Nikolaidis vd., 2012). Endojen (vücutta üretilen) veya eksojen/diyetle (dış kaynaklardan alınan) olarak sınıflandırılabilir bir çok farklı antioksidan vardır. Antioksidanlar ayrıca enzimatik ve enzimatik olmayan antioksidanlar olarak da sınıflandırılabilir (Powers ve vd., 2014). Antioksidanlar serbest radikalleri radikal olmayan bileşiklere dönüştürerek reaktivitelerini azaltır veya aktif olmayan radikallerin daha zararlı türlere dönüşmesini önleyerek oksidatif strese karşı koruma sağlar (Powers ve vd., 2014).

Vücut, oksidan zarara karşı hem enzimatik hem de enzimatik olmayan yollarla savunma sağlar (Powers vd., 2014; Neubauer ve Yfanti, 2015). Enzimatik savunma sistemi, detoksifikasyon işlemi sırasında elektron taşıyarak çeşitli değerlere sahip olabilen geçiş metalleri etrafında organize olur. Bu sistemin temel aktörlerinden biri, süperoksit dismutaz (SOD) enzimidir. SOD, oksijen moleküllerini hidrojen peroksite dönüştürerek zararlı süperoksit radikallerini nötralize eder. Bu işlemde, SOD'un mitokondride bulunan manganez bağlı formu ve sitozolde yer alan bakır ve çinko bağlı formu gibi iki farklı izoformu vardır (Bafana vd., 2011).

Hidrojen peroksit, katalaz veya glutatyon peroksidaz gibi enzimlerin etkisiyle suya dönüştürülür. Glutatyon peroksidaz, indirgenmiş glutatyon (GSH) varlığında aktif hale gelir. GSH, hücrelerdeki ana redoks tamponudur ve çeşitli detoksifikasyon reaksiyonlarına katılır, bu reaksiyonlar sonucu oluşan glutatyon disülfidi, glutatyon redüktaz aracılığıyla NADPH kullanılarak yeniden GSH'ye dönüştürülür. Glutatyonun yeniden üretimi, pentoz fosfat yoluyla sağlanır ve bu yolun ilk adımını glikoz-6-fosfat dehidrojenaz gerçekleştirir (Nicol vd., 2002).

Enzimatik olmayan savunma mekanizmaları arasında, C vitamini (askorbat) ve E vitamini ( $\alpha$ -tokoferol) gibi antioksidanlar yer alır. Bu antioksidanlar, serbest radikallerle mücadele ederek ve birbirlerinin etkinliğini destekleyerek hücreleri korurlar; örneğin, askorbat,  $\alpha$ -tokoferolün yeniden indirgenmiş formunun üretilmesinde kilit bir rol oynar. Ayrıca, tiyol bileşikleri olan tioredoksinler de hidrojen peroksidi detoksifiye edebilir, ancak bunun için tioredoksin redüktaz tarafından yeniden indirgenmeleri gerekir. Seruloplazmin ve transferrin gibi proteinler de, serbest demir iyonlarını bağlayarak Fenton reaksiyonunu ve dolayısıyla hidroksil radikallerinin oluşumunu engelleyerek önemli bir savunma sağlar (Burton ve Jauniaux, 2011).

Çoğu meyve ve sebze çeşitli ekzojen antioksidanlar içerir. Bununla birlikte insanlar, kabuklu yemişler ve tohumlar gibi diğer gıda kaynaklarından da eksojen antioksidanlar elde edebilirler (Powers vd., 2014). Serbest radikallerden korunmada rol oynayan önemli eksojen antioksidanlar arasında E vitamini, C vitamini, A vitamini, polifenoller ve bazı mineraller (Çinko, Manganez, Bakır, Selenyum) bulunur (Neubauer ve Yfanti, 2015). Ekzojen antioksidanlar, meyve ve sebzeler gibi gıdalar veya diyet takviyeleri yoluyla diyetle elde edilir (Powers vd., 2014).

Antioksidanların oksidatif kapasitesi serbest radikallerin türüne göre değişir (Bentley, 2015). E vitamini ve C gibi eksojen antioksidanlar, hedeflenmeyen serbest radikal temizleyici antioksidanlardır, oysa endojen antioksidanlarımız daha karmaşıktır ve daha kontrollü, lokalize bir etkiye izin verir (Merry ve Ristow, 2016). Endojen antioksidanlar serbest radikallere karşı ilk savunma hattımızdır; E ve C vitamini gibi ekzojen antioksidanlar ise daha fazla koruma sağlayan ikinci savunma hattı olarak görev yaparlar (Michalczyk vd., 2016).

## 2.9. Egzersiz ve Antioksidan Aktivite

Fiziksel egzersizin oksidatif stresi tetikleyebileceği hipotezini destekleyen en önemli kanıtlardan biri egzersiz sırasında antioksidanların doku seviyelerinin düşmesi kabul edilir. Egzersiz sonrası doku oksidatif stres indekslerinde yukarıda belirtilen artışlar göz önüne alındığında, fiziksel egzersize yanıt olarak doku antioksidan seviyelerinin bu şekilde azalmasının, oksidatif strese maruz kalan dokularda artan antioksidan tüketiminin bir sonucu olduğu düşünülmektedir (Sen, 2001).

Laboratuvar çalışmaları, maksimum altı yoğunluklarda bile fiziksel egzersizin kan glutatyon oksidasyonunu hızlı bir şekilde tetiklediğini göstermiştir. Bu reaksiyon, kısa süreli egzersizden sonra bile görülebilir. Glutatyonun antioksidan savunma sistemlerindeki ve diğer birçok fizyolojik işlevdeki önemi düşünüldüğünde, egzersizin kan glutatyonu üzerindeki bu etkisinin hem redoks dengesini etkileyen hem de oksidatif hasara karşı koruma sağlayan sinyal iletim süreçlerinde önemli sonuçları olabilir (Sen, 2001).

Bununla birlikte araştırmalar, düzenli yapılan aerobik veya anaerobik egzersizlerin, örneğin dirençli egzersizlerin, antioksidan enzim aktivitesini önemli ölçüde artırarak oksidatif stresi azalttığını ve lipid peroksidasyon seviyelerini düşürdüğünü ortaya koymuştur (Fatouros vd., 2004; Vincent vd., 2002). Bu sonuçlar, fiziksel olarak aktif insanlarda iyi gelişmiş bir antioksidan savunma sistemine işaret etmektedir. Oksidatif stres ve antioksidanların egzersize olan cevabı üzerine yapılan birçok çalışma, özellikle uzun süreli dayanıklılık egzersiz protokollerini incelemiştir (Aguilo vd., 2005).

Endojen antioksidan üretimi egzersiz sonrasında artar ve hücrelerin oksidatif hasardan korunmasında rol oynar (Neubauer ve Yfanti, 2015). İyi antrenmanlı sporcuların, antrenman adaptasyonları sonucunda daha az antrenman yapan sporculara göre kaslarında daha yüksek düzeyde endojen antioksidanlar bulunur (Powers vd., 2014). Sonuç olarak, rekreasyonel sporcular gibi düzensiz veya daha düşük yoğunlukta antrenman yapanlar muhtemelen oksidatif strese karşı daha az korumaya sahip olacaklardır (Simon-Schnass, 1996).

Son dönemlerde, eksojen antioksidan takviyelerinin oral yolla alınması, vücuttaki doğal antioksidan mekanizmaları desteklemek, oksidatif stresi azaltmak ve özellikle akut egzersiz sırasında ortaya çıkan kas hasarını hafifletmek amacıyla potansiyel bir strateji olarak ön plana çıkmaktadır (Nikolaidis vd., 2012). Bu nedenle, oksidatif stresin ve kas hasarının negatif etkilerini azaltabilecek antioksidan takviyeleri, sporcular arasında giderek daha fazla ilgi çekmektedir. Bu ilgi, performansı artırmak ve iyileşme süreçlerini optimize etmek

amacıyla antioksidanların potansiyel faydalarını anlamaya yönelik artan bir araştırma ve uygulama ihtiyacını da beraberinde getirmektedir.

## 2.10. Oksidatif stres belirteçleri

Oksidatif stres serbest radikaller, antioksidanlar, serbest radikal oluşumunun etkisiyle oluşan lipid, protein ve DNA moleküllerinin hasarının ölçümüyle değerlendirilebilir.

| <b>Tablo 2.10.1. Oksidatif Stres Belirleme Yöntemleri (Önal, 2016).</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Lipit peroksidasyonu</b>                                             | Serbest radikallerin neden olduğu hasara karşı en savunmasız yapılar lipidlerdir. Bu nedenle oksidatif stresi değerlendirmenin temel tekniklerinden biri hücre zarındaki lipid peroksidasyon derecesinin ölçülmesidir. Lipitlerin melondialdehit (MDA), lipid hidroperoksidazdaki konjuge çift bağlar, eksale edilen pentan, heksan ve etan gibi çeşitli temel oksidatif ürünlere parçalanması, lipid peroksidasyonu olarak bilinir. Oksidatif stresi ölçmenin en popüler yollarından biri, aynı zamanda konjuge dien olarak da bilinen konjuge çift bağların ve lipid peroksidasyonunun temel yan ürünleri olan MDA'nın ölçülmesidir. Lipid peroksidasyon göstergeleri ayrıca tiyobarbitürik asit ve tiyobarbitürik reaktif bileşikleri (TBARS) içerir. |
| <b>Protein Değişiklikleri</b>                                           | Karbonil grupları, proteinlerin serbest radikallerin neden olduğu değişikliklere uğradığında üretilir. Farklı bir ifadeyle, yüksek karbonillerin varlığı oksidatif stresin göstergesidir; bu nedenle karbonillerin ölçülmesi, proteinler üzerindeki oksidatif hasarın düzeyini değerlendirmek için en çok kullanılan tekniktir.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>DNA Moleküllerindeki Değişiklikler</b>                               | ROS, DNA moleküllerine zincir kırılması, protein bağlantılarının bozulması ve yapısal değişiklikler dahil olmak üzere çeşitli şekillerde zarar verir (16). Nükleotid 8-hidroksi-2-deoksiguanozin (8-OHdG) belirteci, DNA hasarını değerlendirmenin çeşitli yolları arasında en yaygın kullanılan tekniklerden biridir.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Antioksidanların Ölçümü</b>                                          | Enzimatik antioksidan aktivite (SOD, CAT, GSH-Px)<br>-Antioksidan vitaminlerin miktarının belirlenmesi (A,C,E )<br>-Oksidatif stresin ölçümü için kullanılabilecek diğer antioksidanlar: tiol proteinler (GSH, GSSH), ürik asit, allatoin - Total antioksidan kapasitenin ölçümü (TAS).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

Yukarıdaki tablo oksidatif stresi belirlemek için kullanılabilecek birçok belirtecin olduğunu göstermektedir. Oksidatif stres, malondialdehit (MDA), hidrojen peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), süperoksit dizmutaz (SOD), katalaz (CAT), Glutasyon Peroksidaz (GPx) gibi birçok oksidan ve antioksidan parametrenin incelenmesiyle belirlenebilir (Demirci-Cekic vd., 2022). Ancak bu belirteçlerin her birinin ayrı ayrı değerlendirilmesi maliyetli ve zahmetli olduğundan son yıllarda yapılan çalışmalarda oksidatif stresi bir bütün olarak ve daha kapsamlı değerlendirebilecek toplam oksidan ve toplam antioksidan kapasite ölçümleri tercih edilmektedir (Kaya, 2021).

#### **2.10.1. Total Oksidan Seviye (TOS)**

Oksidatif hasarın sonuç ürünlerinin ölçümü, oksidatif stres hakkında bilgi sağlanmasında önemli rol oynamaktadır (Tarpey, Wink ve Grisham, 2004). Aynı zamanda, farklı oksidan moleküllerin tek tek ölçümünün klinik açıdan pratik olmayışı ve oksidan moleküllerin birbirleriyle etkileşimlerini tam olarak yansıtamıyor olması nedeniyle, Total Oksidatif Seviyenin (TOS) ölçülmesinin diğer yöntemlere göre daha üstün bir yöntem olduğu düşünülmektedir. TOS ölçümü, oksidatif stresin tespit edilmesinde kullanılan güncel bir yöntemdir (Erel, 2005).

#### **2.10.2. Total Antioksidan Seviye (TAS)**

Antioksidanlar serum ve tükürük konsantrasyonları ayrı ayrı ölçülebilmektedir. Total Antioksidan Seviye (TAS); incelenen biyolojik örneklerdeki antioksidanların tümünün seviyelerinin toplamı sonucunda elde edilen biyokimyasal bir parametredir (Kusano ve Ferrari; 2008).

İnsan vücudundaki antioksidan savunma mekanizması oldukça karmaşık bir yapıya sahiptir. Antioksidan türlerin serum ve tükürükte bulunma oranları ayrı ayrı ölçülebilmesine rağmen antioksidan türlerin aktiviteleri birbiriyle bağlantılıdır. Bu durum antioksidan türlerin bireysel ölçümlerinde hatalı bulgulara yol açabilmektedir. Ayrıca antioksidanların ayrı ayrı incelendiği ölçümler pahalı, zaman alıcı ve yoğun çalışma gerektiren karmaşık uygulamalardır (Bartosz, 2003; Chapple vd., 2007).

Toplam antioksidan durumu (TAS), antioksidanların oksidatif stres mevcut olduğunda serbest radikalleri ne kadar iyi nötralize edebildiğini gösteren biyolojik bir ölçümdür.

İncelenen örneklerin toplam antioksidan seviyesi (TAS) tüm antioksidan türlerini içermektedir. Antioksidanların birbirine bağımlı doğası nedeniyle, tüm antioksidanları ayrı ayrı değil aynı anda ölçen TAS ölçümü, önceki yaklaşımlara göre daha anlamlı, güvenilir ve pratik bir yaklaşımdır. Henüz tanımlanmamış veya miktarı belirlenmemiş antioksidan türlerin aktivitesine ilişkin bilgiler de TAS testiyle sağlanmaktadır (Kusano ve Ferrari, 2008; Erel, 2005).

### 2.10.3. Oksidatif Stres İndeksi

Oksidatif stres indeksi (OSi), bir organizmanın maruz kaldığı oksidatif stresin miktarını ölçmek için kullanılan bir parametredir. Oksidatif stres derecesinin bir indikatörü olarak kabul edilen OSİ; TOS ve TAS arasındaki oransal bir değerdir.

$OSİ = [(TOS, \mu\text{mol/l}) / (TAS, \text{mmol Trolox equivalent/l}) \times 100]$  formülü ile gösterilmektedir. Bu ölçüm, farklı oksidatif türleri ayrı ayrı ölçmek yerine topluca ölçümünü sağlayan pratik ve diğer yöntemlere göre oldukça üstün bir değerlendirme metodudur (Erel, 2004; Erel, 2005).

Oksidatif stresin belirlenmesinde özel biyomarkerlerin incelenmesinin önemli olduğu kabul edilirken, toplam oksidan seviye (TOS) ve toplam antioksidan seviyenin (TAS) değerlendirmesi, oksidatif stresin değerlendirilmesine yönelik mantıklı yaklaşımlar arasında yer alır. Bununla birlikte, oksidan/antioksidan dengesizliklerini daha net bir şekilde tanımlamak amacıyla yeni bir oksidatif stres indeksi (OSI) geliştirilmiştir ve bu indeksin, oksidatif stresin belirlenmesinde uygun bir parametre olabileceği belirtilmiştir (Baltacıoğlu vd., 2014).

### 2.11. Kas Hasarı

İskelet kası, kuvvet üretme ve esneme yeteneği sayesinde, günlük yaşamda gerekli olan tüm fiziksel aktivitelerin gerçekleştirilmesini sağlayan bir doku türüdür. Ancak bu kaslar, travma veya alışılmadık egzersizler sonucunda hasar gördüğünde, önemli günlük görevleri yerine getirmede zorluklar yaşar. Kas hasar, rekabetçi sporların yanı sıra rekreasyonel egzersizlerin bir sonucu olarak da ortaya çıkabilir ve genellikle kontüzyon, zorlanma veya aşırı yüklenmeden kaynaklanan yaralanmaların bir sonucudur (Hylldahl ve Hubal, 2014; Paulsen vd., 2012).



Egzersiz kaynaklı kas hasarı, 1902'de Hough tarafından yapılan ilk çalışmadan bu yana bilim dünyasının ilgisini çeken bir konudur. Özellikle son yıllarda, bu alandaki araştırmalar hız kazanmış ve egzersiz kaynaklı kas hasarının incelenmesi, spor bilimleri ve fizyoloji alanında önemli bir araştırma konusu haline gelmiştir (Clarkson, 2002).

Antrenman, kaslarda yerel mikro travmalar oluşturur ve bu, hipertrofik bir cevaba yol açar. Mikro travmalar, sarkomerde, bazal lamina veya destekleyici bağ dokuda yırtılmalar şeklinde oluşabilir. Alışılmadık kasılmalar sonrası, en güçsüz sarkomerlerin bulunduğu kısımlardan miyofibrillerin yırtılmasına yol açar ve bu da T-tübüllerinin deformasyonuna, kalsiyum homeostazının bozulmasına ve sonuç olarak zarların yırtılmasına veya gerilimle aktive olan kanalların açılmasına sebep olur. Bu durum, farklı büyüme faktörlerinin salınımını artırarak uydu hücrelerin çoğalmasını ve farklılaşmasını düzenler. Egzersiz sonrası hissedilen ağrı ve yorgunluk, bu süreçlerin sonucunda meydana gelen sendrom olarak tanımlanmıştır ve şiddetli ve alışılmadık yüklenmeler sonucu, kas lifi içerisindeki zayıf miyofibrillerde oluşan mikro yırtıklarla ilişkilidir. Gecikmiş kas ağrılarının ortaya çıkışı, egzersizin tipine, süresine ve şiddetine göre değişiklik gösterir ve farklı türdeki egzersizlerin, kas hasarına etkisi de farklı olabilir (Dokumacı ve Atabek, 2016; Brown, Dan ve Donnelly, 1999).

Kas hasarı genellikle ağrı, şişme, hareket kısıtlılığı, kas kuvvetinde ve güç çıkışında azalma gibi semptomlarla kendini gösterir (Deyhle, 2016). Gecikmiş kas ağrıları, zarar verici egzersizlerden 8 ila 24 saat sonra ortaya çıkar, 24 ila 48 saat sonra doruğa ulaşır ve 7 güne kadar sürebilir. Ağrının süresi, hasarın ciddiyetine bağlı olarak daha da uzayabilir (Eston, 2003). Egzersizden birkaç dakika sonra akut olarak yaşanan kas ağrıları, egzersizin yoğunluğuna bağlı olarak azalırken, birkaç gün sonra ortaya çıkan GKA, kasların hasar gördüğünün bir göstergesi olarak değerlendirilir. Özellikle tekrarlanan sıçramalar gibi eksantrik kas etkinliklerinden kaynaklanan bu tür ağrılar, kas hücresi zarında yırtıklara ve kas proteinlerinin yapısında bozulmalara yol açabilir, sonuçta kaslarda ödem ve iltihaplanma meydana gelebilir (Murray, 2017).

## **2.12. Kas Hasarı Göstergeleri**

Egzersizle ilişkili kas hasarının tanımlanmasında çeşitli metodolojiler uygulanmaktadır. Kas hasarının, doğrudan hücresel düzeydeki değişikliklerin yanı sıra, kas fonksiyonunun çeşitli belirteçlerinde ortaya çıkan dolaylı değişikliklerden de tespit edilebilir. Görüntüleme

teknikleri olan manyetik rezonans görüntüleme (MR) ve ultrasonografi gibi yöntemlerin yanı sıra, egzersiz sonrası kan ve kas dokusunda artış gösteren belirli proteinler de kas hasarının belirlenmesinde önemli bilgiler sunmaktadır (Hunter vd., 2012).

Egzersiz sonrası meydana gelen kas hasarının ve gecikmiş kas ağrılarının belirlenmesinde, kandaki bazı proteinlerin seviyelerinin incelenmesi yaygın bir yöntemdir. Özellikle, laktat dehidrogenaz (LDH), kreatin kinaz (CK) ve miyogloblin (MB) gibi proteinler, bu amaçla standart olarak kullanılmaktadır (Rebalka ve Hawke, 2014). Sağlıklı erkeklerde miyogloblin seviyesinin 0-154.9 µg/L olduğu bilinir. MB, iskelet ve kalp kaslarında bulunur ve kas içinde oksijen depolanmasında rol oynar. Kalp krizi gibi durumlar ve yoğun egzersiz sonrası oluşan kas hasarında, MB'nin kan dolaşımındaki seviyesi artabilir. MB, oksijenin kas hücrelerinde depolanmasını ve mitokondriye taşınmasını sağlayarak hemoglobine benzer bir işlev görür (Günay, Tamer ve Cicioğlu, 2006).

Normal şartlarda erkeklerde MB seviyesi 16–74 ng/ml, kadınlarda ise 7–64 ng/ml arasında değişir. Egzersiz sonrası kaslarda oluşan mikro yaralanmalar, MB seviyesindeki artışa neden olabilir (Rebalka ve Hawke, 2014; Matsumoto, Koba, Hamada, Tsujimoto ve Mitsuzono, 2009; Jackman ve diğerleri, 2010).

LDH ise, hemen hemen her hücrede bulunan ve şekerin enerjiye dönüştürülmesinde kullanılan bir enzimdir. Sağlıklı erkeklerde LDH seviyesi 125-243 U/L arasındadır. Hücre hasarı veya yıkımı durumunda LDH, hücrelerden sızarak kan dolaşımına karışır ve bu nedenle hücre hasarının bir göstergesi olarak kabul edilir (Rebalka ve Hawke, 2014; Matsumoto ve diğerleri, 2009; Ra ve diğerleri, 2013; Gee ve Deniel, 2016). Yoğun egzersizler sonrasında LDH, dokularda enerji dengesinin korunması için laktat üretir ve kas hücrelerindeki pirüvatın laktata dönüşümünü sağlar, böylece laktatın kas hücresinden kana geçişini kolaylaştırır (Tiidus, 2008). Bu biyomoleküllerin seviyeleri, egzersiz sonrası kas hasarının tespitinde ve egzersizin şiddetinin belirlenmesinde önemli bir yere sahiptir.

### **2.12.1. Kreatin kinaz (CK)**

Enzimler hücrelerin normal işlevlerini görmelerine yardımcı olan proteinlerdir. Kaslar kasıldığında kas ve kalp hücrelerinde bu enerjinin çoğu kullanılmaktadır. Sağlıklı erkek bireylerde CK seviyesi (18 yaş üstü) 48-227 ünite/litre (U/L) dir. Standart olarak CK' de, egzersizden sonraki günlerde, egzersize bağlı oluşan kas hasarı ve yıkımı sonucunda kanda ki yoğunluğu arttığı birçok çalışma tarafından kanıtlanmıştır (Rebalka ve Hawke, 2014; Waldron ve diğerleri, 2017; Shimomura ve diğerleri, 2010; Kephart ve diğerleri, 2016). Bu

artış egzersizden sonraki 24. ve 48. saatlerde belirgin şekilde ortaya çıkmaktadır (Fouré ve Bendahan, 2016; Waldron ve diğerleri, 2017; Howatson ve diğerleri, 2012; Jackman ve diğerleri, 2010; Matsumoto ve diğerleri, 2009; Ra ve diğerleri, 2013).



## BÖLÜM 3: MATERYAL VE METOT

Araştırmanın bu bölümünde araştırma modeline, araştırma grubuna, veri toplama araçlarına, çalışma protokolüne ve veri analizinde kullanılan istatistiksel yöntemlere yer verilmiştir. Araştırma, Helsinki Bildirisine uygun olarak yürütülmüş ve Aksaray Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından 15.09.2022 tarih ve 2022/14-11 sayılı karar ile onaylanmıştır.

### 3.1. Araştırmanın Modeli

Bu araştırma, tek grup ön test-son test deseni kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

### 3.2. Araştırma Grubu

Araştırma grubu sıklet sporlarında yarışan 20-25 yaş aralığında 12 kadın katılımcıdan oluşmuştur. Araştırma örneklem büyüklüğünü belirlemek amacıyla G\*Power (3.1.9.4) analiz programı kullanılmıştır. Test güven aralığı=.95, Alfa değeri = .05, Beta değeri .80 ve etki büyüklüğü =0.25 alınarak yapılan analiz sonucunda araştırmaya katılan katılımcı sayısının en az 10 olması gerektiği belirlenmiş olup, bu araştırmaya katılımcı sayısı 12 olarak kararlaştırılmıştır.

Araştırmaya başlamadan önce katılımcılara; araştırmanın amacı, süresi, araştırmada uygulanacak testler, çalışma esnasında oluşabilecek olası riskler ve çalışmadan elde edilecek yararlar hakkında detaylı bilgi verilmiştir. Çalışmanın kapsamlı detaylarını içeren ve katılımcıların bu çalışmaya gönüllü olarak katılımlarını belirten imzalı form alınmıştır. Katılımcılara ait demografik bilgiler tablo 3.2.1’de sunulmuştur.

**Tablo 3.1.** Katılımcıların Demografik Özellikleri

| Katılımcılar          | Minimum | Maksimum | Ortalama | SS   |
|-----------------------|---------|----------|----------|------|
| Yaş (yıl)             | 20      | 25       | 22.25    | 1.60 |
| Boy (cm)              | 158     | 167      | 162.5    | 3.14 |
| Müsabaka sıkleti (kg) | 52      | 70       | 60.50    | 7.28 |

Tablo 3.1’ de araştırmaya katılanların “Yaş (yıl)”, “Boy (cm)” ve “Müsabaka Sıkleti (kg)” gibi demografik özelliklerine ait ortalama (ort) ve standart sapma (ss) değerleri ve aynı zamanda demografik değişkenlere ait “En Düşük”, “En Yüksek” değerleri detaylı olarak gösterilmektedir.

**Çalışmaya dâhil edilme kriterleri;**

- Sıklet sporlarında en az 5 yıllık sporcu geçmişine sahip olmaları,
- En az ulusal düzeyde yarışıyor olmaları,
- Müsabaka sıkletinden %5 daha fazla vücut ağırlığına sahip olmaları,
- Menstruasyon döneminde olmamaları,
- Araştırma boyunca ilaç, takviye gıda ya da ergojenik madde kullanmamaları ve
- Daha önce hızlı vücut ağırlığı kaybı yöntemlerini uygulamış olmalarıdır.

**Çalışmadan çıkarılma kriterleri;**

- Kendi vücut ağırlığının %5 oranında vücut ağırlığı kaybını gerçekleştirememiş olanlar,
- Araştırma boyunca ilaç, takviye gıda ya da ergojenik madde kullananlar ve
- Menstruasyon dönemleri araştırma süreci içinde gerçekleşen katılımcılar çalışmadan çıkarılmıştır.

**3.3. Çalışma Protokolü**

Literatürde, sporcuların genellikle 5-7 gün içerisinde vücut ağırlıklarının %5’ini kaybettikleri belirtilmiştir (Khodae vd., 2015; Matthews vd., 2019; Barley vd., 2019). Bununla birlikte sporcular vücut ağırlığı kontrolleri yapıldıktan yaklaşık 15 saat sonrasında müsabakaya girmektedir (Brito ve Artioli, 2012). Bu çerçevede katılımcıların müsabaka

öncesi oksidatif stres ve kas hasarı düzeylerini net olarak belirlemek için simüle edilmiş bir müsabaka organize edilmiştir.

Katılımcılardan vücut ağırlığı kaybına başlamadan önce ilk ölçümleri alınmıştır. Daha sonra, katılımcılara, beş gün içerisinde kendi ağırlık kaybı yöntemlerini kullanarak vücut ağırlıklarının en az %5'ini azaltmaları talimatı verilmiştir. Katılımcıların vücut ağırlığı kaybı yöntemlerine ve beslenme alışkanlıklarına herhangi bir müdahalede bulunulmamıştır. Vücut ağırlığı kaybı tamamlandıktan sonra, katılımcılardan ikinci bir ölçüm alınmıştır. İkinci ölçümün ardından, sporcuların 15 saat içinde hızlı vücut ağırlığı almaları istenmiş ve bu hızlı vücut ağırlığı alımı sonrası son ölçümler yapılmıştır. Hızlı vücut ağırlığı alımı için verilen 15 saatlik sürenin amacı, sporcuların müsabakaya katılmadan önceki oksidatif stres ve kas hasarı durumlarını belirlemektir. Katılımcılar hızlı vücut ağırlığı alma sürecinde herhangi bir egzersiz gerçekleştirmemiştir.

Araştırma, katılımcıların vücut ağırlığı kaybı ve kazanım süreçlerini detaylı bir şekilde incelemeyi içermektedir. Bu amaçla çalışmanın sonunda katılımcılarla, araştırmacılar tarafından hazırlanan altı soruluk bir görüşme gerçekleştirilmiş ve sporcuların hangi yöntemleri tercih ettiğini belirlemek için veriler toplanmıştır. Görüşme soruları ve elde edilen veriler Tablo 3.2'de sunulmuştur.

**Tablo 3.2.** Katılımcılarla gerçekleştirilen görüşme soruları ve cevapları

|                                                                                | Evet |       | Hayır |       |
|--------------------------------------------------------------------------------|------|-------|-------|-------|
|                                                                                | f    | %     | f     | %     |
| Yiyecek kısıtlaması yaptınız mı?                                               | 12   | 100.0 | 0     | 0.0   |
| Sıvı kısıtlaması yaptınız mı?                                                  | 12   | 100.0 | 0     | 0.0   |
| Vücut ağırlığı kaybetmek için ekstra antrenman seansları yaptınız mı?          | 12   | 100.0 | 0     | 0.0   |
| Sauna veya terlemeyi artıracak spor kıyafetleri giyerek antrenman yaptınız mı? | 10   | 83.3  | 2     | %16.6 |
| Laksatif veya diüretik kullandınız mı                                          | 0    | 0.0   | 12    | 100.0 |
| Bu yöntemlerin dışında farklı bir yöntem kullandınız mı?                       | 0    | 0.0   | 12    | 100.0 |

Araştırma kapsamında, katılımcıların antropometrik ölçümleri ve kan örnekleri toplamda üç kez ve son öğünden en az 2 saat sonra alınmıştır. Antropometrik ölçümler; vücut kütlesi, vücut yağı, vücut su kütlesi ve yağsız vücut ağırlığını kapsarken, kan örneklerinde Total Antioksidan Seviye (TAS), Total Oksidan Seviye (TOS) ve Kreatin Kinaz (CK) değerleri incelenmiştir. İlk ölçüm saat 18:00'de yapılmış, ardından katılımcılar vücut ağırlığı kaybı sürecine başlamışlardır. Beş günlük vücut ağırlığı kaybı sürecinin sonunda, ikinci ölçümler yine saat 18:00'de alınmıştır. Bu ölçümün ardından başlayan 15 saatlik vücut ağırlığı alma sürecinin bitiminde, saat 09:00'da üçüncü ölçümler gerçekleştirilmiştir. Araştırma tasarımına ilişkin görsel Şekil 3.1'te gösterilmiştir.



**Şekil 3. 1. Araştırma Tasarımı**

Bu çalışmadaki tüm ölçümler, Aksaray Üniversitesi Sağlık, Kültür ve Spor Daire Başkanlığına bağlı Mediko-Sosyal Merkezinde alınmıştır.

### **3.3.1. Antropometrik Ölçümler**

Araştırmada vücut kütlesi (kg) ve vücut yağ kütlesi (kg), yağsız vücut kütlesi (kg) ve vücut su kütlesi (kg) analizleri biyoelektrik impedans analizi yöntemiyle, Tanita BC 418 (Tanita, Japan) kullanılarak belirlenmiştir.



**Şekil 3. 2. Vücut Analiz Cihazı**

Kullanım kılavuzundaki talimatlar takip edilerek yaş, cinsiyet, boy gibi kişisel bilgiler cihaza girilmiştir. Ölçümler için katılımcılardan hafif giysiler giymeleri ve metal nesneleri, ayakkabıları ve çorapları çıkarmaları istenmiştir.

### **3.3.2. Venöz Kan Alımları ve Analizleri**

Numune kan örnekleri Aksaray Üniversitesi Sağlık, Kültür ve Spor Daire Başkanlığına bağlı Mediko-Sosyal biriminde bulunan sağlık çalışanları tarafından sarı kapaklı jelli tüplere (5cc) alınmıştır. Alınan numuneler 20 dk bekletildikten sonra Aksaray Üniversitesi / Bilimsel ve Teknolojik Uygulama ve Araştırma Merkezinde bulunan Hettich marka UNIVERSAL 320 model cihaz ile (4000 RPM de 7 dk) santifirüj edilmiştir.



**Şekil 3. 3. Serum ayırıştırma (santifirüj) işlemi**



Tüplerden pipet aracılığı ile serum numuneleri alınarak, üzerinde sporcuların bilgileri olan eppendorf tüplerine doldurulup -80 derecelik derin dondurucuda tüm kan örneklerinin alımı tamamlanıncaya kadar muhafaza edilmiştir. Son kan numunelerinin de santrifüz işlemleri gerçekleştirilip serum kısmı eppendorf tüplerine doldurularak derin dondurucuda analiz gününe kadar bekletildikten sonra bütün kanların aynı gün içerisinde analiz yapılmıştır.

### ***Total Oksidan Seviye Ölçümü***

Erel tarafından geliştirilen tam otomatik kolorimetrik bir yöntemdir (Erel, 2004).

Reaktif 1: 140 mM NaCl çözeltisi içerisinde 25 mM H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> çözülerek ana solüsyon hazırlanır. Ana solüsyonda önce % 10 oranında gliserol çözülüp daha sonra 250 uM ksilenol orange çözülerek hazırlanır.

Reaktif 2: Ana solüsyon içerisinde önce 10 mM o-dianisidine dihydrochloride çözündürülüp sonra 5 mM Amonyum ferröz sülfat çözülerek hazırlanır. 560 nm’de spektrofotometrik olarak End-Point ölçüm yapılır Örnekte bulunan oksidanlar ferröz iyon-odianisidine kompleksini ferrik iyona oksitlerler. Ortamda bulunan gliserol bu reaksiyonu hızlandırarak yaklaşık üç katına çıkarmaktadır. Ferrik iyonlar asidik ortamda ksilenol orange ile renkli bir kompleks oluştururlar. Örnekte bulunan oksidanların miktarıyla ilişkili olan renk şiddeti spektrofotometrik olarak ölçülmektedir. Standart olarak H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> kullanılır. Sonuçlar µmol H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> equivalent/L olarak ifade edilir (Kılıç vd. 2015).

### ***Total Antioksidan Seviye (TAS) Ölçümü***

Serbest radikallere karşı vücudun total antioksidan kapasitesini ölçen ve otomatize edilen yöntem Erel tarafından geliştirilmiştir (Erel, 2004).

Reaktif 1: 75 mM Clark tamponu (pH:1,8) içerisinde 10 mM o-dianisidine dihydrochloride ve 45 uM Amonyum ferröz sülfat çözülerek hazırlanır.

Reaktif 2: Clark tamponu (pH:1,8) içerisinde 7,5 mM Hidrojen peroksit (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) çözündürülerek hazırlanır. 240 nm’de spektrofotometrik olarak End-Point ölçüm yapılır. Fe<sup>2+</sup> –o-dianisidin kompleksi hidrojen peroksid ile Fenton tipi reaksiyon oluşturarak OH radikalini oluşturur. Bu güçlü reaktif oksijen türü indirgen düşük pH’da renksiz odianisidine molekülü ile reaksiyona girerek sarı-kahverengi dianisidyl radikallerini oluştururlar. Dianisidyl radikalleri ileri oksidasyon reaksiyonlarına katılarak renk oluşumu artırmaktadır. Ancak örneklerdeki antioksidanlar bu oksidasyon reaksiyonlarını bastırarak renk oluşumunu durdurmaktadırlar. Bu reaksiyon otomatik analizörde 240 nm’de spektrofotometrik olarak

ölçülerek sonuç verilmektedir. Kalibratör olarak E vitamininin suda çözünür bir analogu olan Trolox kullanılır. Sonuçlar mmol Trolox Equivalent/L olarak ifade edilir (Kılıç vd., 2015).

### ***Oksidatif Stres indeksi***

Oksidatif stres indeksi, OSİ = [(TOS, µmol/l) / (TAS, mmol Trolox equivalent/ l) X 100] formülü ile hesaplanmıştır (Erel, 2005).

### **3.4. İstatistiksel Analiz**

Araştırmada elde edilen veriler SPSS (Statistical Package for Social Sciences) for Windows 25.0 programı kullanılarak analiz edilmiştir. Verileri değerlendirilirken tanımlayıcı istatistiksel metotlar (sayı, yüzde (%), ortalama( $\bar{x}$ ) standart sapma (SS), minimum (min.), maximum (max)) kullanılmıştır.

Verilerin normal dağılıma uygunluğunu belirlemek amacıyla Shapiro-Wilk testi kullanılmıştır. Yapılan incelemede verilerin normal dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Bu sebeple ölçümler için parametrik testler yararlanılmıştır. Verilerin karşılaştırılmasında tekrarlı ölçümlerde tek faktörlü varyans analizi (ANOVA) kullanılmış ve veriler arasındaki farklılığın kaynağı Bonferroni ile test edilmiştir. Veriler arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla pearson korelasyon kat sayısı analizi tekniği kullanılmış olup, birbiri üzerinde nasıl bir yordayıcı olduğunu tespit etmek amacıyla regresyon tekniğinden yararlanılmıştır. Tüm veriler için anlamlılık düzeyi  $p < 0.05$  olarak kabul edilmiştir.

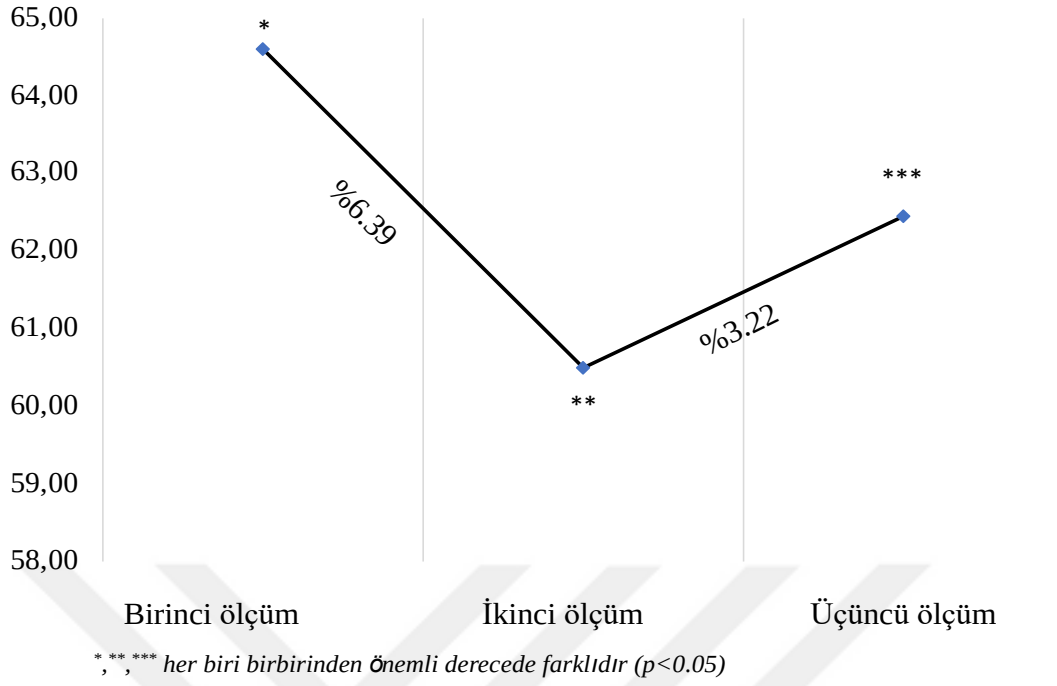
## BÖLÜM 4: BULGULAR

Bu bölümde araştırmada yer alan katılımcıların demografik özellikleri, oksidatif stres ve kas hasarı parametrelerine ilişkin değerlendirmeler ve istatistiksel analizler tablo ve grafik olarak sunulmuştur.

**Tablo 3.1.** Katılımcıların Vücut Ağırlığı Verilerine İlişkin Analizler

|                           | Zaman   | Min.  | Max.  | Ort. $\pm$ ss    | F       | p            | Bonferroni                     |
|---------------------------|---------|-------|-------|------------------|---------|--------------|--------------------------------|
| Vücut<br>ağırlığı<br>(kg) | 1.ölçüm | 55.00 | 76.00 | 64.63 $\pm$ 7.43 | 229,183 | <b>0.000</b> | <b>2 ve 3&lt;1;<br/>2&lt;3</b> |
|                           | 2.ölçüm | 52.00 | 70.00 | 60.50 $\pm$ 7.03 |         |              |                                |
|                           | 3.ölçüm | 53.10 | 73.00 | 62.45 $\pm$ 7.31 |         |              |                                |

Katılımcıların vücut ağırlıkları 1. ölçümde 55-76 kg arasında ortalama 64.63 $\pm$ 7.43 kg, 2. Ölçümde 52-70 kg arasında ortalama 60.50 $\pm$ 7.03 kg, 3. ölçümde 53-73 kg ortalama 62.45 $\pm$ 7.31 kg olarak belirlenmiştir. Katılımcıların vücut ağırlığı değerlerinin incelenmesi sonucunda, istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Farklılığın kaynağı incelendiğinde; 1.ölçüm vücut ağırlığı değerlerinin 2.ölçüm ve 3.ölçüme göre anlamlı, 3.ölçüm vücut ağırlığı değerlerinin de 2. ölçüme göre anlamlı olduğu görülmüştür ( $p<0.05$ ).



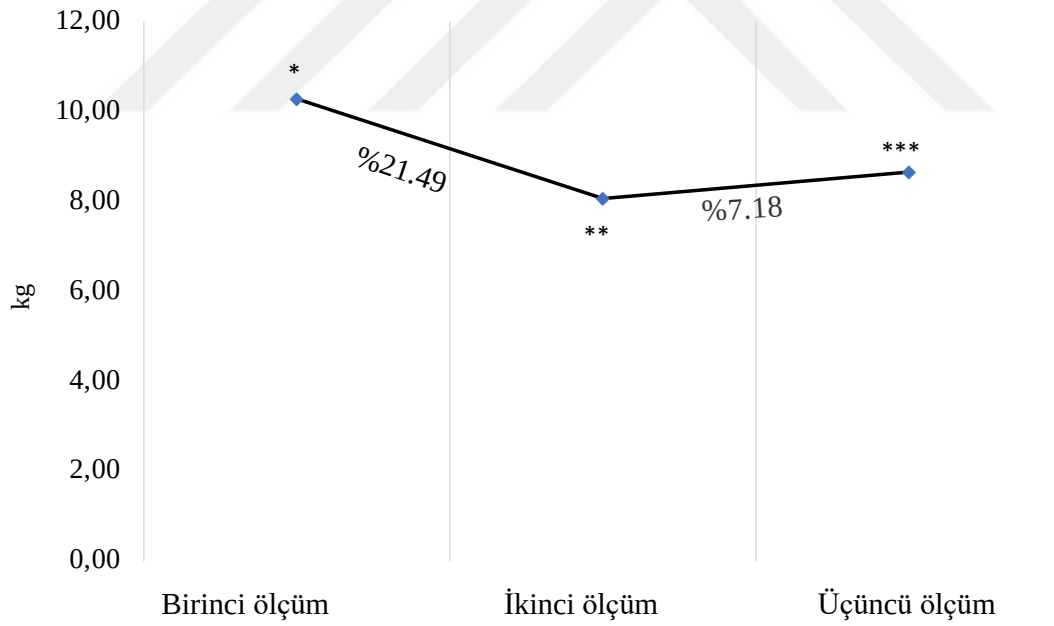
**Şekil 4. 1.** Vücut ağırlığında meydana gelen yüzdelik değişimler

Katılımcıların vücut ağırlığı değerleri hızlı vücut ağırlığı kaybı sonrası, hızlı vücut ağırlığı kaybı öncesine göre %6.39 oranında düşüş göstermiştir. Hızlı vücut ağırlığı alımı sonrasında ise %3.22 oranında vücut ağırlığı kazanımı gerçekleşmiştir. Bu yüzdelik değişimler birbirleriyle kıyaslandığında, tüm ölçümler arasında anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p < 0.05$ ).

**Tablo 4.2.** Katılımcıların Vücut Yağ Kütlesi Verilerine İlişkin Analizler

|           | Zaman   | Min. | Max.  | Ort. $\pm$ ss    | F       | p            | Bonferroni |
|-----------|---------|------|-------|------------------|---------|--------------|------------|
| Vücut yağ | 1.ölçüm | 7.15 | 14.80 | 10.28 $\pm$ 2.68 |         |              |            |
| kütlesi   | 2.ölçüm | 5.20 | 11.90 | 8.07 $\pm$ 2.36  | 143,852 | <b>0.001</b> | 2 ve 3<1;  |
| (kg)      | 3.ölçüm | 5.90 | 12.75 | 8.65 $\pm$ 2.45  |         |              | 2<3        |

Katılımcıların vücut yağ kütleleri 1. ölçümde 7.15-14.80 kg arasında ortalama 10.28 $\pm$ 2.68 kg, 2. Ölçümde 5.20-11.90 kg arasında ortalama 8.07 $\pm$ 2.36 kg, 3. ölçümde 5.90-12.75 kg ortalama 8.65 $\pm$ 2.45 kg olarak belirlenmiştir. Katılımcıların vücut yağ kütle değerlerinin incelenmesi sonucunda, istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Farklılığın kaynağı incelendiğinde; 1.ölçüm vücut yağ kütlesi değerlerinin 2.ölçüm ve 3.ölçümüne göre anlamlı, 3.ölçüm vücut yağ kütlelerinin 2.ölçümüne göre anlamlı olduğu görülmüştür ( $p<0.05$ ).



\*, \*\*, \*\*\* her biri birbirinden önemli derecede farklıdır ( $p<0.05$ )

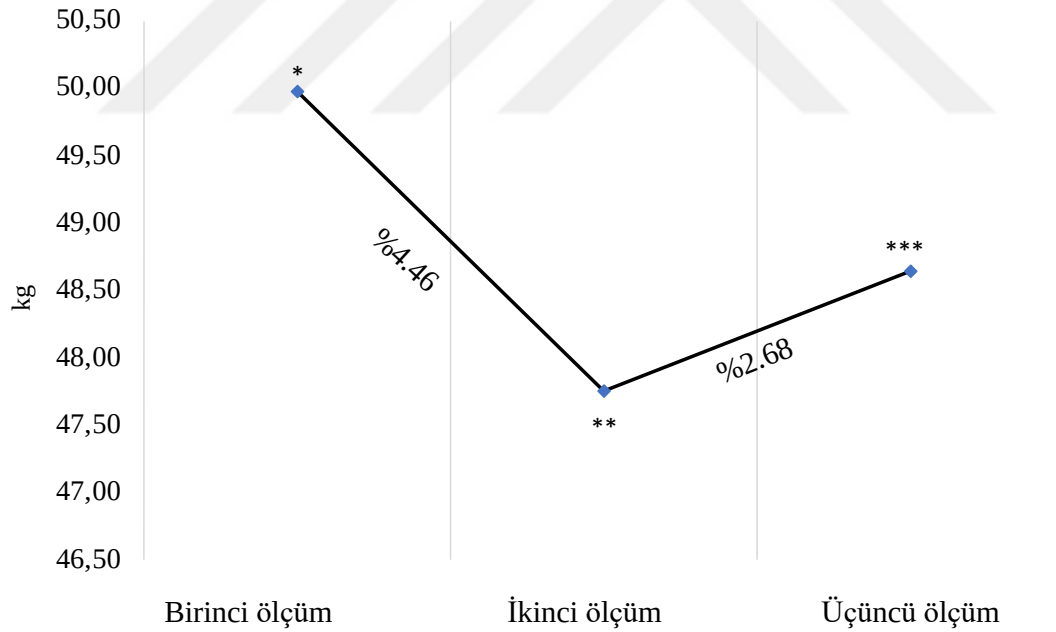
**Şekil 4. 2.** Vücut Yağ Kütlesinde Meydana Gelen Yüzdelik Değişimler

Katılımcıların vücut yağ kütlesi değerleri hızlı vücut ağırlığı kaybı sonrası, hızlı vücut ağırlığı kaybı öncesine göre %21.49 oranında düşüş göstermiştir. Hızlı vücut ağırlığı alımı sonrasında ise %7.18 oranında geri kazanım gerçekleşmiştir. Bu yüzdelik değişimler birbirleriyle kıyaslandığında, tüm ölçümler arasında anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

**Tablo 4.3.** Katılımcıların Yağsız Vücut Kütlesi Verilerine İlişkin Analizler

|              | Zaman   | Min.  | Max.  | Ort. ± ss  | F      | p            | Bonferroni |
|--------------|---------|-------|-------|------------|--------|--------------|------------|
| Yağsız Vücut | 1.ölçüm | 42.80 | 56.60 | 49.98±5.29 |        |              |            |
| Kütlesi      | 2.ölçüm | 41.30 | 54.50 | 47.75±5.09 | 96,623 | <b>0.001</b> | 2 ve 3<1;  |
| (kg)         | 3.ölçüm | 41.60 | 54.90 | 48.64±5.07 |        |              | 2<3        |

Katılımcıların yağsız vücut kütleleri 1. ölçümde 42.80-56.60 kg arasında ortalama 49.98±5.29 kg, 2. Ölçümde 41.30-54.50 kg arasında ortalama 47.75±5.09 kg, 3. ölçümde 41.60-54.90 kg ortalama 48.64±5.07 kg olarak belirlenmiştir. Katılımcıların yağsız vücut kütle değerlerinin incelenmesi sonucunda, istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Farklılığın kaynağı incelendiğinde; 1.ölçüm yağsız vücut kütle değerlerinin 2.ölçüm ve 3.ölçüme göre anlamlı, 3.ölçüm değerlerinin de 2.ölçüme göre anlamlı olduğu görülmüştür ( $p<0.05$ ).



\*, \*\*, \*\*\* her biri birbirinden önemli derecede farklıdır ( $p<0.05$ )

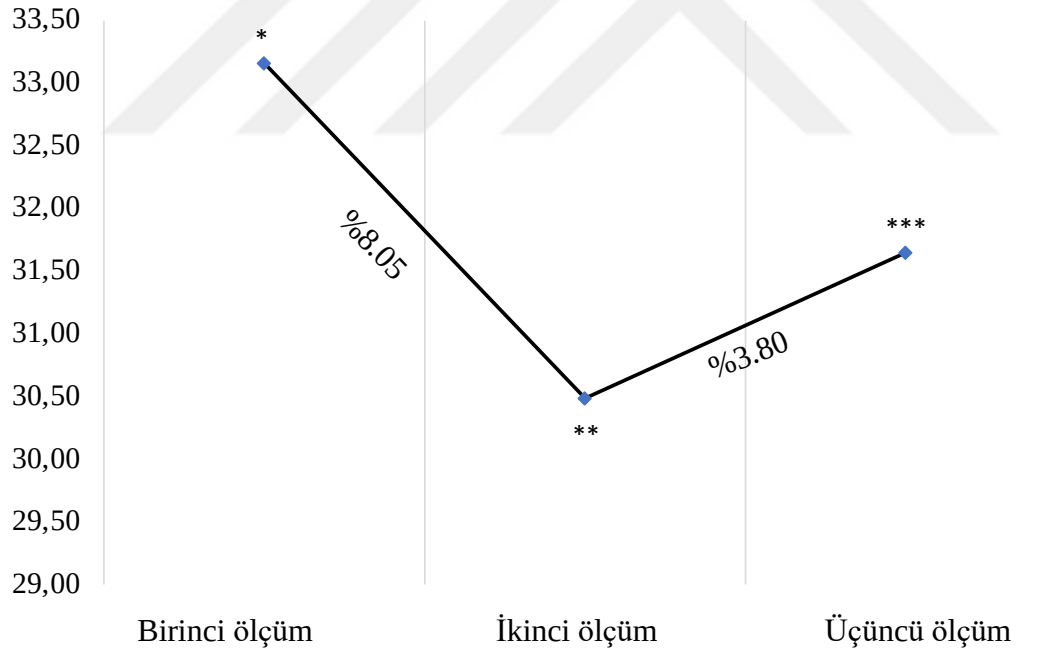
**Şekil 4. 3.** Yağsız Vücut Kütlesinde Meydana Gelen Yüzdelik Değişimler

Katılımcıların yağsız vücut kütlesi değerleri hızlı vücut ağırlığı kaybı sonrası, hızlı vücut ağırlığı kaybı öncesine göre %4.46 oranında düşüş göstermiştir. Hızlı vücut ağırlığı alımı sonrasında ise %2.68 oranında geri kazanım gerçekleşmiştir. Bu yüzdelik değişimler birbirleriyle kıyaslandığında, tüm ölçümler arasında anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

**Tablo 4.4.** Katılımcıların Toplam Vücut Su Kütlesi Verilerine İlişkin Analizler

|          | Zaman   | Min.  | Max.  | Ort. $\pm$ ss    | F      | p            | Bonferroni |
|----------|---------|-------|-------|------------------|--------|--------------|------------|
| Toplam   | 1.ölçüm | 26.40 | 39.90 | 33.16 $\pm$ 5.16 |        |              |            |
| Vücut Su | 2.ölçüm | 23.80 | 36.80 | 30.49 $\pm$ 4.98 | 87,182 | <b>0.001</b> | 2 ve 3<1;  |
| Kütlesi  | 3.ölçüm | 25.60 | 37.60 | 31.65 $\pm$ 4.75 |        |              | 2<3        |
| (kg)     |         |       |       |                  |        |              |            |

Katılımcıların toplam vücut su kütleleri 1. ölçümde 26.40-39.90 kg arasında ortalama 33.16 $\pm$ 5.16 kg, 2. Ölçümde 23.80-36.80 kg arasında ortalama 30.49 $\pm$ 4.98 kg, 3. ölçümde 25.60-37.60 kg ortalama 31.65 $\pm$ 4.75 kg olarak belirlenmiştir. Katılımcıların toplam vücut su kütlesi değerlerinin incelenmesi sonucunda, istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Farklılığın kaynağı incelendiğinde; 1.ölçüm vücut su kütlesi değerlerinin 2.ölçüm ve 3.ölçüme göre anlamlı, 3.ölçüm değerlerinin de 2.ölçüme göre anlamlı olduğu görülmüştür ( $p<0.05$ ).



\*, \*\*, \*\*\* her biri birbirinden önemli derecede farklıdır ( $p<0.05$ )

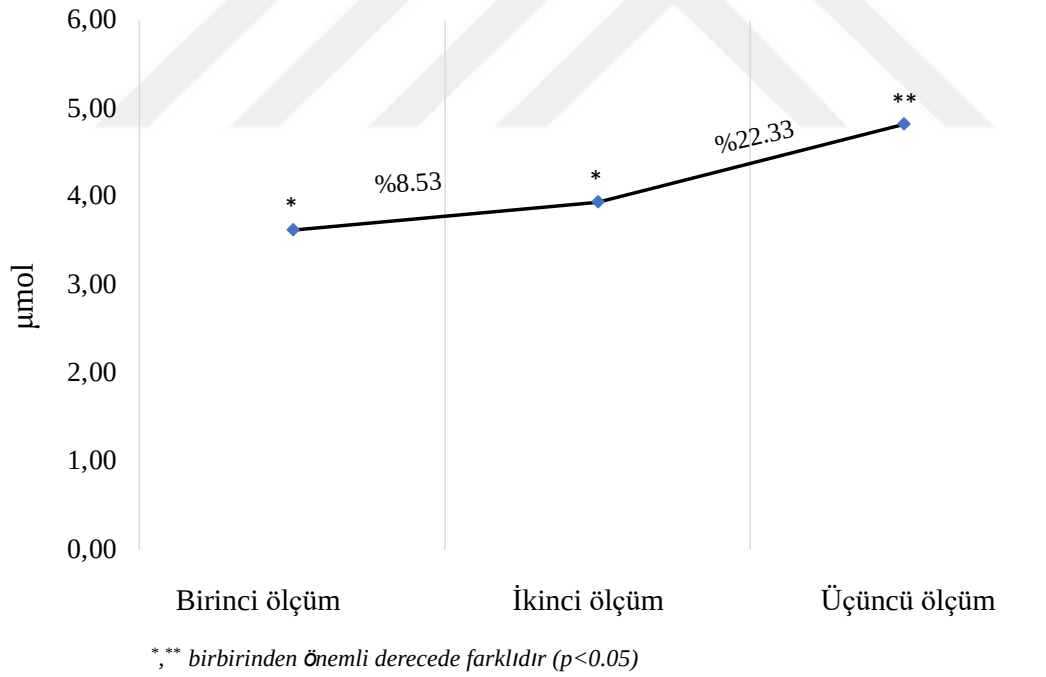
**Şekil 4. 4.** Toplam Vücut Suyu Kütlesinde Meydana Gelen Yüzdelik Değişimler

Katılımcıların toplam vücut suyu kütlesi değerleri hızlı vücut ağırlığı kaybı sonrası, hızlı vücut ağırlığı kaybı öncesine göre %8.05 oranında düşüş göstermiştir. Hızlı vücut ağırlığı alımı sonrasında ise %3.80 oranında geri kazanım gerçekleşmiştir. Bu yüzdelik değişimler birbirleriyle kıyaslandığında, tüm ölçümler arasında anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

**Tablo 4.5.** Katılımcıların Total Oksidan Seviye (TOS) Verilerine İlişkin Analizler

|                              | Zaman   | Min  | Max  | Ort. $\pm$ ss   | F     | p            | Bonferroni      | $\eta^2$ |
|------------------------------|---------|------|------|-----------------|-------|--------------|-----------------|----------|
| TOS<br>( $\mu\text{mol/L}$ ) | 1.ölçüm | 2.36 | 4.60 | 3.63 $\pm$ 0.73 |       |              |                 |          |
|                              | 2.ölçüm | 2.50 | 4.46 | 3.94 $\pm$ 0.63 | 8,949 | <b>0.002</b> | <b>1,2&lt;3</b> | 0,449    |
|                              | 3.ölçüm | 3.15 | 6.95 | 4.82 $\pm$ 1.25 |       |              |                 |          |

Katılımcıların TOS değerleri 1. ölçümde 2.36-4.60  $\mu\text{mol}$  arasında ortalama 3.63 $\pm$ 0.73  $\mu\text{mol}$ , 2. Ölçümde 2.50-4.46  $\mu\text{mol}$  arasında ortalama 3.94 $\pm$ 0.63  $\mu\text{mol}$ , 3. ölçümde 3.15-6.95  $\mu\text{mol}$  ortalama 4.82 $\pm$ 1.25  $\mu\text{mol}$  olarak belirlenmiştir. TOS değerleri incelendiğinde; ölçümler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Farklılığın kaynağı incelendiğinde; 3.ölçüm TOS değerlerinin 1. ölçüm ve 2. ölçüme göre anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Hızlı vücut ağırlığı değişimlerinin TOS üzerindeki etkisinin çok büyük (0,449) olduğu belirlenmiştir.

**Şekil 4. 5.** Total Oksidan Seviyede Meydana Gelen Yüzdelik Değişimler

Katılımcıların total oksidan seviyelerindeki değerler incelediğinde hızlı vücut ağırlığı kaybı sonrası, hızlı vücut ağırlığı kaybı öncesine göre %8.53 oranında yükseliş görülmüştür. Ancak bu yükseliş istatistiksel olarak anlamlı değildir ( $p>0.05$ ). Hızlı vücut ağırlığı alımı sonrasında ise %22.33 oranında artış gerçekleşmiştir. Hızlı vücut ağırlığı alımı sonrasında

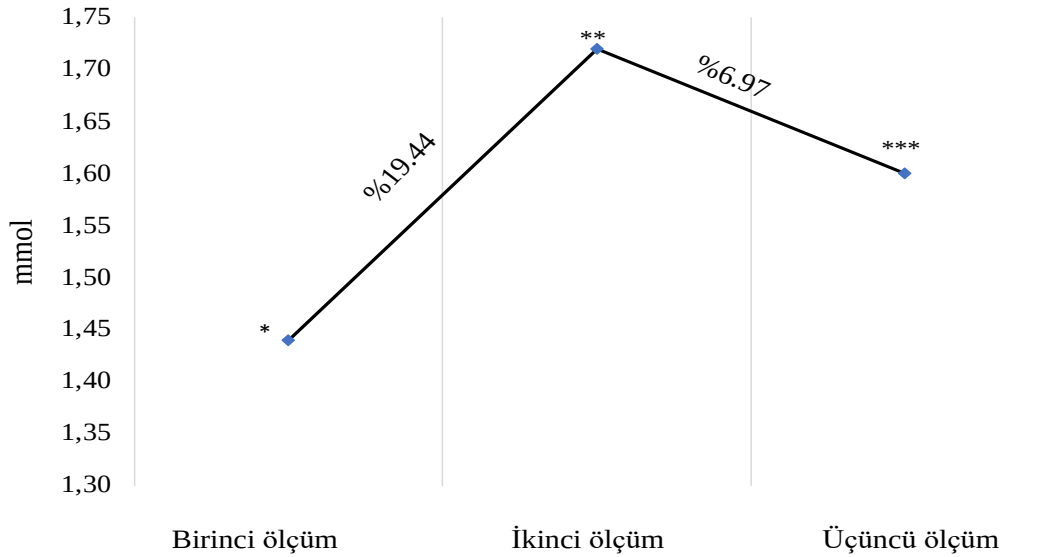


meydana gelen bu artışın, hızlı vücut ağırlığı kaybı öncesine ve hızlı vücut ağırlığı kaybı sonrasında göre istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ).

**Tablo 4.6.** Katılımcıların Total Antioksidan Seviye (TAS) Verilerine İlişkin Analizler

|                 | Zaman   | Min  | Max  | Ort. $\pm$ ss   | F      | p            | Bonferroni                     | $\eta^2$ |
|-----------------|---------|------|------|-----------------|--------|--------------|--------------------------------|----------|
| TAS<br>(mmol/L) | 1.ölçüm | 1.31 | 1.60 | 1.44 $\pm$ 0.09 |        |              |                                |          |
|                 | 2.ölçüm | 1.41 | 2.00 | 1.72 $\pm$ 0.18 | 39,161 | <b>0.000</b> | <b>2 ve 3&lt;1;<br/>2&lt;3</b> | 0,781    |
|                 | 3.ölçüm | 1.40 | 1.80 | 1.60 $\pm$ 0.12 |        |              |                                |          |

Katılımcıların TAS değerleri 1. ölçümde 1.31-1.60 mmol arasında ortalama 1.44 $\pm$ 0.09 mmol, 2. Ölçümde 1.41-2.00 mmol arasında ortalama 1.72 $\pm$ 0.18 mmol, 3. ölçümde 1.40-1.80 mmol ortalama 1.60 $\pm$ 0.12 mmol olarak belirlenmiştir. Katılımcıların TAS değerlerinin incelenmesi sonucunda, istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Farklılığın kaynağı incelendiğinde; 1.ölçüm TAS değerlerinin 2.ölçüm ve 3.ölçümüne göre anlamlı, 3.ölçüm değerlerinin de 2.ölçümüne göre anlamlı olduğu görülmüştür ( $p<0.05$ ). Hızlı vücut ağırlığı değişimlerinin TAS üzerindeki etkisinin çok büyük (0,781) olduğu belirlenmiştir.



\*, \*\*, \*\*\* her biri birbirinden önemli derecede farklıdır ( $p<0.05$ )

**Şekil 4. 6.** Total Antioksidan Seviyede Meydana Gelen Yüzdelik Değişimler

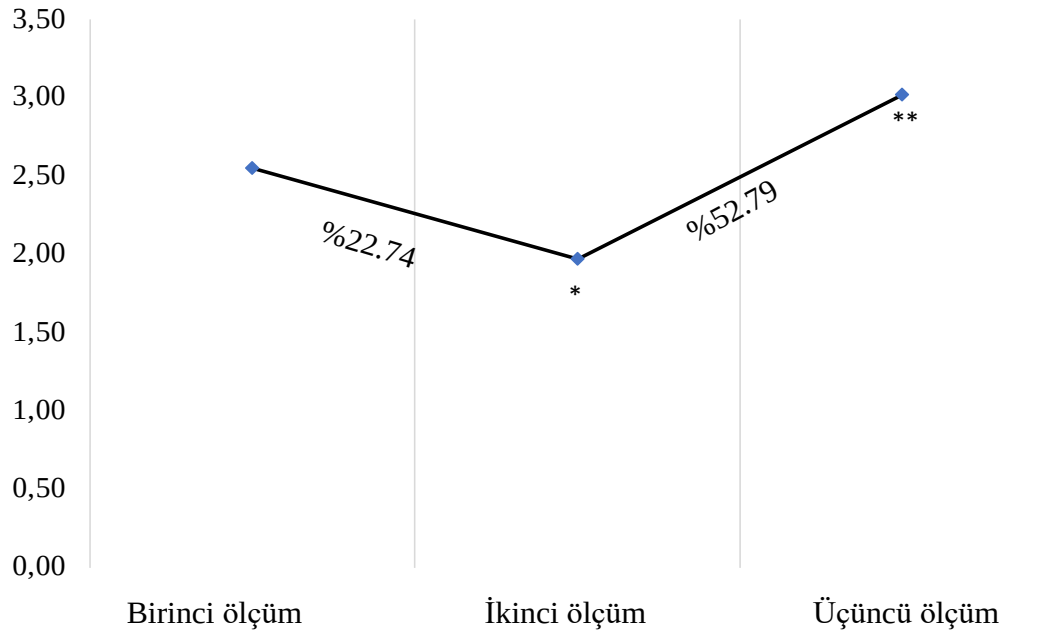
Katılımcıların total antioksidan seviye değerleri incelendiğinde hızlı vücut ağırlığı kaybı sonrası, hızlı vücut ağırlığı kaybı öncesine göre %19.44 oranında yükseliş görülmüştür. Hızlı

vücut ağırlığı alımı sonrasında ise %6.97 oranında düşüş gerçekleşmiştir. Bu yüzdelerik değişimler birbirleriyle kıyaslandığında, tüm ölçümler arasında anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

**Tablo 4.7.** Katılımcıların Oksidatif Stres İndeksi (OSİ) Verilerine İlişkin Analizler

|     | Zaman   | Min  | Max  | Ort. $\pm$ ss   | F     | p            | Bonferroni    | $\eta^2$ |
|-----|---------|------|------|-----------------|-------|--------------|---------------|----------|
|     | 1.ölçüm | 1.51 | 3.17 | 2.55 $\pm$ 0.55 |       |              |               |          |
| OSİ | 2.ölçüm | 1.47 | 2.71 | 1.97 $\pm$ 0.38 | 8,196 | <b>0.004</b> | <b>2&lt;3</b> | 0,427    |
|     | 3.ölçüm | 1.90 | 4.54 | 3.02 $\pm$ 0.85 |       |              |               |          |

Katılımcıların OSİ değerleri 1. ölçümde 1.51-3.17 mmol arasında ortalama 2.55 $\pm$ 0.55, 2. Ölçümde 1.47-2.71 arasında ortalama 1.97 $\pm$ 0.38 ve 3. ölçümde 1.90-4.54 arasında ortalama 3.02 $\pm$ 0.85 olarak belirlenmiştir. Katılımcıların OSİ değerlerinin incelenmesi sonucunda, istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Farklılığın kaynağı incelendiğinde; 3.ölçüm OSİ değerlerinin 2.ölçüme göre anlamlı olduğu görülmüştür ( $p<0.05$ ). Hızlı vücut ağırlığı değişimlerinin OSİ üzerindeki etkisinin çok büyük (0,427) olduğu belirlenmiştir.



\*, \*\* birbirinden önemli derecede farklıdır ( $p<0.05$ )

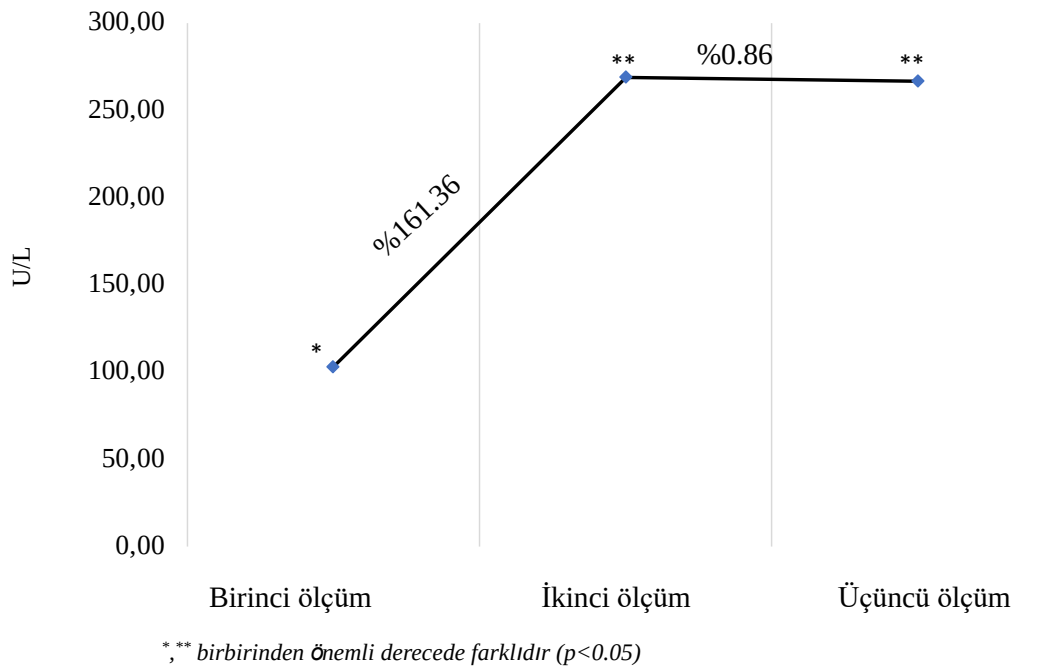
**Şekil 4. 7.** Oksidatif Stres İndeksinde Meydana Gelen Yüzdelerik Değişimler

Katılımcıların oksidatif stres indeksine ait değerler incelendiğinde hızlı vücut ağırlığı kaybı sonrası, hızlı vücut ağırlığı kaybı öncesine göre %22.74 oranında düşüş görülmüştür. Ancak istatistiksel olarak anlamlı değildir ( $p>0.05$ ). Hızlı vücut ağırlığı alımı sonrasında ise %52.79 oranında yükseliş gerçekleşmiştir. Bu yüzdelik değişimler birbirleriyle kıyaslandığında, hızlı vücut ağırlığı alımı sonrasındaki oksidatif stres indeksi ile hızlı vücut ağırlığı kaybı sonrası oksidatif stres indeksi arasında anlamlı farklılık bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

**Tablo 4.8.** Katılımcıların Kreatin Kinaz (CK) Değerlerinin Karşılaştırılması

|             | Zaman   | Min    | Max    | Ort. $\pm$ ss       | F      | p            | Bonferroni      | $\eta^2$ |
|-------------|---------|--------|--------|---------------------|--------|--------------|-----------------|----------|
| CK<br>(U/L) | 1.ölçüm | 62.00  | 176.00 | 102.92 $\pm$ 32.57  |        |              |                 |          |
|             | 2.ölçüm | 104.00 | 487.00 | 269.00 $\pm$ 138.98 | 13,291 | <b>0.000</b> | <b>1&lt;2,3</b> | 0,547    |
|             | 3.ölçüm | 106.00 | 604.00 | 266.67 $\pm$ 167.85 |        |              |                 |          |

Katılımcıların CK değerleri 1. ölçümde 62.00-176.00 U arasında ortalama 102.92 $\pm$ 32.57 U/L, 2. Ölçümde 104.00-487.00 U/L arasında ortalama 269.00 $\pm$ 138.98 U/L ve 3. ölçümde 106.00-604.00 U/L arasında ortalama 266.67 $\pm$ 167.85 U/L olarak belirlenmiştir. Katılımcıların CK değerlerinin incelenmesi sonucunda, istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Farklılığın kaynağı incelendiğinde; 1.ölçüm CK değerlerinin 2.ölçüm ve 3. ölçüme göre anlamlı olduğu görülmüştür ( $p<0.05$ ). Hızlı vücut ağırlığı değişimlerinin OSİ üzerindeki etkisinin çok büyük (0,547) olduğu belirlenmiştir.



**Şekil 4. 8.** Kreatin Kinaz Değerlerinde Meydana Gelen Yüzdelik Değişimler

Katılımcıların hızlı vücut ağırlığı kaybı sonrası kreatin kinaz değerleri hızlı vücut ağırlığı kaybı öncesine göre %161.36 oranında yükselmiştir. Hızlı vücut ağırlığı alımı sonrasında ise %0.86 oranında düşüş gerçekleşmiştir. Bu yüzdelik değişimler birbirleriyle kıyaslandığında ve hızlı vücut ağırlığı kaybı sonrasındaki kreatin kinaz değeri, hızlı vücut ağırlığı kaybı öncesine göre anlamlı derecede farklıdır ( $p<0.05$ ). Hızlı vücut ağırlığı kaybı ve hızlı vücut ağırlığı alımı sonrasındaki kreatin kinaz değerleri arasında ise anlamlı bir farklılık tespit edilememiştir ( $p>0.05$ ).

**Tablo 4.9.** Katılımcıların Birinci Ölçümlerinde Kaydedilen Vücut Analizleri ile Oksidatif Stres ve Kas Hasarı Düzeyleri Arasındaki İlişki Tablosu

|                                     |   | TAS  | TOS    | OSİ    | CK    |
|-------------------------------------|---|------|--------|--------|-------|
| <b>Vücut Ağırlığı (kg)</b>          | r | .096 | -.650* | -.649* | -.358 |
|                                     | p | .767 | .022   | .022   | .254  |
| <b>Vücut Yağ kütlesi (kg)</b>       | r | .032 | -.460  | -.444  | -.453 |
|                                     | p | .921 | .132   | .148   | .140  |
| <b>Yağsız Vücut Kütlesi (kg)</b>    | r | .117 | -.701* | -.708* | -.299 |
|                                     | p | .716 | .011   | .010   | .344  |
| <b>Toplam Vücut Su Kütlesi (kg)</b> | r | .119 | -.687* | -.701* | -.270 |
|                                     | p | .712 | .014   | .011   | .395  |

\* $p<0,05$

Katılımcıların 1. Ölçümde kaydedilen oksidatif stres ve kas hasarı değerlerinin vücut ağırlığı ile ilişkisi incelendiğinde; vücut ağırlığı ile TOS ( $r = -.650$ ;  $p<0.05$ ) ve OSİ ( $r = -.649$ ;  $p<0.05$ ) değerleri arasında negatif yönde ve istatistiksel açıdan anlamlı bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Vücut ağırlığı ile TAS ve CK değerleri arasında ise istatistiksel olarak herhangi bir ilişkinin olmadığı görülmüştür ( $p>0.05$ ). Katılımcıların oksidatif stres ve kas hasarı değerlerinin vücut yağ kütlesi ile ilişkisi incelendiğinde, istatistiksel olarak herhangi bir ilişkinin olmadığı görülmüştür ( $p>0.05$ ). Katılımcıların oksidatif stres ve kas hasarı değerlerinin yağsız vücut kütlesi ile ilişkisi incelendiğinde; TOS ( $r = -.701$ ;  $p<0.05$ ) ve OSİ ( $r = -.708$ ;  $p<0.05$ ) değerleri arasında negatif yönde ve istatistiksel açıdan anlamlı bir ilişki olduğu belirlenmiştir. TAS ve CK değerlerinde ise istatistiksel olarak herhangi bir ilişkinin olmadığı görülmüştür ( $p>0.05$ ). Katılımcıların oksidatif stres ve kas hasarı değerlerinin toplam vücut su kütlesi ile ilişkisi incelendiğinde; TOS ( $r = -.687$ ;  $p<0.05$ ) ve OSİ ( $r = -.701$ ;  $p<0.05$ ) değerleri arasında negatif yönde ve istatistiksel açıdan anlamlı bir ilişki olduğu

belirlenmiştir. TAS ve CK değerlerinde ise istatistiksel olarak herhangi bir ilişkinin olmadığı görülmüştür ( $p>0.05$ ).

**Tablo 4.9.** Katılımcıların İkinci Ölçümlerinde Kaydedilen Vücut Analizleri ile Oksidatif Stres ve Kas Hasarı Düzeyleri Arasındaki İlişki Tablosu

|                                     |   | TAS   | TOS   | OSİ   | CK    |
|-------------------------------------|---|-------|-------|-------|-------|
| <b>Vücut Ağırlığı (kg)</b>          | r | -.175 | -.083 | -.062 | -.039 |
|                                     | p | .586  | .798  | .849  | .904  |
| <b>Vücut Yağ kütlesi (kg)</b>       | r | -.179 | -.029 | -.020 | -.075 |
|                                     | p | .578  | .929  | .950  | .816  |
| <b>Yağsız Vücut Kütlesi (kg)</b>    | r | -.179 | -.099 | -.070 | -.012 |
|                                     | p | .578  | .759  | .828  | .970  |
| <b>Toplam Vücut Su Kütlesi (kg)</b> | r | -.146 | -.052 | -.042 | .027  |
|                                     | p | .650  | .874  | .898  | .933  |

\* $p<0,05$

Katılımcıların 2. Ölçümlerinde kaydedilen oksidatif stres ve kas hasarı değerlerinin vücut ağırlığı, vücut yağ kütlesi, yağsız vücut kütlesi, toplam vücut su kütlesi ile ilişkisi incelendiğinde istatistiksel olarak herhangi bir ilişkinin olmadığı görülmüştür ( $p>0.05$ ).

**Tablo 4.10.** Katılımcıların Üçüncü Ölçümlerinde Kaydedilen Vücut Analizleri ile Oksidatif Stres ve Kas Hasarı Düzeyleri Arasındaki İlişki Tablosu

|                                     |   | TAS   | TOS  | OSİ  | CK    |
|-------------------------------------|---|-------|------|------|-------|
| <b>Vücut Ağırlığı (kg)</b>          | r | -.072 | .038 | .056 | -.079 |
|                                     | p | .824  | .907 | .863 | .808  |
| <b>Vücut Yağ kütlesi (kg)</b>       | r | -.126 | .067 | .095 | -.188 |
|                                     | p | .697  | .836 | .770 | .558  |
| <b>Yağsız Vücut Kütlesi (kg)</b>    | r | -.047 | .067 | .034 | -.012 |
|                                     | p | .885  | .836 | .918 | .971  |
| <b>Toplam Vücut Su Kütlesi (kg)</b> | r | -.082 | .006 | .043 | -.037 |
|                                     | p | .800  | .986 | .893 | .908  |

\* $p<0.05$

Katılımcıların 3. Ölçümlerinde kaydedilen oksidatif stres ve kas hasarı değerlerinin vücut ağırlığı, vücut yağ kütlesi, yağsız vücut kütlesi, toplam vücut su kütlesi ile ilişkisi incelendiğinde istatistiksel olarak herhangi bir ilişkinin olmadığı görülmüştür ( $p>0.05$ ).

**Tablo 4.11.** Katılımcıların Birinci Ölçümde Kaydedilen Oksidatif Stres Belirteçleri ile Kas Hasarı Düzeyleri Arasındaki İlişki Tablosu

| Değişkenler | CK    |       |
|-------------|-------|-------|
|             | r     | p     |
| OSİ         | 0.085 | 0.794 |
| TAS         | 0.531 | 0.076 |
| TOS         | 0.276 | 0.385 |

\* $p<0.05$

Katılımcıların tablo 1.ölçüm oksidatif stres belirteçleri ile kas hasarı düzeyleri arasındaki korelasyon analizi sonuçlarına göre, oksidatif stres ile kas hasarı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki görülmemiştir ( $p>0.05$ ).

**Tablo 4.12.** Katılımcıların İkinci Ölçümde Kaydedilen Oksidatif Stres Belirteçleri ile Kas Hasarı Düzeyleri Arasındaki İlişki Tablosu

| Değişkenler | CK     |       |
|-------------|--------|-------|
|             | r      | p     |
| OSİ         | -0.189 | 0.557 |
| TOS         | 0.674* | 0.016 |
| TAS         | 0.158  | 0.625 |

\* $p<0.05$

Katılımcıların 2.ölçüm oksidatif stres belirteçleri ile kas hasarı düzeyleri arasındaki korelasyon analizi sonuçlarına göre, TOS ile CK arasında istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönlü ( $r=0.674$ ,  $p<0.05$ ) bir ilişki tespit edilmiştir.

**Tablo 4.13.** Katılımcıların Üçüncü Ölçümde Kaydedilen Oksidatif Stres Belirteçleri ile Kas Hasarı Düzeyleri Arasındaki İlişki Tablosu

| Değişkenler | CK     |       |
|-------------|--------|-------|
|             | r      | p     |
| OSİ         | -0.150 | 0.642 |
| TOS         | 0.875* | 0.000 |
| TAS         | 0.078  | 0.810 |

\*p<0.05

Katılımcıların 3.ölçüm oksidatif stres belirteçleri ile kas hasarı düzeyleri arasındaki korelasyon analizi sonuçlarına göre, TOS ile CK arasında istatistiksel olarak anlamlı ve pozitif yönlü ( $r=0.875$ ,  $p<0.05$ ) bir ilişki tespit edilmiştir.

**Tablo 4.14.** Katılımcıların İkinci Ölçümlerinde Kaydedilen TOS Düzeylerinin CK Üzerinde Etkisi

| Bağımlı Değişken | Bağımsız Değişken | $\beta$ | t     | p     | Beta  | F     | Model (p) | R <sup>2</sup> |
|------------------|-------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-----------|----------------|
| CK               | Sabit             | -       | -     | 0.072 |       |       |           |                |
|                  | TOS               | 629.673 | 2.010 | 0.016 | 0.674 | 8,310 | 0.016     | 0.399          |

Katılımcılarda TOS düzeyinin CK üzerinde etkisini açıklamak üzere regresyon analizi yapılmıştır. F değerine karşılık gelen anlamlılık seviyesine bakıldığında kurulan modelin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir ( $F=8,310$ ;  $p<0.05$ ). Bağımsız değişkene ait Beta katsayılarına, t değeri ve anlamlılık seviyelerine bakıldığında; TOS'un CK üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olduğu görülmektedir ( $p<0.05$ ). CK üzerindeki değişimin %39,9'unun TOS ile açıklandığı görülmektedir ( $R^2=0,399$ ).

**Tablo 4.** Katılımcıların Üçüncü Ölçümlerinde Kaydedilen TOS Düzeylerinin CK Üzerinde Etkisi

| Bağımlı Değişken | Bağımsız Değişken | $\beta$   | t       | p     | Beta  | F      | Model (p) | R <sup>2</sup> |
|------------------|-------------------|-----------|---------|-------|-------|--------|-----------|----------------|
| CK               | Sabit             | -1737,655 | 351,151 | 0.001 |       | 32,740 | 0.000     | 0,743          |
|                  | TOS               | 1254,008  | 219,159 | 0.000 | 0,875 |        |           |                |

Katılımcılarda TOS düzeyinin CK üzerinde etkisini açıklamak üzere regresyon analizi yapılmıştır. F değerine karşılık gelen anlamlılık seviyesine bakıldığında kurulan modelin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir ( $F=32,740$ ;  $p<0.05$ ). Bağımsız değişkene ait Beta katsayılarına t değeri ve anlamlılık seviyelerine bakıldığında; TOS'un CK üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olduğu görülmektedir ( $p<0.05$ ). CK üzerindeki değişimin %74,3'ünün TOS ile açıklandığı görülmektedir ( $R^2=0,743$ ).



## BÖLÜM 5: TARTIŞMA

Bu araştırmada, sıklet sporcularında hızlı vücut ağırlığı kaybı ve ardından hızlı vücut ağırlığı artışı süreçlerinin oksidatif stres ve kas hasarı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, hızlı vücut ağırlığı kaybı sürecinin, sporcuların oksidatif stres ve kas hasarı parametrelerinde önemli derecede artışa neden olduğunu göstermiştir. Vücut ağırlığı kaybı sonrasında uygulanan hızlı vücut ağırlığı artışı işleminin ise, bu biyolojik parametrelerdeki kayıpları telafi etmekte yetersiz kaldığı tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra, araştırmada, oksidatif stres seviyelerindeki artışın kas hasarındaki artış ile ilişkili olduğunu ve kas hasarındaki bu artışın büyük bir kısmının yükselen oksidan seviyesinden kaynaklandığı sonucuna ulaşılmıştır.

Katılımcıların vücut kompozisyonu üzerine yapılan analizler incelendiğinde, hızlı vücut ağırlığı kaybı öncesinde, hızlı vücut ağırlığı kaybı sonrasında ve hızlı vücut ağırlığı alımı sonrasında ölçülen vücut ağırlığı, vücut yağ kütlesi, yağsız vücut kütlesi ve toplam vücut suyu değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Hızlı vücut ağırlığı kaybı sonrası bu değerlerde belirgin bir azalma gözlemlenirken, hızlı vücut ağırlığı alımı sonrasında değerlerde anlamlı derecede bir iyileşme saptanmıştır ( $p<0.05$ ). Her ne kadar hızlı vücut ağırlığı alımı sonrası bu değerlerde belirgin bir iyileşme olsa da, bu iyileşmenin değerleri başlangıç seviyelerine döndürmede yetersiz kaldığı gözlenmiştir. Bu çalışmanın sonuçları literatürde Baranauskas, Kupčiūnaitė ve Stukas, (2022), Matthews vd., (2019), Sagayama vd., (2014), Sundgot-Borgen, ve Garthe, (2013) ve Garthe vd., (2011) tarafından bildirilen çalışmaların sonuçlarıyla uyumludur. Bu çalışmada katılımcılara hızlı vücut ağırlığı kaybını hangi yollarla gerçekleştirdiklerini belirlemeye yönelik 7 soruluk bir görüşme formu hazırlanmıştır. Katılımcıların tamamı hızlı vücut ağırlığı kaybı için yiyecek ve sıvı kısıtlaması yaptıklarını ve vücut ağırlığı kaybetmek için ekstra antrenman seansları gerçekleştirdiklerini bildirmiştir. Ayrıca katılımcıların %83.3'ü bu yöntemlere ek olarak sauna veya terlemeyi artıracak kıyafet giyerek antrenman yapmıştır. Verilen yanıtlardan

anlaşılacağı gibi katılımcılar hızlı vücut ağırlığı kaybı stratejisi olarak vücut su seviyelerini azaltmayı tercih etmiştir. İnsan vücudunun yaklaşık %60'ını su oluşturur ve bu oran, yağsız vücut kütlesi daha yüksek sporcularda muhtemelen daha yüksektir (Sawka, 2005). Vücut ağırlığı değişimlerinin kısa bir zaman aralığında gerçekleştiği göz önünde bulundurulduğunda, dehidrasyonun sıklet sporcuları tarafından öne çıkan bir yöntem olması beklenen bir durumdur (Baranauskas, Kupčiūnaitė ve Stukas, (2022). Sıvı alımında 24 saat süren (<300 mL) kısıtlama %1,5-2,0 vücut ağırlığı kaybıyla sonuçlanabilir (James ve Shirreffs, 2013). Ancak sporcular, genellikle yoğun egzersizler yoluyla aktif veya sauna odaları ve ısıtılmış ortamlar gibi pasif yöntemler kullanarak terleme oranlarını artırır ve bu süreçler sonucunda daha fazla vücut ağırlığı kaybı gerçekleştirirler (Reale, Slater ve Burke, 2018). Bu stratejiler, özellikle vücut ağırlığı, toplam vücut suyu ve yağsız vücut kütlesi gibi vücut kompozisyonu parametrelerinde belirgin değişikliklerin ana nedenlerinden biri olarak gösterilebilir. Bunun yanı sıra, sporcuların ağırlık azaltma süreçlerinde uyguladıkları akut diyet kısıtlamaları da vücut ağırlığı, yağ kütlesi ve yağsız vücut kütlesindeki değişiklikler üzerinde etkili olabilecek faktörler arasında değerlendirilebilir.

Bu çalışmada katılımcıların total oksidan seviye (TOS) değerlerinde belirgin artışlar saptanmıştır. Değerler incelendiğinde üçüncü ölçümün (hızlı vücut ağırlığı alımı sonrası), birinci ölçüm (hızlı vücut ağırlığı kaybı öncesi) ve ikinci ölçüme (hızlı vücut ağırlığı kaybı sonrası) göre anlamlı derecede yüksek olduğu tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). İkinci ölçümdeki TOS düzeyi birinci ölçümden yüksek olmasına rağmen, iki değer arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildi. Literatür incelendiğinde hızlı vücut ağırlığı kaybı ve hızlı vücut ağırlığı almanın TOS üzerinde etkisini inceleyen yalnızca bir çalışmaya rastlanmıştır. Knapik vd., (2019) tarafından yürütülen araştırma, farklı vücut ağırlığı kaybı miktarlarına sahip judocular üzerinde hızlı vücut ağırlığı kaybının oksidatif stres parametreleri üzerindeki etkilerini incelememiştir. Çalışmada, hızlı vücut ağırlığı kaybı öncesinde en yüksek seviyelerde ölçülen TOS, vücut ağırlığı kaybı sonrası ve vücut ağırlığı kaybindan bir hafta sonra yapılan ölçümlerde istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük bulunmuştur. Araştırmacılar, çalışmaya katılan bireylerin farklı oranlarda vücut ağırlığı kaybettiğini, vücut ağırlığı kaybının prooksidatif stres parametreleri üzerindeki etkisinin bireyin kaybettiği vücut ağırlığı miktarına bağlı olarak değişiklik gösterdiğini ve bu sonuçların, farklı vücut ağırlığı kaybı değerlerine sahip bireyleri kapsayan ileri çalışmalarla doğrulanması gerektiğini belirtmişlerdir.

Çalışmamızın sonuçları farklı spor dallarında ve farklı oksidatif stres parametreleriyle gerçekleştirilen literatür bilgileri ile desteklenmektedir. Bununla ilgili olarak, Nishimaki vd., (2018), 7 gün içinde vücut ağırlığının %5'ini kaybederek gerçekleştirilen hızlı vücut ağırlığı kaybının oksidatif stresi artırabileceğini rapor etmişlerdir. Oksidatif streste meydana gelen artışın, dehidrasyon ve yüksek aldosteron seviyeleriyle ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca bizim çalışma sonuçlarımıza benzer olarak artan oksidatif stresin, vücut ağırlığı kaybından sonraki 15 saatlik hızlı vücut ağırlığı alımıyla telafi edilemediğini bildirmişlerdir. Yanawaga vd., (2010) erkek üniversite güreşçilerini kapsayan araştırmalarında, müsabakadan 12 gün önce gerçekleştirilen vücut ağırlığı kaybının oksidatif stres üzerindeki etkilerini incelemiştir. Çalışma hızlı vücut ağırlığı kaybının kandaki oksidatif stres belirteçlerinin seviyelerini önemli ölçüde artırdığı belirtmektedir.

Literatürde bu araştırma sonuçlarını desteklemeyen çalışmalarda bulunmaktadır. Örneğin, Reljic vd., (2015) tarafından elit boksörler üzerinde yapılan bir araştırma, müsabakalardan önce hızlı vücut ağırlığı kaybı uygulayanların, müsabaka öncesi hafta boyunca önemli ölçüde daha az kalori, karbonhidrat, protein, yağ ve su tükettiklerini belirtmesine rağmen oksidatif stresin belirteçleri olan kandaki vitamin ve plazma glutatyon seviyelerinde önemli değişikliklere yol açmadığını rapor etmiştir. Benzer şekilde Finaud vd., %5 ağırlık azalmasının lipid peroksidasyonunu tetiklemediğini bildirmişlerdir. Bu çalışmanın bulguları ile literatürdeki diğer çalışmalar arasında gözlemlenen farklılıklar, büyük ihtimalle kullanılan oksidatif stres belirteçlerinin farklılıklarından kaynaklanmaktadır. Bu çalışmada, oksidatif stresin genel bir göstergesi olarak toplam oksidan seviyesi değerlendirilmiştir. Oksidatif stresin lipitler, proteinler veya DNA üzerindeki doğrudan etkilerini belirleyen spesifik bir parametrenin analizi, elde edilen sonuçlarda belirgin farklılıklara yol açabilir. Ek olarak, araştırmalardaki katılımcılarının yaş, cinsiyet, fiziksel kondisyon düzeyleri ve beslenme alışkanlıkları gibi faktörlerin, bu farklılıklar üzerinde etkili olabileceği düşünülmektedir.

Katılımcıların TOS değerlerinde belirlenen farklılıklar ile ilişkili olabilecek diğer bir durum da, bu çalışmada katılımcılar yiyecek ve sıvı kısıtlaması ile ekstra antrenman seansları yaparak hızlı vücut ağırlığı kaybını gerçekleştirmiş olmaları düşünülebilir. Bu vücut ağırlığı verme yöntemlerinin büyük oranda dehidrasyona neden olduğu ve toplam vücut suyunu önemli ölçüde azalttığı bulunmuştur. Toplam vücut suyunun azalması, vücutta Na ve Cl düzeylerinin azalmasına yol açarak adrenal korteksten aldosteron salgılanmasına yol açar. Aldosteronda meydana gelen salınım da dolaylı yoldan kas üzerinde etki ederek oksidatif

stresi artırır (Amado vd., 1995; Weber vd., 2003). Ayrıca literatürde düzensiz ve yoğun egzersizlerin de serbest radikal üretimini artırarak oksidan seviyenin yükselmesine sebep olduğu birçok çalışma tarafından bildirilmiştir (Dokumacı ve Atabek, 2016; Braakhuis, ve Hopkins, 2015). Sporcuların hızlı vücut ağırlığı kaybı dönemlerinde şiddetli besin kısıtlaması ve yoğun egzersiz seansları gerçekleştirdiği bilindiğinden (Ranisavljev vd., 2021), araştırmamızda belirlemiş olduğumuz TOS'daki artışın bu sebeplerden kaynaklandığı düşünülebilir. Bunların yanı sıra Nikolidis vd. (2008), prooksidatif-antioksidatif durum bozukluklarının, yorucu egzersizlerden birkaç gün sonra bile devam edebileceğini belirtmişlerdir. Çalışmamızda hızlı vücut ağırlığı alımından sonra (3. Ölçüm) en yüksek TOS değerinin belirlenmesinin de bu sebepten kaynaklandığı düşünülmektedir.

Katılımcıların total antioksidan seviye (TAS) değerleri incelendiğinde ikinci ölçüm (hızlı vücut ağırlığı kaybı sonrası) ve üçüncü ölçüm (hızlı vücut ağırlığı alımı sonrası) TAS değerlerinin birinci ölçüme (hızlı vücut ağırlığı kaybı öncesi) göre, ikinci ölçüm TAS değerlerinin üçüncü ölçüme göre anlamlı düzeyde yüksek olduğu görülmüştür ( $p<0.05$ ). Katılımcıların başlangıçta antioksidan seviyeleri, oksidanları baskılamak için yeterliyken, sürekli yoğun egzersiz ve beslenme kısıtlamalarının birleşik etkileri nedeniyle hızlı vücut ağırlığı kaybını takip eden süreçte yetersiz kalmıştır. Nikolidis vd., (2008) yorucu egzersizler sonrası prooksidatif-antioksidatif durum bozukluklarının birkaç gün sürebileceğine dair bulguları göz önüne alındığında, üçüncü ölçümde gözlenen antioksidan kapasitesindeki azalmanın bu durumdan kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Literatürde hızlı vücut ağırlığı değişimlerinin toplam antioksidan seviyeye etkisini inceleyen çalışmalar oldukça sınırlıdır. Knapik vd., (2019) tarafından gerçekleştirilen çalışma, judocular arasında hızlı vücut ağırlığı kaybı süreçlerinin toplam antioksidan seviye (TAS) üzerindeki etkilerini incelemiştir. Yapılan ölçümler, vücut ağırlığı kaybı öncesi ve sonrası dönemlerde TAS değerlerinde bir artış olduğunu göstermiş, ancak bu artışın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edilmiştir. Bu bulgular, hızlı vücut ağırlığı kaybı sürecinde uygulanan yöntemlerin judocuların TAS değerleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığını ortaya koymaktadır. Literatürde antioksidan sistemin farklı parametrelerini inceleyen çalışmalara bakıldığında; Rejic vd., (2015) antioksidatif vitamin A, C ve E'nin serum seviyelerinin yanı sıra, indirgenmiş ve oksitlenmiş glutatyonun plazma seviyelerinin vücut ağırlığı kaybı dönemi boyunca sabit olduğunu tespit etmişlerdir. Aynı zamanda, hızlı vücut ağırlığı kaybının antioksidan kapasiteyi tehlike altında bırakmadığını ve hızlı vücut ağırlığı kaybının, artan oksidatif strese neden olmadığını belirtmişlerdir. Finaud vd., (2006), simüle

edilmiş bir yarışma öncesinde hızla vücut ağırlığı kaybı gerçekleştiren judo sporcularında oksidatif stres parametrelerinde hiçbir değişiklik meydana gelmediğini belirtmiş ve bunun antioksidan sistemin etkinliğindeki bir artışla ilişkili olduğunu varsaymışlardır.

Bununla birlikte Kowatari vd., (2001), özellikle egzersiz aracılığıyla gerçekleştirilen vücut ağırlığı kaybının, antioksidan kapasite üzerinde etkili olabileceğini belirtmişlerdir. Buna karşılık, Gomez-Cabrera, Domenech ve Viña (2008) da düzenli fiziksel aktivitenin antioksidatif kapasitede artışa yol açan bir fizyolojik adaptasyon olduğu bilgisini sunmuştur. Dolayısıyla, bu çalışmanın üst düzey atletleri kapsamı göz önüne alındığında, yoğun egzersizlerin antioksidan seviyeleri üzerinde olumsuz bir etki yaratmaması beklenirdi. Ancak, hızlı vücut ağırlığı kaybı sürecinde gerçekleştirilen egzersizlerin şiddeti ve düzensizliğinin yanı sıra, katılımcıların yetersiz ve dengesiz beslenme durumları, katılımcıların toplam antioksidan kapasitesinde beklenen düzeyde bir iyileşme sağlamadığına işaret etmektedir.

Merry ve Ristow (2016), antioksidanların kas hasarını azaltmada ve yorgunlukla baş etmede, atletik performansı artırmada ve serbest radikallerle mücadelede kritik bir role sahip olduğunu vurgulamaktadır. Ancak, Powers, Sollanek ve Wiggs (2014) tarafından bildirilen sonuçlar, birçok dayanıklılık sporcusunun yüksek antrenman taleplerini destekleyecek yeterli antioksidanları içeren diyetlere sahip olmadığını göstermektedir. Çalışmamıza katılan bireyler de hızlı vücut ağırlığı kaybı için aşırı kalori kısıtlaması uyguladıklarını belirtmişlerdir. Bu durum, katılımcıların yeterli miktarda vitamin ve antioksidan tüketemediklerini ve bu nedenle antioksidan seviyelerinin düşüş gösterdiğini belirtiyor olabilir.

Bu çalışmada katılımcıların hızlı vücut ağırlığı kaybı ve hızlı vücut ağırlığı alımı süreçlerindeki oksidatif stres indeksi (OSİ) değerleri incelendiğinde; üçüncü ölçüm (hızlı vücut ağırlığı alımı sonrası) değerlerinin ikinci ölçüme (hızlı vücut ağırlığı kaybı sonrası) göre anlamlı derecede yüksek olduğu tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Literatürdeki çeşitli çalışmalar, eksantrik kasılmaların reaktif oksijen türlerinin üretiminde bir artışa yol açtığını ve bunun sonucunda kandaki oksidatif stres seviyelerinin yükseldiğini göstermiştir. Bu çalışmalarda, oksidatif stresin genellikle egzersizden sonraki 2-3 gün içinde zirveye ulaştığı ve daha sonra başlangıç seviyelerine geri döndüğü belirlenmiştir (Close vd., 2004; Nikolaidis vd., 2007; Theodorou vd., 2010; Theodorou vd., 2011). Çalışmamızda katılımcıların aşırı antrenmanlar gibi hızlı vücut ağırlığı kaybı yöntemleri uyguladığı göz

önüne alındığında, oksidatif stres indeksindeki artışın bu tür egzersizlerden ve besin kısıtlaması nedeniyle yeterli antioksidan alınamadığından kaynaklandığı düşünülmektedir. Nikolaidis vd., (2012) tarafından yapılan bir çalışmada, kaslara zarar vermeyen düşük şiddetli egzersizlerin ardından protein oksidasyonunun egzersizden 30 dakika sonra %35 oranında arttığı, 4 saat sonra ise %96'ya ulaşarak en yüksek seviyeye çıktığı ve ardından 24 saat içinde dinlenme seviyelerine geri döndüğü gözlemlenmiştir. Kaslara zarar verici yüksek şiddetli egzersizlerin ardından ise, protein oksidasyonunun birinci günde %28 artış gösterdiği, egzersizden 3 gün sonra %84 ile zirveye ulaştığı ve daha sonra azalarak 7. günde dinlenme seviyelerine indiği tespit edilmiştir. Bu veriler ışığında, çalışmamızda gözlemlenen en yüksek OSI değerinin üçüncü ölçümde elde edilmesinin bu mekanizmalardan kaynaklandığı sonucuna varılabilir. Çalışmamızda elde edilen veriler, literatürde oksidatif stresin zirve değerlerine 2-3 gün içinde ulaştığına dair bulgular dikkate alındığında, hızlı vücut ağırlığı kaybı sürecinin tetiklediği oksidatif stresin zirve seviyesini doğru bir şekilde yansıtmıyor olabilir. Gelecekteki araştırmalarda, hızlı vücut ağırlığı kazanımı sonrası daha kapsamlı ve uzun zaman dilimlerinde gerçekleştirilecek testlerle bu durumun daha detaylı bir şekilde incelenmesi faydalı olacaktır.

Bu çalışmada, hızlı vücut ağırlığı kaybı ve hızlı vücut ağırlığı alımı süreçlerinin katılımcıların kreatin kinaz değerleri üzerinde önemli değişimlere neden olduğu belirlenmiştir ( $p<0.05$ ). İkinci ölçümde (hızlı vücut ağırlığı kaybı sonrası) ve üçüncü ölçümde (hızlı vücut ağırlığı alımı sonrası) kaydedilen kreatin kinaz değerlerinin, ilk ölçüme (hızlı vücut ağırlığı kaybı öncesi) kıyasla istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde arttığı gözlemlenmiştir ( $p<0.05$ ). Bu çalışmanın sonuçları farklı spor dallarında hızlı vücut ağırlığı değişimlerinin kas hasarı düzeylerindeki etkisini araştıran literatür bilgileri ile uyumludur. Rocklicer vd., (2020) tarafından yapılan araştırma, müsabaka öncesinde judocuların vücut ağırlıklarının en az %5'ini hızla kaybetmelerinin fizyolojik olarak yıpranmalara yol açtığını ve iskelet kaslarında önemli ölçüde hasarın meydana getirdiğini göstermektedir. Araştırmacılar hızlı vücut ağırlığı kaybı için yorucu egzersizler yapan sporcuların, kas dokusunda hasar oluşturabileceğini ve bu hasarın sporcuların performans kapasiteleri üzerinde olumsuz etkilere sahip olabileceğini belirtmektedir. Bir başka çalışmada Trivic vd., (2020) yarışma öncesi dönemde 7 günlük hızlı vücut ağırlığı kaybının, yedi elit judocuda kas hasarı belirteçleri üzerindeki etkilerini incelemiştir. Araştırma bulguları, hızlı vücut ağırlığı kaybının kas hasarının göstergelerinden olan hem miyogloblin hem de kreatin kinaz seviyelerinde önemli artışlara neden olduğunu ortaya koymaktadır. Benzer şekilde Coswig

vd., (2015) araştırmalarında, hızlı vücut ağırlığı kaybı yöntemleri uygulayan sporcuların, müsabaka öncesindeki son bir haftalık dönemde vücut ağırlıklarının ortalama olarak %10'unu kaybettiklerini belirtmiştir. Araştırma sonuçları, hızlı vücut ağırlığı kaybı gerçekleştiren sporcuların, hızlı vücut ağırlığı kaybı uygulamayan sporcularla karşılaştırıldığında, daha düşük glikoz seviyelerine ve kas hasarını gösteren belirteçlerde belirgin bir artışa sahip olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar, hızlı vücut ağırlığı kaybı uygulamalarının sporcuların enerji bulunabilirliği ve kas bütünlüğü üzerinde olumsuz etkilere sahip olduğunu göstermektedir.

Özkan ve İbrahim (2016) tarafından gerçekleştirilen bir diğerk çalışma da ilgili literatüre katkıda bulunmuştur. Bu araştırmada, hızlı vücut ağırlığı kaybı yöntemlerini uygulayarak dehidrasyona maruz bırakılan ve vücut ağırlıklarının %5'inden fazlasını kaybeden on güreşçinin CK seviyelerindeki değişimler incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar, bu sporcuların referans değerlerin çok üzerinde CK değerlerine ulaştığını göstermiş, bu da hızlı vücut ağırlığı kaybının kas hasarını artırabileceğine dair güçlü kanıtlar sunmuştur. Bu bulgular, hızlı vücut ağırlığı kaybının sporcuların iskelet kasları üzerinde olumsuz etkiler yaratabileceğine dair mevcut literatürle uyumlu bir görünüm sunmaktadır. Bununla birlikte Işık vd., (2018) araştırmalarında genç erkek serbest stil güreşçiler arasında, hızlı vücut ağırlığı kaybı yöntemi olarak dehidrasyonun tercih edilmesinin iskelet kasları üzerindeki etkilerini kreatin kinaz seviyeleri üzerinden değerlendirmiştir. Çalışmada, dehidrasyon sonucu hızlı vücut ağırlığı kaybı yaşayan sporcuların kreatin kinaz düzeylerinde önemli artışlar saptamıştır.

Literatürdeki bulgular, bu çalışmada gözlemlenen sonuçlarla paralellik göstermektedir; bu da hızlı vücut ağırlığı kaybının ardından gerçekleştirilen ölçümlerde, kreatin kinaz seviyelerinin belirgin bir şekilde yükseldiğini doğrulamaktadır. Bu durum, hızlı vücut ağırlığı kaybının sporcuların iskelet kaslarında hasara yol açabileceğini ve bu hasarın kreatin kinaz seviyelerindeki artışla ilişkilendirilebileceğini göstermektedir. Hızlı vücut ağırlığı kaybı hem erkeklerde hem de kadınlarda, performans düşüklüğüne neden olabilir. Aynı zamanda, kemik mineral yoğunluğunda azalma ve kas kütlesinde kayıplar gibi olumsuz etkiler de gözlemlenebilir. Araştırmalar, hızlı vücut ağırlığı kaybı sürecinde özellikle gıda ve sıvı tüketiminin azaltılması ile birlikte yoğun antrenman seanslarının uygulanmasının, kas hasarının şiddetini artırdığını ortaya koymaktadır. Bu durum, çeşitli çalışmalarda detaylı bir şekilde incelenmiş ve doğrulanmıştır (Drid vd., 2019; Roklicer vd., 2020; Trivic vd., 2020). Bu çalışmada katılımcılar, hızlı vücut ağırlığı kaybı elde etmek için, yiyecek ve sıvı

kısıtlaması gibi yöntemlerin yanı sıra, ekstra antrenman seanslarına katıldıklarını bildirmiştir. Bu bulgular ışığında, katılımcıların yaşadıkları kas hasarının, hızlı vücut ağırlığı kaybına yönelik bu yöntemler nedeniyle olduğu sonucuna varılabilir.

Bu çalışmada kreatin kinazdaki değişiklikler ile oksidatif stres belirteçleri (TOS, TAS, OSI) arasındaki ilişki incelenmiş ve ikinci ölçüm ve üçüncü ölçümde CK ile TOS arasında anlamlı ve pozitif yönlü bir ilişki tespit edilmiştir (ikinci ölçümde  $r=0,674$ ,  $p<0.05$ ; üçüncü ölçümde  $r=0,875$ ,  $p<0.05$ ). Bu sonuçlar, TOS'da meydana gelen artış ile birlikte kaslarda meydana gelen hasarın da arttığını ifade eder. Aynı zamanda bu bulgular, oksidatif stresin kas hasarı üzerindeki etkisini çift yönlü bir ilişki olarak ortaya koymaktadır; yani oksidatif stres hem kas hasarının bir nedeni hem de sonucu olarak işlev görebilir. Nitekim egzersizin neden olduğu oksidatif stresin ortaya çıktığının keşfedilmesinden bu yana birçok araştırmacı, birçok dokuda serbest radikal üretiminin potansiyel kaynaklarını araştırmıştır. Egzersiz sırasında çeşitli dokularda oksidanlar üretilmesine rağmen, egzersiz sırasında reaktif oksijen türleri üretiminin baskın kaynağının iskelet kası olduğu tespit edilmiştir (Jackson, Vasilaki, McArdle, 2016). Reaktif oksijen türleri, fizyolojik metabolizma veya dış uyaranlar tarafından üretilir ve süperoksit anyon radikalini, hidrojen peroksiti ve hidroksil radikalini içerir. Bu reaktif türler hücre ve doku hasarına ve iskelet kası hasarıyla ilişkili olan lipid peroksidasyonuna neden olabilir (Yang vd., 2017).

Ayrıca bu çalışma, kreatin kinazdaki farkın, büyük ölçüde artan total oksidan kapasiteden kaynaklandığını ortaya koymaktadır. Çalışmanın bulgularına göre ikinci ölçümde kreatin kinazdaki değişimin %39,9'u TOS ile açıklanırken ( $p<0.05$ ,  $F=8,310$ ,  $R^2=0,399$ ), hızlı vücut ağırlığı alımı sonrasında yapılan üçüncü ölçümde kreatin kinaz üzerindeki değişimin %74,3'ünün TOS ile açıklandığı belirlenmiştir ( $p<0.05$ ,  $F=32,740$ ,  $R^2=0,743$ ). Bu araştırmanın sonuçları, oksidatif stres ve kas hasarının oluşum mekanizmaları arasındaki ilişkiyi inceleyen mevcut literatürle desteklenmektedir. Özellikle yoğun ve düzensiz egzersiz sırasında oksidan seviyedeki artışın lipid peroksidasyonu da dahil olmak üzere kas hasarının gecikmiş kasa ağrısının ve egzersiz performansı bozukluğunun olası bir nedeni olduğu öne sürülmüştür (Avery vd., 2003; de Oliveira vd., 2019). Bununla birlikte, Powers vd., (2020) ile Dokumacı ve Atabek (2016) tarafından yapılan çalışmalar, egzersizle tetiklenen oksidatif stresin kas hasarına nasıl neden olduğunu açıkça ifade etmektedir.



## BÖLÜM 6: SONUÇ VE ÖNERİLER

### 6.1. Sonuçlar

Bu çalışmada, sıklet sporcularında hızlı vücut ağırlığı kaybı ve hızlı vücut ağırlığı alma süreçlerinin oksidatif stres ve kas hasarı üzerindeki etkileri incelenmiştir. Araştırma bulguları, hızlı vücut ağırlığı kaybının hem total oksidan seviyeyi (TOS) hem de total antioksidan seviyeyi (TAS) artırdığı gözlemlenmiştir. Ancak, TOS ve TAS arasındaki dengeyi yansıtan oksidatif stres indeksi (OSİ) azalmıştır. Bu durum hızlı vücut ağırlığı kaybı döneminde vücutta antioksidan seviyelerinin arttığını ve bu durumun oksidan kapasiteyi baskılayarak oksidatif stresi azaltabildiğini göstermektedir. Hızlı vücut ağırlığı alımı döneminde ise TOS ve OSİ'de anlamlı bir artış olurken, TAS önemli ölçüde düşmüştür. Bu durum, hızlı vücut ağırlığı alımı döneminde, antioksidan seviyenin, oksidan seviyede meydana gelen artışı telafi etmede yetersiz kaldığını ve oksidatif stresin meydana geldiğini belirtmektedir. Ayrıca, hızlı vücut ağırlığı kaybının kas hasarında anlamlı bir artışa neden olduğu; buna karşın, hızlı vücut ağırlığı alımı sonrasında kas hasarındaki iyileşmenin anlamlı düzeyde olmadığı tespit edilmiştir.

Çalışmamız ayrıca, hızlı vücut ağırlığı kaybı ve alma dönemlerinde oksidatif stres ile kas hasarı arasında pozitif bir korelasyon olduğunu göstermiştir; katılımcıların oksidatif stres seviyeleri yükseldikçe, kas hasarlarının da arttığı belirlenmiştir. Bununla birlikte, çalışmamızda gözlemlenen kas hasarındaki artışın büyük oranda oksidatif stres ile açıklanabileceği sonucuna ulaşılmıştır.

### 6.2. Öneriler

Araştırmadan elde edilen sonuçlar doğrultusunda, hızlı vücut ağırlığı kaybı yöntemlerini uygulayan bireyler ve gelecekteki çalışmalar için aşağıda öneriler sunulmuştur.

### ***Hızlı vücut ağırlığı kaybı yöntemlerini uygulayan bireylere yönelik öneriler;***

- Vücut ağırlığı yönetimi sürecinde makro ve mikro besin öğelerinin yeterli ve dengeli alımı kritik bir öneme sahiptir. Proteinler, karbonhidratlar, yağlar, vitaminler ve minerallerin dengeli tüketilmesi, kas dokusunun korunmasını ve onarılmasını desteklerken, aynı zamanda vücutta serbest radikaller üretiminin kontrol altında tutulmasına da katkıda bulunur.
- Antioksidanlar, serbest radikallerin neden olduğu oksidatif stresle savaşmada önemli rol oynar. C vitamini, E vitamini, beta-karoten ve selenyum gibi antioksidanlar açısından zengin gıdaların tüketimi, vücudun antioksidatif savunma sistemini destekleyebilir. Eğer vücut ağırlığı kaybı amacıyla besin kısıtlaması uygulanması gerekiyorsa da bu sürecin bir uzman denetiminde ve etkinlikleri bilimsel çalışmalarla kanıtlanmış antioksidan takviyeler kullanılarak desteklenmesi de fayda sağlayabilir. Ancak, herhangi bir takviye almadan önce mutlaka bir sağlık veya beslenme uzmanına danışılmalıdır.
- Yeterli su tüketimi, vücut fonksiyonlarının düzenli çalışmasını sağlar ve oksidatif stresi azaltmaya yardımcı olur. Ayrıca, dehidrasyonun kas performansı üzerinde olumsuz etkileri olabileceği için, sporcuların yeterli sıvı alımını sürdürmeleri önemlidir.
- Hızlı vücut ağırlığı kaybı veya kazanımı yerine, kademeli ve kontrollü bir yaklaşım tercih edilmelidir. Bu, vücuttaki ani değişikliklerin neden olduğu stresi en aza indirger ve kas dokusunun korunmasına yardımcı olur.
- Yoğun antrenmanlar oksidatif stresi artırabilir. Antrenman yoğunluğunu ve sıklığını, vücut ağırlığı yönetimi sürecine uygun bir şekilde düzenlemek, aşırı yüklenmeyi ve potansiyel kas hasarını önlemeye yardımcı olabilir.

### ***Gelecekteki çalışmalar için öneriler;***

- İleride yapılacak çalışmalar, hızlı vücut ağırlığı kaybı ve alımının oksidatif stres üzerindeki etkilerini incelerken, oksidatif stresin proteinler, lipidler ve DNA üzerindeki etkilerini daha ayrıntılı bir şekilde ortaya koyacak belirteçleri kullanabilir.
- Bu araştırmada hızlı vücut ağırlığı kaybı için beş günlük, hızlı vücut ağırlığı alımı için ise on beş saatlik bir süre belirlenmiştir. İleride yapılacak çalışmalar, hızlı vücut ağırlığı kaybı ve alımının orta ve uzun vadeli etkilerini ortaya koymak amacıyla, bu

süreçleri çeşitli zaman aralıklarında inceleyerek daha geniş bir perspektiften değerlendirebilir.

- Bu araştırmada besin kayıtları alınamamıştır. Gelecekteki araştırmalar besin kayıtlarının alınmasını da kapsayabilir.
- Bu araştırmada katılımcıların vücut kompozisyonu değerlendirmeleri biyoelektrik impedans yöntemiyle yapılmıştır. İleride yapılacak çalışmalar vücut kompozisyonunu farklı yöntemlerle değerlendirebilir.
- Bu araştırmada katılımcıların dehidrasyon durumları incelenmemiştir. İleride yapılacak araştırmalar katılımcıların dehidrasyon durumunu da inceleyebilir.
- İleride yapılacak araştırmalarda örneklem grubu sayısı arttırılabilir.
- Bu araştırma farklı yaş ve cinsiyet grupları ile gerçekleştirilebilir.
- Bu araştırma farklı sıklet sporlarındaki sporcular ile gerçekleştirilebilir.
- Bu araştırma sezonun farklı dönemlerinde uygulanabilir.

## KAYNAKÇA

- Agel, J., Ransone, J., Dick, R., Oppliger, R., & Marshall, S. W. (2007). Descriptive epidemiology of collegiate men's wrestling injuries: National Collegiate Athletic Association Injury Surveillance System, 1988–1989 through 2003–2004. *Journal of athletic training*, 42(2), 303.
- Aguiló, A., Tauler, P., Fuentespina, E., Tur, J. A., Córdova, A., & Pons, A. (2005). Antioxidant response to oxidative stress induced by exhaustive exercise. *Physiology & behavior*, 84(1), 1-7.
- Alderman, B. L., Landers, D. M., Carlson, J. O. H. N., & Scott, J. R. (2004). Factors related to rapid weight loss practices among international-style wrestlers. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(2), 249-252.
- Amado, J., López-Espadas, F., Vázquez-Barquero, A., Salas, E., Riancho, J. A., López-Cordovilla, J. J., & García-Unzueta, M. T. (1995). Blood levels of cytokines in brain-dead patients: relationship with circulating hormones and acute-phase reactants. *Metabolism*, 44(6), 812-816.
- Artioli, G. G., Iglesias, R. T., Franchini, E., Gualano, B., Kashiwagura, D. B., Solis, M. Y., ... & Lancha Junior, A. H. (2010). Rapid weight loss followed by recovery time does not affect judo-related performance. *Journal of sports sciences*, 28(1), 21-32.
- Artioli, G. G., Saunders, B., Iglesias, R. T., & Franchini, E. (2016). It is time to ban rapid weight loss from combat sports. *Sports Medicine*, 46, 1579-1584.
- Aydoğdu, U., Coşkun, A., Başbuğ, O., & Ağaoğlu, Z. T. (2018). Parvoviral enteritisli köpeklerde total oksidan-antioksidan durum ile oksidatif stres indeksinin değerlendirilmesi. *FÜ Sağlık Bil Vet Derg*, 32(3), 161-164.

- Bafana, A., Dutt, S., Kumar, A., Kumar, S., & Ahuja, P. S. (2011). The basic and applied aspects of superoxide dismutase. *Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic*, 68(2), 129-138.
- Baltacıoğlu, E., Yuva, P., Aydın, G., Alver, A., Kahraman, C., Karabulut, E., & Akalın, F. A. (2014). Lipid peroxidation levels and total oxidant/antioxidant status in serum and saliva from patients with chronic and aggressive periodontitis. Oxidative stress index: a new biomarker for periodontal disease?. *Journal of periodontology*, 85(10), 1432-1441.
- Baranauskas, M., Kupčiūnaitė, I., & Stukas, R. (2022, April). The Association between Rapid Weight Loss and Body Composition in Elite Combat Sports Athletes. In *Healthcare* (Vol. 10, No. 4, p. 665).
- Barley, O. R., Chapman, D. W., & Abbiss, C. R. (2018). Weight loss strategies in combat sports and concerning habits in mixed martial arts. *International journal of sports physiology and performance*, 13(7), 933-939.
- Barley, O. R., Chapman, D. W., & Abbiss, C. R. (2019). The current state of weight-cutting in combat sports. *Sports*, 7(5), 123.
- Barley, O. R., Chapman, D. W., Blazevich, A. J., & Abbiss, C. R. (2018). Acute dehydration impairs endurance without modulating neuromuscular function. *Frontiers in physiology*, 9, 1562.
- Bartosz, G. (2003). Total antioxidant capacity. *Advances in clinical chemistry*, 37, 219-292.
- Benton, D. (2011). Dehydration influences mood and cognition: a plausible hypothesis?. *Nutrients*, 3(5), 555-573.
- Berkovich, B. E., Eliakim, A., Nemet, D., Stark, A. H., & Sinai, T. (2016). Rapid weight loss among adolescents participating in competitive judo. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 26(3), 276-284.
- Bešlija, T., Čular, D., Kezić, A., Tomljanović, M., Ardigo, L. P., Dhabhi, W., & Padulo, J. (2021). Height-based model for the categorization of athletes in combat sports. *European Journal of Sport Science*, 21(4), 471-480.
- Bloomer, R. J., & Fisher-Wellman, K. H. (2008). Blood oxidative stress biomarkers: influence of sex, exercise training status, and dietary intake. *Gender medicine*, 5(3), 218-228.

- Bloomer, R. J., & Goldfarb, A. H. (2004). Anaerobic exercise and oxidative stress: a review. *Canadian journal of applied physiology*, 29(3), 245-263.
- Brisswalter, J., & Louis, J. (2014). Vitamin supplementation benefits in master athletes. *Sports Medicine*, 44, 311-318.
- Brito, C. J., Roas, A. F. C. M., Brito, I. S. S., Marins, J. C. B., Córdova, C., & Franchini, E. (2012). Methods of body-mass reduction by combat sport athletes. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 22(2), 89-97.
- Brown, S., Day, S., & Donnelly, A. (1999). Indirect evidence of human skeletal muscle damage and collagen breakdown after eccentric muscle actions. *Journal of sports sciences*, 17(5), 397-402.
- Burke, L. M. (2015). Re-examining high-fat diets for sports performance: did we call the 'nail in the coffin' too soon?. *Sports medicine*, 45, 33-49.
- Burton, G. J., & Jauniaux, E. (2011). Oxidative stress. *Best practice & research Clinical obstetrics & gynaecology*, 25(3), 287-299.
- Byrne, S., & McLean, N. (2002). Elite athletes: effects of the pressure to be thin. *Journal of science and medicine in sport*, 5(2), 80-94.
- Carl, R. L., Johnson, M. D., Martin, T. J., LaBella, C. R., Brooks, M. A., Diamond, A., ... & Peterson, A. (2017). Promotion of healthy weight-control practices in young athletes. *Pediatrics*, 140(3).
- Ceylan, B., Kons, R. L., Detanico, D., & Šimenko, J. (2022). Acute dehydration impairs performance and physiological responses in highly trained judo athletes. *Biology*, 11(6), 872.
- Chapple ILC, Brock GR, Milward MR, Ling N, Matthews JB (2007). Compromised GCF total antioxidant capacity in periodontitis: cause or effect? *Journal of Clinical Periodontology* 34: 103–110.
- Cheung, K., Hume, P. A., & Maxwell, L. (2003). Delayed onset muscle soreness. *Sports medicine*, 33(2), 145-164.
- Clarkson, P. M., and Hubal, M. J. (2002). Exercise-induced muscle damage in humans. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 81(11), S52- S69.

- Close, G. L., Ashton, T., Cable, T., Doran, D., & MacLaren, D. P. (2004). Eccentric exercise, isokinetic muscle torque and delayed onset muscle soreness: the role of reactive oxygen species. *European journal of applied physiology*, 91, 615-621.
- Connor, J., & Egan, B. (2019). Prevalence, magnitude and methods of rapid weight loss reported by male mixed martial arts athletes in Ireland. *Sports*, 7(9), 206.
- Coswig, V. S., Fukuda, D. H., & Del Vecchio, F. B. (2015). Rapid weight loss elicits harmful biochemical and hormonal responses in mixed martial arts athletes. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 25(5), 480-486.
- Damas, F., Libardi, C. A., & Ugrinowitsch, C. (2018). The development of skeletal muscle hypertrophy through resistance training: the role of muscle damage and muscle protein synthesis. *European journal of applied physiology*, 118(3), 485-500.
- Degoutte, F., Jouanel, P., & Filaire, E. (2003). Energy demands during a judo match and recovery. *British journal of sports medicine*, 37(3), 245.
- Dekany, M., Nemeskeri, V., Györe, I., Harbula, I., Malomsoki, J., & Pucsok, J. (2005). Antioxidant status of interval-trained athletes in various sports. *International journal of sports medicine*, 112-116.
- Demirci-Cekic, S., Özkan, G., Avan, A. N., Uzunboy, S., Çapanoğlu, E., & Apak, R. (2022). Biomarkers of oxidative stress and antioxidant defense. *Journal of pharmaceutical and biomedical analysis*, 209, 114477.
- Desgorges, F. D., Moinard, C., Chennaoui, M., Toussaint, J. F., Petibois, C., & Noirez, P. (2017). Development of a specific index to detect malnutrition in athletes: Validity in weight class or intermittent fasted athletes. *Biochimie open*, 4, 1-7.
- Deyhle, M. R., Sorensen, J. R., & Hyldahl, R. D. (2016). Induction and assessment of exertional skeletal muscle damage in humans. *JoVE (Journal of Visualized Experiments)*, (118), e54859.
- Drid, P., Krstulovic, S., Erceg, M., Trivic, T., Stojanovic, M., & Ostojić, S. (2019). The effect of rapid weight loss on body composition and circulating markers of creatine metabolism in judokas: Rapid weight loss affect body composition and biomarkers of creatine metabolism. *Kinesiology*, 51(2), 158-160.

Droge, W. (2002). Free radicals in the physiological control of cell function. *Physiology Review*, v. 82.

Dokumacı, B., & Atabek, H. Ç. (2016). Gecikmiş Kas Ağrısı ve Oluşum Mekanizmaları: Oksidatif Stres ile İlişkisi. *Türkiye Klinikleri J Sports Sci*, 8(1), 22-34.

Drid, P., Figlioli, F., Lakicevic, N., Gentile, A., Stajer, V., Raskovic, B., ... & Bianco, A. (2021). Patterns of rapid weight loss in elite sambo athletes. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 13, 1-7.

Drid, P.; Krstulovic, S.; Erceg, M.; Trivic, T.; Stojanovic, M.; Ostojic, S. The effect of rapid weight loss on body composition and circulating markers of creatine metabolism in judokas. *Kinesiology* 2019, 51, 10–13.

Erel, O. (2004). A novel automated method to measure total antioxidant response against potent free radical reactions. *Clinical biochemistry*, 37(2), 112-119.

Falone, S., Mirabilio, A., Pennelli, A., Cacchio, M. A., Di Baldassarre, A., Gallina, S., ... & Amicarelli, F. (2010). Differential impact of acute bout of exercise on redox-and oxidative damage-related profiles between untrained subjects and amateur runners. *Physiological research*, 59(6), 953-961.

Fatouros, I. G., & Jamurtas, A. Z. (2016). Insights into the molecular etiology of exercise-induced inflammation: opportunities for optimizing performance. *Journal of inflammation research*, 175-186.

Fatouros, I.G., Jamurtas, A.Z., Villiotou, V., Pouliopoulou, S., Fotinakis, P., Taxildaris, K. ve diğerleri. (2004) Oxidative stress responses in older men during endurance training and detraining. *Medicine and science in sports and exercise*, 36, 2065-2072.

Figlioli, F., Bianco, A., Thomas, E., Stajer, V., Korovljev, D., Trivic, T., & Drid, P. (2021). Rapid weight loss habits before a competition in sambo athletes. *Nutrients*, 13(4), 1063.

Filaire, E., Maso, F., Degoutte, F., Jouanel, P., & Lac, G. (2001). Food restriction, performance, psychological state and lipid values in judo athletes. *International journal of sports medicine*, 22(06), 454-459.

Filaire, E., Rouveix, M., Pannafieux, C., & Ferrand, C. (2007). Eating attitudes, perfectionism and body-esteem of elite male judoists and cyclists. *Journal of sports science & medicine*, 6(1), 50.



- Fogelholm, M. (1994). Effects of bodyweight reduction on sports performance. *Sports Medicine*, 18, 249-267.
- Forman, H. J., & Zhang, H. (2021). Targeting oxidative stress in disease: Promise and limitations of antioxidant therapy. *Nature Reviews Drug Discovery*, 20(9), 689-709.
- Franchini, E., Brito, C. J., & Artioli, G. G. (2012). Weight loss in combat sports: physiological, psychological and performance effects. *Journal of the international society of sports nutrition*, 9(1), 52.
- Franchini, E., Yuri Takito, M., Yuzo Nakamura, F., Ayumi Matsushigue, K., & Peduti Dal Molin Kiss, M. A. (2003). Effects of recovery type after a judo combat on blood lactate removal and on performance in an intermittent anaerobic task. *Journal of sports medicine and physical fitness*, 43(4), 424-431.
- Gamage, J. P., De Silva, A. P., Nalliah, A. K., & Galloway, S. D. (2016). Effects of dehydration on cricket specific skill performance in hot and humid conditions. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 26(6), 531-541.
- Gigou, P. Y., Lamontagne-Lacasse, M., & Goulet, E. D. (2010). Meta-Analysis Of The Effects Of Pre-Exercise Hypohydration On Endurance Performance, Lactate Threshold And Vo2max: 1679: Board# 116 June 2 3: 30 PM-5: 00 PM. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42(5), 361-362.
- Graille, M., Wild, P., Sauvain, J. J., Hemmendinger, M., Guseva Canu, I., & Hopf, N. B. (2020). Urinary 8-OHdG as a biomarker for oxidative stress: a systematic literature review and meta-analysis. *International journal of molecular sciences*, 21(11), 3743.
- Greabu, M., Battino, M., Mohora, M., Totan, A., Spinu, T., Totan, C., ... & Duța, C. (2007). Could constitute saliva the first line of defence against oxidative stress?. *Romanian journal of internal medicine= Revue roumaine de medecine interne*, 45(2), 209-213.
- Hadžović-Džuvo, A., Valjevac, A., Lepara, O., Pjanić, S., Hadžimuratović, A., & Mekić, A. (2014). Oxidative stress status in elite athletes engaged in different sport disciplines. *Bosnian journal of basic medical sciences*, 14(2), 56.
- Hayes, J. D., Dinkova-Kostova, A. T., & Tew, K. D. (2020). Oxidative stress in cancer. *Cancer cell*, 38(2), 167-197.

Halliwell, B., & Gutteridge, J. M. (2015). *Free radicals in biology and medicine*. Oxford university press, USA.

Hyldahl, R. D., & Hubal, M. J. (2014). Lengthening our perspective: morphological, cellular, and molecular responses to eccentric exercise. *Muscle & nerve*, 49(2), 155-170.

Isik, O., Yildirim, I., Ersoz, Y., Koca, H. B., Dogan, I., & Ulutas, E. (2018). Monitoring of pre-competition dehydration-induced skeletal muscle damage and inflammation levels among elite wrestlers. *Journal of back and musculoskeletal rehabilitation*, 31(3), 533-540.

İnternational Judo Federation (2023). Erişim adresi: [https://78884ca60822a34fb0e6-082b8fd5551e97bc65e327988b444396.ssl.cf3.rackcdn.com/up/2023/04/IJF\\_Sport\\_and\\_Organisation\\_Rul-1682351972.pdf](https://78884ca60822a34fb0e6-082b8fd5551e97bc65e327988b444396.ssl.cf3.rackcdn.com/up/2023/04/IJF_Sport_and_Organisation_Rul-1682351972.pdf) Erişim Tarihi: 15. 07.2023.

Jackson, M. J., Vasilaki, A., & McArdle, A. (2016). Cellular mechanisms underlying oxidative stress in human exercise. *Free radical biology and medicine*, 98, 13-17.

James, L. J., & Shirreffs, S. M. (2013). Fluid and electrolyte balance during 24-hour fluid and/or energy restriction. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 23(6), 545-553.

Jetton, A. M., Lawrence, M. M., Meucci, M., Haines, T. L., Collier, S. R., Morris, D. M., & Utter, A. C. (2013). Dehydration and acute weight gain in mixed martial arts fighters before competition. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(5), 1322-1326.

Karabulut, U., Karabulut, D., Koçaş, C., Ayşem, K. A. Y. A., Katkat, F., & Yiğit, Z. (2021). Oxidative stress markers in young patients with acute myocardial infarction and their correlation with cardiac enzymes. *Experimed*, 11(2), 73-80.

Kaya, Ö. (2021). Peri-implant hastalıklı bireylerde tükürük oksidatif stres biyomarkerlerinin incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi.

Khodaei, M., Olewinski, L., Shadgan, B., & Kinningham, R. R. (2015). Rapid weight loss in sports with weight classes. *Current sports medicine reports*, 14(6), 435-441.

KILIÇ, E., Toprak, A. E., Ayhan, S. K., Alper, B. A. Ş., & Duruyen, S. (2015). Şizofrenik hastaların atak ve remisyon dönemlerinde oksidatif stress. *Gaziosmanpaşa Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 7(4), 286-298.

- Kohen, R., & Nyska, A. (2002). Invited review: oxidation of biological systems: oxidative stress phenomena, antioxidants, redox reactions, and methods for their quantification. *Toxicologic pathology*, 30(6), 620-650.
- Kowatari, K., Umeda, T., Shimoyama, T., Nakaji, S., Yamamoto, Y., & Sugawara, K. (2001). Exercise training and energy restriction decrease neutrophil phagocytic activity in judoists. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33(4), 519-524.
- Kwiatkowska-Pamuła, A., Kurylas, A., Perenc, A., Ziółko, E., Złotkowska, R., & Muc-Wierzgoń, M. (2017). Assessment of nutrition in female judokas during the precompetitive body mass reduction period.
- Kraemer, W. J., Fry, A. C., Rubin, M. R., Triplett-McBride, T., Gordon, S. E., Koziris, L. P., ... & Fleck, S. J. (2001). Physiological and performance responses to tournament wrestling. *Medicine and science in sports and exercise*, 33(8), 1367-1378.
- Kunwar, A., & Priyadarsini, K. I. (2011). Free radicals, oxidative stress and importance of antioxidants in human health. *Journal of Medical & Allied Sciences*, 1(2).
- Kusano C, Ferrari C (2008). Total antioxidant capacity: A biomarker in biomedical and nutritional studies. *Journal of Cell and Molecular Biology* 7: 5402–5407.
- Lakicevic, N., Roklicer, R., Bianco, A., Mani, D., Paoli, A., Trivic, T., ... & Drid, P. (2020). Effects of rapid weight loss on judo athletes: A systematic review. *Nutrients*, 12(5), 1220.
- Liu, C., Yavar, Z., & Sun, Q. (2015). Cardiovascular response to thermoregulatory challenges. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*, 309(11), H1793-H1812.
- MacLeod, H., & Sunderland, C. (2012). Previous-day hypohydration impairs skill performance in elite female field hockey players. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 22(3), 430-438.
- Malaguti, M., Angeloni, C., & Hrelia, S. (2013). Polyphenols in exercise performance and prevention of exercise-induced muscle damage. *Oxidative medicine and cellular longevity*, 2013.
- Mankowski, R. T., Anton, S. D., Buford, T. W., & Leeuwenburgh, C. (2015). Dietary antioxidants as modifiers of physiologic adaptations to exercise. *Medicine and science in sports and exercise*, 47(9), 1857.

- Masento, N. A., Golightly, M., Field, D. T., Butler, L. T., & van Reekum, C. M. (2014). Effects of hydration status on cognitive performance and mood. *British Journal of Nutrition*, 111(10), 1841-1852.
- Matthews, J. J., Stanhope, E. N., Godwin, M. S., Holmes, M. E., & Artioli, G. G. (2019). The magnitude of rapid weight loss and rapid weight gain in combat sport athletes preparing for competition: A systematic review. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 29(4), 441-452.
- McCarthy, D., & Berg, A. (2021). Weight loss strategies and the risk of skeletal muscle mass loss. *Nutrients*, 13(7), 2473.
- Mendes, S. H., Tritto, A. C., Guilherme, J. P. L., Solis, M. Y., Vieira, D. E., Franchini, E., ... & Artioli, G. G. (2013). Effect of rapid weight loss on performance in combat sport male athletes: does adaptation to chronic weight cycling play a role?. *British journal of sports medicine*, 47(18), 1155-1160.
- Mountjoy, M., Sundgot-Borgen, J., Burke, L., Ackerman, K. E., Blauwet, C., Constantini, N., ... & Budgett, R. (2018). International Olympic Committee (IOC) consensus statement on relative energy deficiency in sport (RED-S): 2018 update. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, 28(4), 316-331.
- Nikolaidis, M. G., Paschalis, V., Giakas, G., Fatouros, I. G., Koutedakis, Y. I. A. N. N. I. S., Kouretas, D., & Jamurtas, A. Z. (2007). Decreased blood oxidative stress after repeated muscle-damaging exercise. *Medicine and science in sports and exercise*, 39(7), 1080-1089.
- Nikolaidis, M. G., Jamurtas, A. Z., Paschalis, V., Fatouros, I. G., Koutedakis, Y., & Kouretas, D. (2008). The effect of muscle-damaging exercise on blood and skeletal muscle oxidative stress: magnitude and time-course considerations. *Sports medicine*, 38, 579-606.
- Nikolaidis, M. G., Kyparos, A., Spanou, C., Paschalis, V., Theodorou, A. A., & Vrabas, I. S. (2012). Redox biology of exercise: an integrative and comparative consideration of some overlooked issues. *Journal of Experimental Biology*, 215(10), 1615-1625.
- Ortenblad, N., Madsen, K., & Djurhuus, M. S. (1997). Antioxidant status and lipid peroxidation after short-term maximal exercise in trained and untrained humans. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 272(4), R1258-R1263.

Ørtenblad, N., Westerblad, H., & Nielsen, J. (2013). Muscle glycogen stores and fatigue. *The Journal of physiology*, 591(18), 4405-4413.

Özcan, O., Erdal, H., Çakırca, G., & Yönden, Z. (2015). Oksidatif stres ve hücre içi lipit, protein ve DNA yapıları üzerine etkileri. *Journal of Clinical and Experimental Investigations*, 6(3), 331-336.

Ozkan, I., & Ibrahim, C. H. (2016). Dehydration, skeletal muscle damage and inflammation before the competitions among the elite wrestlers. *Journal of physical therapy science*, 28(1), 162-168.

Palazzetti, S., Richard, M. J., Favier, A., & Margaritis, I. (2003). Overloaded training increases exercise-induced oxidative stress and damage. *Canadian journal of applied physiology*, 28(4), 588-604.

Parise, G., Brose, A.N., Tarnopolsky, M.A. (2005) Resistance exercise training decreases oxidative damage to DNA and increases cytochrome oxidase activity in older adults. *Experimental gerontology*, 40 (3), 173-180.

Park, S., Alencar, M., Sassone, J., Madrigal, L., & Ede, A. (2019). Self-reported methods of weight cutting in professional mixed-martial artists: how much are they losing and who is advising them?. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 16(1), 52.

Paulsen, G., Ramer Mikkelsen, U., Raastad, T., & Peake, J. M. (2012). Leucocytes, cytokines and satellite cells: what role do they play in muscle damage and regeneration following eccentric exercise?. *Exercise immunology review*, 18.

Peternejl, T. T., & Coombes, J. S. (2011). Antioxidant supplementation during exercise training: beneficial or detrimental? *Sports medicine*, 41, 1043-1069.

Petibois, C., Cazorla, G., Poortmans, J. R., & Déléris, G. (2003). Biochemical aspects of overtraining in endurance sports: the metabolism alteration process syndrome. *Sports Medicine*, 33, 83-94.

Pettersson, S., Ekström, M. P., & Berg, C. M. (2013). Practices of weight regulation among elite athletes in combat sports: a matter of mental advantage?. *Journal of athletic training*, 48(1), 99-108.

Pham-Huy, L. A., He, H., & Pham-Huy, C. (2008). Free radicals, antioxidants in disease and health. *International journal of biomedical science: IJBS*, 4(2), 89.

- Pingitore, A., Lima, G. P. P., Mastorci, F., Quinones, A., Iervasi, G., & Vassalle, C. (2015). Exercise and oxidative stress: Potential effects of antioxidant dietary strategies in sports. *Nutrition*, 31(7-8), 916-922.
- Popkin, B. M., D'Anci, K. E., & Rosenberg, I. H. (2010). Water, hydration, and health. *Nutrition reviews*, 68(8), 439-458.
- Posada-Quintero, H. F., Reljin, N., Moutran, A., Georgopalis, D., Lee, E. C. H., Giersch, G. E., & Chon, K. H. (2019). Mild dehydration identification using machine learning to assess autonomic responses to cognitive stress. *Nutrients*, 12(1), 42.
- Pross, N. (2017). Effects of dehydration on brain functioning: a life-span perspective. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 70(Suppl. 1), 30-36.
- Reale, R., Slater, G., & Burke, L. M. (2017). Acute-weight-loss strategies for combat sports and applications to Olympic success. *International journal of sports physiology and performance*, 12(2), 142-151.
- Reljic, D., Feist, J., Jost, J., Kieser, M., & Friedmann-Bette, B. (2016). Rapid body mass loss affects erythropoiesis and hemolysis but does not impair aerobic performance in combat athletes. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 26(5), 507-517.
- Reljic, D., Hässler, E., Jost, J., & Friedmann-Bette, B. (2013). Rapid weight loss and the body fluid balance and hemoglobin mass of elite amateur boxers. *Journal of athletic training*, 48(1), 109-117.
- Reljic, D., Jost, J., Dickau, K., Kinscherf, R., Bonaterra, G., & Friedmann-Bette, B. (2015). Effects of pre-competitive rapid weight loss on nutrition, vitamin status and oxidative stress in elite boxers. *Journal of Sports Sciences*, 33(5), 437-448.
- Roklicer, R., Lakicevic, N., Stajer, V., Trivic, T., Bianco, A., Mani, D., & Drid, P. (2020). The effects of rapid weight loss on skeletal muscle in judo athletes. *Journal of translational medicine*, 18(1), 1-7.
- Rydzik, Ł., & Ambroży, T. (2021). Physical fitness and the level of technical and tactical training of kickboxers. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(6), 3088.
- Sánchez-Rodríguez, M. A., & Mendoza-Núñez, V. M. (2019). Oxidative stress indexes for diagnosis of health or disease in humans. *Oxidative medicine and cellular longevity*, 2019.

- Sarniak, A., Lipińska, J., Tytman, K., & Lipińska, S. (2016). Endogenous mechanisms of reactive oxygen species (ROS) generation. *Advances in Hygiene and Experimental Medicine*, 70, 1150-1165.
- Savoie, F. A., Kenefick, R. W., Ely, B. R., Cheuvront, S. N., & Goulet, E. D. (2015). Effect of hypohydration on muscle endurance, strength, anaerobic power and capacity and vertical jumping ability: a meta-analysis. *Sports medicine*, 45, 1207-1227.
- Sawka, M. N., Cheuvront, S. N., & Carter, R. (2005). Human water needs. *Nutrition reviews*, 63, S30-S39.
- Sen, C. K. (2001). Antioxidants in exercise nutrition. *Sports Medicine*, 31, 891-908.
- Smith, M. F., Newell, A. J., & Baker, M. R. (2012). Effect of acute mild dehydration on cognitive-motor performance in golf. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(11), 3075-3080.
- Štangar, M., Štangar, A., Shtyrba, V., Cigić, B., & Benedik, E. (2022). Rapid weight loss among elite-level judo athletes: methods and nutrition in relation to competition performance. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 19(1), 380-396.
- Steen, S. N., & Brownell, K. D. (1990). Patterns of weight loss and regain in wrestlers: has the tradition changed?. *Medicine and science in sports and exercise*, 22(6), 762-768.
- Sundgot-Borgen, J., Meyer, N. L., Lohman, T. G., Ackland, T. R., Maughan, R. J., Stewart, A. D., & Müller, W. (2013). How to minimise the health risks to athletes who compete in weight-sensitive sports review and position statement on behalf of the Ad Hoc Research Working Group on Body Composition, Health and Performance, under the auspices of the IOC Medical Commission. *British journal of sports medicine*, 47(16), 1012-1022.
- Tarpey MM, Wink DA, Grisham MB (2004). Methods for detection of reactive metabolites of oxygen and nitrogen: in vitro and in vivo considerations. *American journal of physiology Regulatory, integrative and comparative physiology* 286: R431- 44.
- Tauler, P., Sureda, A., Cases, N., Aguiló, A., Rodríguez-Marroyo, J. A., Villa, G., ... & Pons, A. (2006). Increased lymphocyte antioxidant defences in response to exhaustive exercise do not prevent oxidative damage. *The Journal of nutritional biochemistry*, 17(10), 665-671.
- Theodorou, A. A., Nikolaidis, M. G., Paschalis, V., Koutsias, S., Panayiotou, G., Fatouros, I. G., ... & Jamurtas, A. Z. (2011). No effect of antioxidant supplementation on muscle

performance and blood redox status adaptations to eccentric training. *The American journal of clinical nutrition*, 93(6), 1373-1383.

Theodorou, A. A., Nikolaidis, M. G., Paschalis, V., Sakellariou, G. K., Fatouros, I. G., Koutedakis, Y., & Jamurtas, A. Z. (2010). Comparison between glucose-6-phosphate dehydrogenase-deficient and normal individuals after eccentric exercise. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 42(6), 1113-1121.

Thomas, S., Gonzalez, A. M., & Ghigiarelli, J. J. (2021). The relationship between weight cutting and the female athlete triad in combat sport athletes. *International Journal of Kinesiology and Sports Science*, 9(1), 9-14.

Todorović, N., Ranisavljev, M., Tapavički, B., Zubnar, A., Kuzmanović, J., Štajer, V., ... & Drid, P. (2021). Principles of rapid weight loss in female sambo athletes. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(21), 11356.

Turocy, P. S., DePalma, B. F., Horswill, C. A., Laquale, K. M., Martin, T. J., Perry, A. C., ... & Utter, A. C. (2011). National athletic trainers' association position statement: safe weight loss and maintenance practices in sport and exercise. *Journal of athletic training*, 46(3), 322-336.

Valko, M., Leibfritz, D., Moncol, J., Cronin, M. T., Mazur, M., & Telser, J. (2007). Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. *The international journal of biochemistry & cell biology*, 39(1), 44-84.

Vassalle, C., Lubrano, V., L'Abbate, A., & Clerico, A. (2002). Determination of nitrite plus nitrate and malondialdehyde in human plasma: analytical performance and the effect of smoking and exercise.

Venkatraman, J. T., & Pendergast, D. R. (2002). Effect of dietary intake on immune function in athletes. *Sports medicine*, 32, 323-337.

Vincent, K.R., Vincent, H.K., Braith, R.W., Lennon, S.L., Lowenthal, D.T. (2002) Resistance exercise training attenuates exercise-induced lipid peroxidation in the elderly. *European journal of applied physiology*, 87 (4- 5), 416-423.

Warrick, A., Faustin, M., & Waite, B. (2020). Comparison of female athlete triad (triad) and relative energy deficiency in sport (RED-S): a review of low energy availability, multidisciplinary awareness, screening tools and education. *Current Physical Medicine and Rehabilitation Reports*, 8, 373-384.



Weber, K. T., Sun, Y., Wodi, L. A., Munir, A., Jahangir, E., Ahokas, R. A., ... & Warrington, K. J. (2003). Toward a broader understanding of aldosterone in congestive heart failure. *Journal of the Renin-Angiotensin-Aldosterone System*, 4(3), 155-163.

Westman, E. C., Feinman, R. D., Mavropoulos, J. C., Vernon, M. C., Volek, J. S., Wortman, J. A., ... & Phinney, S. D. (2007). Low-carbohydrate nutrition and metabolism. *The American journal of clinical nutrition*, 86(2), 276-284.

Yanagawa, Y., Morimura, T., Tsunekawa, K., Seki, K., Ogiwara, T., Kotajima, N., ... & Murakami, M. (2010). Oxidative stress associated with rapid weight reduction decreases circulating adiponectin concentrations. *Endocrine journal*, 57(4), 339-345.



## EKLER

### Ek 1. Etik Kurul Onayı

|                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>T.C.</b><br><b>AKSARAY ÜNİVERSİTESİ</b><br><b>KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI                                                                            | Siklet sporcularında hızlı kilo vermenin ve almanın oksidatif stres, bağışıklık sistemi ve kas hasarına etkisi                                                                                                                                                                                                                                                                            |                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| VARSA ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| ETİK KURUL PROTOKOL NUMARASI                                                                     | 125-SBKAEK                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|                                                                                                  | İLAN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <input type="checkbox"/> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|                                                                                                  | YILLIK BİLDİRİM                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <input type="checkbox"/> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|                                                                                                  | SONUÇ RAPORU                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <input type="checkbox"/> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|                                                                                                  | GÜVENLİLİK BİLDİRİMLERİ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <input type="checkbox"/> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|                                                                                                  | DİĞER:X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <input type="checkbox"/> | 1)Helsinki Bildirgesine uyulacağına dair taahhütnameler<br>2)Araştırmanın daha önce etik kurul değerlendirmesine sunulmadığına ve etik kurul onayı olmaksızın yapılmayacağına dair taahhütname<br>3)Literatürler<br>4)Araştırmacı özgeçmişi<br>5)Başvuru formu<br>6)Bütçe formu<br>7)Anabilim dalı izni<br>8)Bilgilendirilmiş gönüllü onam formu |
| <b>KARAR BİLGİLERİ</b>                                                                           | <b>Karar No:2022/14-11</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>Tarih:15.09.2022</b>  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|                                                                                                  | Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın/çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup araştırmanın/çalışmanın başvuru dosyasında belirtilen merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına toplantıya katılan etik kurul üyelerinin oy birliği ile karar verilmiştir. |                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

## Ek 2. Tez Değerlendirme Formu

|                                                                                                                                             |                                                                                          |      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Aksaray Üniversitesi Tez Değerlendirme Formu                                                                                                |                                                                                          |      |
| Öğrencinin Adı Soyadı:                                                                                                                      |                                                                                          | EVET |
| Kapak                                                                                                                                       |                                                                                          |      |
| 1                                                                                                                                           | Tez Başlığı tutanaktaki başlıkla aynı mı?                                                |      |
| 2                                                                                                                                           | Kapaktaki ay ve yıl savunmaya girilen tarihle tutarlı mı?                                |      |
| 3                                                                                                                                           | Kapak format kılavuzdaki kapak formatına uygun mu?                                       |      |
| 4                                                                                                                                           | Kapakta yazılan tüm yazılar doğru olarak verilmiş mi?                                    |      |
| İçindekiler                                                                                                                                 |                                                                                          |      |
| 5                                                                                                                                           | Sayfa numaraları tam verilmiş mi?                                                        |      |
| 6                                                                                                                                           | Şekil, Çizelge vb. listeleri verilmiş mi? Sıralaması doğru mu?                           |      |
| 7                                                                                                                                           | Özet, Abstract, Giriş, Sonuçlar vb. bölümler var mı?                                     |      |
| 8                                                                                                                                           | Yazım hataları kontrolü yapıldı mı?                                                      |      |
| Giriş                                                                                                                                       |                                                                                          |      |
| 9                                                                                                                                           | Hazırlanan tezin önemini anlatıyor mu?                                                   |      |
| 10                                                                                                                                          | İkinci ve Üçüncü dereceden başlık içermemeli kuralına uyuldu mu?                         |      |
| Özet/Abstract                                                                                                                               |                                                                                          |      |
| 11                                                                                                                                          | Kılavuza uygun mu?                                                                       |      |
| 12                                                                                                                                          | Ay ve yıl savunmaya girilen tarihle tutarlı mı?                                          |      |
| 13                                                                                                                                          | Özet; tek sayfa, tek aralık, tek paragraf kuralına uygun olarak yazıldı mı?              |      |
| 14                                                                                                                                          | Bilim kodu, sayfa adedi, anahtar kelimeler ve tez danışmanı yazıldı mı?                  |      |
| Kaynakça                                                                                                                                    |                                                                                          |      |
| 15                                                                                                                                          | Kaynakların tamamına metin içinde atıf yapıldı mı?                                       |      |
| 16                                                                                                                                          | Kaynak formatı Kılavuzdaki kaynak formatına uygun olarak hazırlanmış mı?                 |      |
| 17                                                                                                                                          | Atıf formatı kılavuzdaki atıf formatına uygun mu?                                        |      |
| Atıf Yöntemi <input checked="" type="checkbox"/> APA 6 <input type="checkbox"/> CMS <input type="checkbox"/> İSNAD <input type="checkbox"/> |                                                                                          |      |
| Genel Değerlendirme                                                                                                                         |                                                                                          |      |
| 18                                                                                                                                          | Etik Beyan açıklaması okundu, uyuldu ve imzalandı mı?                                    |      |
| 19                                                                                                                                          | Kabul/Onay sayfası kılavuzdaki formata uygun olarak düzenlenmiş mi?                      |      |
| 20                                                                                                                                          | Kabul /Onay sayfasında belirtilen oy birliği/oy çokluğu seçeneklerinden uygun olanı      |      |
| 21                                                                                                                                          | Sayfa kenar boşluklar ve sayfa numaraları kılavuzdaki formatına uygun mu?                |      |
| 22                                                                                                                                          | Paragraf boşlukları ve metin satır aralığı kılavuza uygun olacak şekilde düzenlenmiş mi? |      |
| 23                                                                                                                                          | Başlık yazımları kılavuzdaki başlık formatlarına uygun mu?                               |      |
| 24                                                                                                                                          | Yazı tipi ve boyutu kılavuzdaki yazı tipi ve boyutu formatına uygun mu?                  |      |
| 25                                                                                                                                          | Şekil, Çizelge vb. açıklama ve numaralandırmaları kılavuzdaki formata uygun olarak       |      |

Bu tezin tarafımdan “Tez yazım kuralları” okunarak dikkatlice hazırlanmış olduğunu ve doğabilecek her türlü olumsuzluktan sorumlu olacağımı kabul ederim.

Büşra ÖZDEK