



T.C
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

HIZLI KİLO KAYBININ KUVVET VE KAS
AKTİVASYONU ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Erbil Murat AYDIN

ANTRENÖRLÜK EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
DOKTORA TEZİ

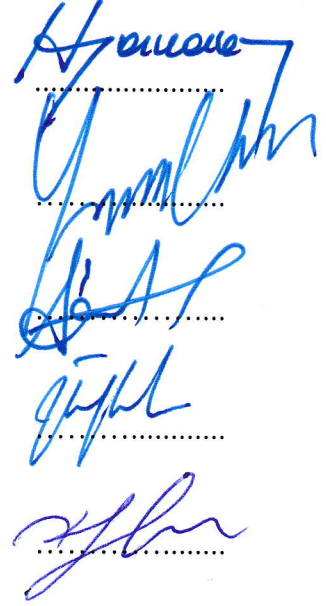
TEZ DANIŞMANI
Dr. Öğr. Üyesi Yılmaz UÇAN

Mayıs 2018
BOLU

Abant İzzet Baysal Üniversitesi
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Antrenörlük Eğitimi Anabilim Dalında Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Faruk YAMANER*
Antrenörlük Eğitimi Anabilim Dalı, Hitit Üniversitesi
Dr. Öğr. Üyesi Yılmaz UÇAN**
Antrenörlük Eğitimi Anabilim Dalı, AİBÜ
Dr. Öğr. Üyesi Ali Özkan
Antrenörlük Eğitimi Anabilim Dalı, Bartın Üniversitesi
Doç. Dr. Ünal KARLI
Beden Eğitimi ve Spor Öğretmenliği Anabilim Dalı, AİBÜ
Doç. Dr. Kerim SÖZBİR
Antrenörlük Eğitimi Anabilim Dalı, AİBÜ



Tarih: 21/05/2018

Bu tez ile AİBÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Erbil Murat AYDIN'ın Doktora derecesini onaylamıştır.

Prof. Dr. Erol AYZAZ
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

* Jüri Başkanının
** Tez danışmanı

ÖZET

HIZLI KİLO KAYBININ KUVVET VE KAS AKTİVASYONU ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Bu çalışmanın amacı 48 saat içinde en az %5'lik vücut ağırlığı kaybının kuvvet ve kas aktivasyonu üzerine etkilerini incelemektir. Çalışmaya, daha önce yarışma için kilo düşme deneyimi yaşayan 12 elit erkek mücadele sporcusu gönüllü olarak katılmıştır. Katılımcılar rastgele çapraz deney desenine göre bir hafta ara ile hem kontrol hem de deney uygulamasında yer almıştır. Performans ve kas aktivasyonu ölçümleri hızlı kilo kaybı öncesi, hızlı kilo kaybı sonrası (HKKS) ve hızlı kilo kaybı sonrası ölçümünden sonra bir buçuk saat aralıklar ile toparlanma-1 (T1), toparlanma-2 (T2) ve toparlanma-3 (T3) olmak üzere gerçekleştirilmiştir. Performans ölçümü olarak el kavrama kuvveti, dikey sıçrama yüksekliği, anerobik güç ve kassal dayanıklılık ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Kas aktivasyonları ise dikey sıçrama ve kassal dayanıklılık ölçümleri sırasında *vastus medialis* (VM), *vastus lateralis* (VL) ve *rectus femoris* (RF) kaslarından elde edilmiştir. Verilerin istatistiksel analizler için normal dağılım gösteren verilere tekrarlı ölçümlerde iki yönlü varyans analizi, normal dağılım göstermeyen verilere ise Friedman ve Wilcoxon testi uygulanmıştır.

İstatistiksel analiz sonuçlarına göre hızlı kilo kaybı sonrası el kavrama kuvveti ve dikey sıçrama yüksekliklerinde herhangi bir değişim olmadığı saptanmıştır ($p>0,05$). Anaerobik zirve güçte ise hızlı kilo kaybı sonrası istatistiksel olarak anlamlı azalma olduğu bulunmuştur ($p<0,05$). Ancak toparlanma periyodunda bu negatif etkinin ortadan kalktığı bulunmuştur ($p>0,05$). Kassal dayanıklılık performansının hızlı kilo kaybından negatif etkilendiği ve bu negatif etkinin bütün toparlanma periyodu boyunca devam ettiği saptanmıştır ($p<0,05$). Kas aktivasyonunda ise hızlı kilo kaybı sonrası anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

Sonuç olarak 48 saat içinde gerçekleştirilen %5,6'lık hızlı kilo kaybının anaerobik zirve güç ve kassal dayanıklılık performansı üzerine olumsuz etkileri olduğu bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Mücadele sporları, hızlı kilo kaybı, dehidrasyon, anaerobik güç, kassal dayanıklılık, elektromiyografi.

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF RAPID WEIGHT LOSS ON STRENGTH AND MUSCLE ACTIVATION

The purpose of this study is to investigate the effects of at least 5% body weight loss in 48 hours on strength and muscle activation. Twelve elite male combat sports athletes who previously had experience weight loss for competition participated voluntarily in this study. Participants took part in both control and experimental treatment according to the random cross-over design with a one-week interval. Performance and muscle activation measurements were performed before rapid weight loss (BRWL), after rapid weight loss (ARWL), recovery-1 (R1), recovery-2 (R2) and recovery-3 (R3). Hand grip strength, vertical jump height, anaerobic power and muscular endurance measurements were performed as performance measurements. Muscle activations were measured in *vastus medialis* (VM), *vastus lateralis* (VL) and *rectus femoris* (RF) muscles during vertical jump and muscular endurance measurements. Two-way analysis of variance (ANOVA) with repeated measures were used for normally distributed data for statistical analysis. Friedman and Wilcoxon tests were used for non-normally distributed data.

According to statistical analyses results there were no significant differences in hand grip strength and vertical jump heights ($p > 0,05$). There is a significant decrease in peak anaerobic power between BRWL and ARWL measurements ($p < 0,05$). However, this negative effect disappeared during the recovery period ($p > 0,05$). Muscular endurance performance was negatively affected by rapid weight loss and this effect continued throughout the entire recovery period ($p < 0,05$). There is no significant difference in muscle activation after rapid weight loss ($p > 0,05$).

As a result, the rapid weight loss of 5,6% in 48 hours has been found to have negative effects on anaerobic peak power and muscular endurance performance.

Key Words: Combat sports, rapid weight loss, dehydration, anaerobic power, muscular endurance, electromyography.

TEŞEKKÜR

Tez çalışmam süresince tecrübe ve bilgileriyle bana yol gösteren danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Yılmaz UÇAN'a, Sayın Doç. Dr. Ünal KARLI'ya ve Sayın Doç. Dr. Kerim SÖZBİR'e çok teşekkür ederim.

Doktora eğitimim süresince bana gerekli olan bütün destek ve imkânları sağlayan Sayın Prof. Dr. Faruk YAMANER'e çok teşekkür ederim.

Ölçümler sırasında yardımını esirgemeyen yüksek lisans öğrencisi Ali TAŞCI'ya ve çalışmaya gönüllü olarak katılan bütün sporcu arkadaşlarıma çok teşekkür ederim.

Her zaman yanımda olan babam Muharrem AYDIN'a, annem Döndü AYDIN'a, kardeşim Sinem DAYANKOÇ'a, eniştem Volkan DAYANKOÇ'a ve yeğenlerim Ayaz DAYANKOÇ ve Defne DAYANKOÇ'a çok teşekkür ederim.

Son olarak yardım ve desteğini benden hiçbir zaman esirgemeyen eşim Emel AYDIN'a ve oğlum Ozan AYDIN'a çok teşekkür ederim.

Erbil Murat AYDIN

İÇİNDEKİLER

| | |
|--|------------|
| ONAY SAYFASI | ii |
| ÖZET | iii |
| ABSTRACT | iv |
| TEŞEKKÜR | v |
| İÇİNDEKİLER | vi |
| TABLolar | ix |
| ŞEKİLLER | x |
| FOTOĞRAFLAR | xi |
| SİMGELER ve KISALTMALAR | xii |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 1.1. Problem | 3 |
| 1.2. Alt Problemler | 3 |
| 1.3. Çalışmanın Amacı | 3 |
| 1.4. Çalışmanın Önemi | 3 |
| 1.5. Araştırmanın Varsayımları | 4 |
| 1.6. Araştırmanın Sınırlılıkları | 4 |
| 1.7. Tanımlar | 4 |
| 2. GENEL BİLGİLER | 6 |
| 2.1. Mücadele Sporları | 6 |
| 2.2. Kilo Ayarlama | 6 |
| 2.2.1. Kilo kaybı yaygınlığı ve yöntemleri | 6 |
| 2.2.2. Kilo kaybının etkileri | 8 |
| 2.2.2.1. Psikolojik etkileri | 8 |
| 2.2.2.2. Fizyolojik etkileri | 8 |
| 2.2.2.3. Performans üzerine etkileri | 9 |
| 2.3. Vücutta Sıvı ve Elektrolit Dengesi | 10 |
| 2.3.1. Vücut sıvı dengesinin hormonal düzenlenmesi | 10 |
| 2.3.2. Dinlenme sırasında su dengesi | 13 |
| 2.3.3. Egzersiz sırasında su dengesi | 14 |
| 2.3.4. Dehidrasyonun etkileri | 14 |
| 2.3.5. Egzersiz sırasında elektrolit dengesi | 15 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 2.3.5.1. | Terleme ile elektrolit kaybı | 15 |
| 2.3.5.2. | İdrarla elektrolit kaybı | 16 |
| 2.4. | Yüzeysel Elektromiyografi | 16 |
| 2.4.1. | Kas fizyolojisi | 17 |
| 2.4.2. | Elektromiyografik sinyalin kaynağı | 20 |
| 2.4.2.1. | Yüzeysel EMG sinyalinin kalitesi | 22 |
| 2.4.3. | Elektrot yerleşimi ve deri yüzeyinin hazırlanması | 24 |
| 2.4.4. | EMG sinyalinin işlenmesi | 25 |
| 2.4.5. | Normalizasyon | 26 |
| 2.5. | Literatür | 27 |
| 3. | GEREÇ ve YÖNTEM | 34 |
| 3.1. | Araştırma Modeli | 34 |
| 3.2. | Araştırma Grubu | 34 |
| 3.3. | Verilerin Toplanması | 34 |
| 3.3.1. | Boy uzunluğu ve vücut ağırlığı ölçümleri | 36 |
| 3.3.2. | Vücut kompozisyonu ölçümleri | 37 |
| 3.3.3. | İdrar özgül ağırlığı ölçümleri | 38 |
| 3.3.4. | Kilo düşme protokolü | 38 |
| 3.3.5. | Kas aktivasyonu ölçümleri | 38 |
| 3.3.6. | Isınma protokolü | 40 |
| 3.3.7. | El kavrama kuvveti ölçümleri | 40 |
| 3.3.8. | Dikey sıçrama ölçümleri | 41 |
| 3.3.9. | Kassal dayanıklılık ölçümleri | 42 |
| 3.4. | İstatistiksel Analiz | 43 |
| 4. | BULGULAR | 45 |
| 4.1. | Performans Sonuçları | 50 |
| 4.2. | EMG Sonuçları | 56 |
| 5. | TARTIŞMA | 65 |
| 5.1. | Hızlı Kilo Kaybının Performans Üzerine Etkileri | 66 |
| 5.2. | Hızlı Kilo Kaybının Kas Aktivasyonu Üzerine Etkileri | 69 |
| 6. | SONUÇLAR | 70 |
| 7. | ÖNERİLER | 71 |

| | |
|---------------------|-----------|
| 8. KAYNAKLAR | 72 |
| 9. EKLER | 78 |
| 10. ÖZGEÇMİŞ | 84 |



TABLULAR

| Tablo | Sayfa |
|--|-------|
| 2.1. Dinlenme ve uzun yorucu egzersiz sırasında vücuttan su kaybının karşılaştırılması. | 14 |
| 2.2. Vücutta elektrolit konsantrasyon dağılımı. | 16 |
| 4.1. Katılımcıların tanımlayıcı özellikleri. | 45 |
| 4.2. Katılımcıların vücut ağırlığı ve idrar özgül ağırlığı aritmetik ortalamaları (N=12). | 45 |
| 4.3. Vücut ağırlıklarının karşılaştırılması. | 46 |
| 4.4. İdrar özgül ağırlıkları karşılaştırılması. | 48 |
| 4.5. Performans testleri değerlerinin aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları (N=12). | 50 |
| 4.6. El kavrama kuvveti değerlerinin karşılaştırılması. | 51 |
| 4.7. Dikey sıçrama yüksekliklerinin karşılaştırılması. | 52 |
| 4.8. Anaerobik güç değerlerinin karşılaştırılması. | 53 |
| 4.9. Kassal dayanıklılık testinden elde edilen tekrar sayılarının karşılaştırılması. | 54 |
| 4.10. Normalize EMG değerleri (N=12). | 57 |
| 4.11. Dikey sıçrama testi sırasında elde edilen VM, VL ve RF kaslarına ait normalize EMG değerlerinin karşılaştırılması. | 58 |
| 4.12. Kassal dayanıklılık ölçümü sırasında elde edilen VM, RF kaslarına ait normalize EMG değerlerinin karşılaştırılması. | 61 |
| 4.13. Kassal dayanıklılık ölçümü sırasında elde edilen VL kasına ait normalize EMG değerlerinin uygulama etkisinde karşılaştırılması. | 62 |
| 4.14. Kassal dayanıklılık ölçümü sırasında elde edilen VL kasına ait normalize EMG değerlerinin uygulama \times zaman etkisinde karşılaştırılması. | 63 |
| 4.15. Kassal dayanıklılık ölçümü sırasında elde edilen VL kasına ait normalize EMG değerlerinin zaman etkisinde karşılaştırılması. | 63 |

ŞEKİLLER

| Şekil | Sayfa |
|---|-------|
| 2.1. Sıvı dengesinin sağlanması. | 11 |
| 2.2. Egzersiz şiddetine bağlı olarak plazma ADH değişimi. | 12 |
| 2.3. Egzersiz şiddetine bağlı olarak renin aktivitesi, angiotensin II ve aldosteronun değişimi | 13 |
| 2.4. İskelet kasının yapısı. | 18 |
| 2.5. İskelet kasının band yapısı. | 19 |
| 2.6. Elektromiyografik sinyal oluşumu. | 20 |
| 2.7. Farklı sinyallerin üs tüste binerek EMG sinyalini oluşturması. | 22 |
| 2.8. Sensör yerleşiminin EMG sinyal kalitesine etkisi. | 23 |
| 2.9. Bar elektrotun kas üzerine yerleşimi | 25 |
| 2.10. EMG sensörü yerleşim noktaları. | 25 |
| 2.11. Ham EMG sinyalinin RMS analizi çıktısı. | 26 |
| 3.1. Çalışma metodolojisi | 35 |
| 3.2. Test uygulama protokolü | 36 |
| 4.1. Vücut ağırlığı değişimi. | 47 |
| 4.2. Bazal ölçümüne göre vücut ağırlığı yüzde değişim grafiği | 48 |
| 4.3. İdrar özgül ağırlığı değişimi. | 49 |
| 4.4. El kavrama kuvveti değişimi. | 51 |
| 4.5. Dikey sıçrama yüksekliklerinin değişimi. | 52 |
| 4.6. Anaerobik zirve güç değişimi. | 54 |
| 4.7. Kassal dayanıklılık tekrar sayıları değişimi. | 55 |
| 4.8. Dikey sıçrama ölçümü sırasında elde edilen VM, VL, RF kaslarının normalize EMG değerlerinin değişimi | 60 |
| 4.9. Kassal dayanıklılık ölçümü sırasında elde edilen VM, VL, RF kaslarının normalize EMG değerlerinin değişimi | 64 |

FOTOĞRAFLAR

| Fotoğraf | Sayfa |
|---|--------------|
| 3.1. Vücut ağırlığı ve boy uzunluğu ölçümleri | 37 |
| 3.2. Vücut kompozisyonu ölçümü | 37 |
| 3.3. Refraktometre cihazı | 38 |
| 3.4. Elektrotların yerleşimi | 39 |
| 3.5. Isınma | 40 |
| 3.6. El kavrama kuvveti ölçümü | 41 |
| 3.7. Aktif sıçrama | 42 |
| 3.8. Kasal dayanıklılık ölçümü | 43 |

SİMGELER ve KISALTMALAR

| | |
|-----------|--|
| % | : Yüzde |
| \bar{X} | : Aritmetik Ortalama |
| 1TM | : 1 Tekrar Maksimum |
| ADH | : Antidiüretik Hormon |
| Ark | : Arkadaşları |
| ATP | : Adenozin Trifosfat |
| cm | : Santimetre |
| DS | : Dikey Sıçrama |
| EMG | : Elektromiyografi |
| g | : Yerçekimi İvmesi |
| gr | : Gram |
| h | : Yükseklik |
| HKKS | : Hızlı Kilo Kaybı Sonrası |
| kg | : Kilogram |
| KO | : Kareler Ortalaması |
| KT | : Kareler Toplamı |
| LSD | : Least Significant Difference (En Küçük Anlamlı Fark) |
| m | : Metre |
| MİK | : Maksimum İstemli Kasılma |
| ml | : Mililitre |
| PAPw | : Peak Anaerobic Power (Zirve Anaerobik Güç) |

| | |
|----------------------|---|
| RMS | : Root Mean Square |
| SD | : Serbestlik Derecesi |
| sn | : Saniye |
| SPSS | : Statistical Package for the Social Science (Sosyal Bilimler İçin İstatistik Paket Programı) |
| SS | : Standart Sapma |
| t | : Süre |
| VO ₂ max. | : Maksimum Oksijen Tüketimi |

1. GİRİŞ

Olimpiyat oyunlarında kazanılan madalyaların yaklaşık %25'i mücadele sporlarından elde edilmektedir (1, 2). Ayrıca kick boks, MMA (Mixed Martial Arts) gibi olimpik olmayan spor branşları da dünya çapında çok büyük izleyici kitlesine sahiptir (3). Bu bağlamda, mücadele sporları ülkelerin tanıtımı için oldukça önemlidir.

Genellikle vücut ağırlığına duyarlı sporlar üç ana kategoriye ayrılabilirler. Bunlar: 1) mücadele sporları, halter gibi vücut ağırlığına göre sınıflandırmanın yapıldığı sporlar, 2) hafif vücut ağırlığının taşınmasının, yer çekimine karşı avantaj sağladığı koşu, kayak, atlamaları içeren sporlar, 3) cimnastik, buz pateni gibi vücut şeklinin önemli olduğu estetik sporlardır. Yıllarca hızlı kilo kaybı birçok sporun parçası olmuştur. Hızlı kilo kaybı, bir hafta içinde vücut ağırlığının en az %5'i kadar kilo kaybı olarak tanımlanır (4). Hızlı kilo kaybı işlemi, mücadele sporlarında da sıkça kullanılmaktadır. Mücadele sporlarında sporcular vücut ağırlıklarına göre kategori edilirler. Sporcuların hangi siklette müsabakaya katılacaklarını belirlemek için müsabakadan önce sporcuların vücut ağırlıkları belirlenmektedir. Bu nedenle antrenman dışında kilo düşme yöntemi ile de rakibe üstünlük sağlanabileceği fikri mücadele sporları ile uğraşan sporcular arasında oldukça yaygındır. Sporcular, mümkün olan en az kilo ile en fazla kuvvet, güç ve dayanıklılık üreterek rakiplerine üstünlük sağlamak isterler (5). Sporcular kilo düşerek, kendilerinden daha hafif ve daha küçük rakiplerle karşılaşmayı amaçlamaktadırlar. Bu nedenle kilo düşme işlemi çeşitli mücadele sporları ile uğraşan sporcular tarafından yaygın olarak kullanılmaktadır. Sporcular daha düşük siklette müsabakaya katılmak için genellikle müsabaka tartısından 2-3 gün önce vücut ağırlıklarını %2-10 civarında azaltmaktadırlar (6). Yaygın olarak kullanılan kilo düşme yöntemleri besin/sıvı kısıtlaması ve egzersiz ile sıvı kaybıdır. Kilo düşme yöntemleri tek başlarına veya kombine şekilde kullanılmaktadır. Sporcular tarafından kullanılan kilo düşme yöntemleri genellikle birbirine benzerdir. Örneğin güreşçiler tarafından kullanılan kilo düşme yöntemleri son 25 yılda çok az değişmiştir. Çünkü bu yöntemler güreşçilerden güreşçilere veya antrenörlerden güreşçilere geçerek devam etmiştir (7). Bir güreş sezonu boyunca tekrar eden kilo düşme işlemi kuvvet, anaerobik performans, endokrin sistemde bozulmalara yol açabilmektedir (8).

Sağlık kuruluşları tarafından uyarılar yapılmasına rağmen hızlı kilo kaybı amatör güreşçiler arasında hala yaygındır (9). Hızlı kilo düşme işleminin sağlık üzerine etkileri uzun yıllardır tartışılmaktadır. 1997 yılında müsabakaya hazırlanırken hızlı kilo kaybı ile alakalı dehidrasyon ve hipertermiye bağlı 3 güreşçi hayatını kaybetmiştir (10). Bu olaydan sonra Amerika'da bazı kurallarda değişiklik yapılmıştır. Bunlar, her sporcunun sezon öncesi vücut ağırlığı ve kompozisyonuna göre en düşük kilosunun belirlenmesi, müsabaka tartısı ile ilk müsabaka arasındaki zamanın kısaltılması, sağlığa zararlı yöntemlerin yasaklaması gibi önlemlerdir (11). Kısa süreli kilo ayarlama, fizyolojik fonksiyonlarda değişimlere neden olan vücut suyu, elektrolitler, glikojen ve yağsız dokuda azalmalara yol açar (12). Dolaşım ve solunum sisteminde, ısı düzenleme sisteminde bozulmalar, kalp atım sayısındaki artış ve dehidrasyona bağlı sorunlar hızlı kilo kaybının neden olduğu sağlık sorunları arasında yer almaktadır (13).

Diğer taraftan hızlı kilo kaybının performans üzerine etkileri de tartışılmaktadır. Literatürde hızlı kilo kaybının anaerobik güç (14), kassal dayanıklılık (15), aerobik dayanıklılık ve güç (14, 16) üzerine olumsuz etkileri olduğunu gösteren çalışmalar yer almaktadır. Bununla birlikte hızlı kilo kaybının olumsuz psikolojik etkileri olduğunu gösteren çalışmalar da literatürde yer almaktadır (17, 18).

Mücadele sporlarında müsabaka tartısı ile ilk müsabaka arasında, spor branşına göre değişen zaman aralıkları bulunmaktadır. Bu zaman aralığı uzun olan spor branşlarında yer alan sporcular daha agresif kilo düşme yöntemleri kullanabilmektedirler. Yaygın olarak kullanılan hızlı kilo düşme yöntemleri besin ve sıvı kısıtlaması, egzersiz/sauna yoluyla terleyerek sıvı kaybıdır (19).

Literatürde hızlı kilo kaybının kas aktivasyonu üzerine etkilerini inceleyen az sayıda çalışma yer almaktadır. Ayrıca hızlı kilo kaybının performans üzerine etkilerini inceleyen çalışmalar genellikle toparlanma evresi incelenmeden gerçekleştirilmiştir. Sporcuların müsabaka gününde birden fazla müsabaka yaptıkları durumlar olmaktadır. Olimpik judo, güreş ve taekwondo branşlarında sporcuların bir gün içinde yaptıkları müsabakaların sayısı yediye kadar çıkabilmektedir (2). Bu nedenle bu çalışmada hızlı kilo kaybı sonrası ve 6 saatlik toparlanma evresi boyunca hızlı kilo kaybının performans ve kas aktivasyonu üzerine etkilerinin incelenmesi amaçlanmaktadır.

1.1. Problem

Hızlı kilo kaybının kuvvet ve kas aktivasyonu üzerine etkileri bu çalışmanın problemini oluşturmaktadır.

1.2. Alt Problemler

1. Hızlı kilo kaybı el kavrama kuvvetini etkiler mi?
2. Hızlı kilo kaybı dikey sıçrama yüksekliklerini etkiler mi?
3. Hızlı kilo kaybı alt ekstremite anaerobik performansını etkiler mi?
4. Hızlı kilo kaybı alt ekstremite kassal dayanıklılık performansını etkiler mi?
5. Hızlı kilo kaybı *vastus medialis*, *vastus lateralis*, *rectus femoris* kaslarının aktivasyonlarını etkiler mi?

1.3. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı 48 saat içinde en az %5'lik vücut ağırlığı kaybının kuvvet ve kas aktivasyonu üzerine olan etkilerinin incelenmesidir.

1.4. Çalışmanın Önemi

Kilo ayarlama yöntemi mücadele sporcuları tarafından sıklıkla kullanılmaktadır. Sporcular genellikle rakiplerine avantaj sağlamak için yıl içinde birçok kez kilo düşme işlemine başvururlardır. Kilo düşme büyük oranda vücut sıvılarının azalmasından kaynaklanmaktadır. Literatürde sıvı kaybının kas aktivasyonu üzerine olan etkileri ile ilgili incelemelerin yapıldığı çalışmalar yer almaktadır. Ancak hızlı kilo kaybının kas aktivasyonu üzerine etkilerini inceleyen çalışmaların sayısı oldukça azdır. Mücadele sporlarında kassal dayanıklılık performansı büyük öneme sahiptir. Fakat hızlı kilo kaybının kassal dayanıklılık performansı üzerine etkilerini inceleyen çalışmalar da sınırlı sayıdadır. Bu nedenle yapılan bu çalışmada hızlı kilo kaybının kassal dayanıklılık ve kas aktivasyonu üzerine etkileri incelenmiş ve bu etkilerin toparlanma sürecinde nasıl değiştiği araştırılmıştır.

Bu çalışmanın bulguları doğrultusunda antrenör ve sporcular, hızlı kilo kaybının performans ve kas aktivasyonu üzerine etkileri hakkında bilgi sahibi olabilirler. Bu bilgilere göre kendilerine kilo ayarlama ile ilgili stratejiler belirleyebilirler.

1.5. Araştırmanın Varsayımları

1. Test boyunca bütün katılımcılar motive edildiğinden dolayı uygulanan testleri en üst düzey performansta gerçekleştirdikleri varsayılmıştır.
2. Katılımcıların en az 6 saat uyudukları varsayılmıştır.
3. Testler bütün katılımcılar için günün aynı saatlerinde ve aynı ortamda yapıldığından dolayı katılımcıların çevresel faktörlerden farklı etkilenmedikleri varsayılmıştır.

1.6. Araştırmanın Sınırlılıkları

1. Bu çalışmaya katılan bireyler Abant İzzet Baysal Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu öğrencileri ile sınırlıdır.
2. Araştırmaya katılan katılımcılar erkek bireylerle sınırlıdır.
3. Bu çalışmadaki katılımcılar mücadele sporları ile uğraşan milli sporcular ile sınırlıdır.
4. Bu çalışmaya katılan katılımcıların spor branşları güreş, kick boks, boks, judo ve wushu ile sınırlıdır.
5. Bu çalışmada uygulanan kilo düşme protokolü besin kısıtlaması, sıvı kısıtlaması ve egzersiz ile kilo düşme yöntemleri ile sınırlıdır.
6. Bu çalışmada yer alan testler el kavrama kuvveti testi, dikey sıçrama testi ve squat kassal dayanıklılık testi ile sınırlıdır.
7. Dikey sıçrama testi aktif sıçrama protokolü ile sınırlıdır.
8. Squat kassal dayanıklılık testi 1 tekrar maksimumun %70 şiddeti ile sınırlıdır.
9. Kas aktivasyonu ölçümleri *vastus medialis*, *vastus lateralis* ve *rectus femoris* kasları ile sınırlıdır.

1.7. Tanımlar

Dehidrasyon: Vücut sıvılarının normal seviyenin altında olması durumuna dehidrasyon denir (20).

Hızlı Kilo Kaybı: Besin/sıvı kısıtlaması ve dehidrasyonun birleşimi yoluyla müsabaka tartısından birkaç gün önce önemli derecede vücut ağırlığı azaltılması işlemidir (21).

Anaerobik Performans: Anaerobik metabolizma kullanımını içeren, kısa sürede ve yüksek şiddette sergilenen performanstır (22).

Yüzeysel Elektromiyografi: Kas kasılma ve gevşeme döngüsünde meydana gelen kas elektriksel aktivitesini ölçmek için kullanılan yöntem yüzeysel elektromiyografi denir (23).



2. GENEL BİLGİLER

2.1. Mücadele Sporları

Mücadele sporları, iki sporcunun belirlenen kurallar çerçevesinde branşına uygun teknikleri kullanarak birbirleri ile mücadele ettiği sporlar olarak tanımlanmaktadır (21). Mücadele sporlarına örnek vermek gerekirse güreş, taekwondo, judo, boks, kick boks, muay-thai, wushu, karate bunlardan en çok bilinenleridir. Olimpiyatlarda kazanılan madalyaların yaklaşık %25'ini mücadele sporları ile uğraşan sporcular kazanmaktadır (1). Olimpiyatlarda yer almayan MMA (*Mixed Martial Art*), kick boks gibi spor branşları da televizyonlar aracılığıyla milyonlarca izleyici kitlesine sahiptir (3). Bu nedenle mücadele sporları dünyada büyük bir popülariteye sahiptir.

2.2. Kilo Ayarlama

Neredeyse bütün mücadele sporlarında sporcular, müsabakalarda vücut büyüklüğü, kuvvet ve çeviklik gibi özelliklerinin eşit olmasını sağlamak ve sakatlık riskini azaltmak amacıyla vücut kütlelerine göre kategorilere ayrılırlar (1, 2, 7, 11, 12, 21, 24-26). Bu vücut ağırlığı kategorileri spor branşlarına ve cinsiyete göre farklılık gösterebilir. Birçok sporcu daha hafif, küçük ve zayıf rakiplerle karşılaşarak rakiplerine avantaj sağlamak amacıyla müsabaka tartısından birkaç gün önce akut olarak vücut ağırlıklarını azaltmaktadırlar (2, 11, 12, 24, 27, 28). Sporcuların vücut ağırlığı ölçümleri müsabakadan önce belirli bir zaman aralığında yapılır ve buna müsabaka tartısı denir (24). Genellikle sporcular müsabaka tartısından 6-24 saat sonra resmi müsabakaya çıkarlar. Bu durum, birçok sporcunun müsabaka tartısına kadar önemli derecede kilo vermesine ve resmi tartıdan sonra tekrar kaybedilen kiloyu müsabaka saatine kadar hızlı bir şekilde almasına olanak tanımaktadır (29). Ayrıca müsabakadan önce vücut ağırlığı iki siklet arasında olan sporcular alt siklette mücadele edebilmek için kilo düşme yöntemine başvurumaktadırlar.

2.2.1. Kilo kaybı yaygınlığı ve yöntemleri

Birçok çalışma mücadele sporlarında kilo düşme yönteminin yaygın olarak kullanıldığını göstermektedir (11, 30). Steen ve Brownell'in (31) Amerika'da gerçekleştirdikleri çalışmasında yer alan ve bir turnuva esnasında çalışmaya katılan

güreşçilerden, üniversiteye gidenlerin %89'u turnuva için 3 gün içinde ortalama $4,4 \pm 2,1$ kg ve liseye gidenlerin ise %70'i 4,5 gün içinde ortalama $3,3 \pm 1,8$ kg kilo kaybettiklerini belirtmişlerdir. Artioli ve ark. (11) yaptıkları çalışmaya katılan Brezilya'daki judo sporcularının, (ağır sikletler dikkate alınmamıştır) %89'u yarışma hayatı boyunca en az bir kez kilo düşerken, %82'si düzenli olarak kilo düşme yöntemine başvurduklarını belirtmişlerdir. Ayrıca kilo düşme yaygınlığının cinsiyete bağlı olmadığını belirtmişlerdir. Brito ve ark. (30) ise yaptıkları çalışmaya katılan Brezilya'daki sporcularda, düzenli olarak kilo düşen judo sporcularının oranının %62,8 ve benzer şekilde jujitsu sporcularının oranının %56,8, karate sporcularının oranının %70,8 ve taekwondo sporcularının oranının %63,3 olduğunu rapor etmişlerdir. Kurt ve Sağıroğlu'nun (32) yaptıkları çalışmaya katılan Türk genç mücadele sporcularının %44'ü bir yarışma sezonunda en az bir kez kilo düşme yöntemine başvurmaktadır. Kordi ve ark. (33) yaptıkları çalışmada yer alan İran'daki erkek güreşçilerin %62'si çalışmadan bir önceki sezonda kilo düşme yöntemlerine başvurmuşlardır. Bu kilo düşen sporculardan %73 hızlı (müsabakaya 7 veya daha az gün kala), %34'ü aşamalı olarak (%7'si hem aşamalı hem de hızlı kilo düşme yöntemine başvurmuştur) kilo düşme yöntemine başvurmuşlardır. Yine Brito ve ark. (30) yaptıkları çalışmaya katılan judo sporcularının %43,4'ü, karate sporcularının %29,2'si, taekwondo sporcularının %27,7'si ve jujitsu sporcularının %27,1'i vücut ağırlıklarının %5'inden fazla kilo kaybetmişlerdir. Verilen kilo miktarına bakıldığında, sporcuların büyük çoğunluğu vücut ağırlıklarının %2-5'ini verirken, %5-10 arası kilo verenlerin yüzdesi de oldukça yüksektir (11). Artioli ve ark. (11) yaptıkları çalışmada yer alan sporcuların ise %47,3'ü vücut ağırlıklarının %2-5 arası kilo kaybettiklerini belirtirken %38,9'u ise %5-10 arası kilo kaybettiklerini belirtmişlerdir. Yine çalışmaya katılan sporcuların büyük çoğunluğu yarışmadan önceki son 3 gün kilo düştiklerini belirtmişlerdir. Çoğu kilo düşme, müsabakadan birkaç gün önce gerçekleşmektedir (1).

Müsabaka tartısından önce kilo ayarlamak için birçok yöntem kullanılmaktadır. Bunlar;

- Enerji alımı kısıtlaması,
- Sıvı tüketimi kısıtlaması,
- Özellikle müsabaka tartısından önceki gün hiçbir şey yenmemesi,

- Egzersizin arttırılması ve terleme ile sıvı kaybı,
- Sauna kullanımı,
- Diüretiklerin kullanılması,
- Karbonhidrat ve yağ tüketiminin kısıtlanmasıdır (1, 11, 24, 34)

Bu uygulamalardan en yaygın kullanılanlar besin kısıtlaması, sıvı kısıtlaması, egzersiz ve sauna uygulamaları ile dehidrasyon yoluyla kilo kaybetmektir. Sporcular genellikle bu yöntemlerden sadece birisini değil bunların birkaçını birlikte uygulamaktadır (5). Ancak sıvı alımı kısıtlaması vücut ağırlığı azaltma yöntemlerinin temel parçasıdır (35). Özellikle müsabakadan önceki 2 günde fiziksel aktivitede artış ve düşük kalorili diyet yoğun bir şekilde uygulanmaktadır (30). Alderman ve ark. (36) yaptıkları çalışmaya katılan güreşçilerin %91,1'i koşu yoluyla kilo kaybettiklerini belirtmişlerdir.

Kusma, bağırsak temizleyici ilaç kullanımı gibi daha az kullanılan uç uygulamalar da bulunmaktadır (24, 34). Hatta uluslararası düzeydeki sporcularda, kan verme yöntemi ile kilo düşme uygulaması bile görülmektedir (24). Ayrıca diüretik ilaç kullanımı Dünya Anti-Doping Örgütü tarafından yasaklanmıştır (1).

Sporcuların, kilo düşme işleminde ana danışmanları antrenörleridir (7).

2.2.2. Kilo kaybının etkileri

2.2.2.1. Psikolojik etkileri

Müsabakadan önce kilo düşerek alt siklette mücadele eden sporcular, kilo düşmeyen sporcularla karşılaşmanın kendilerine kuvvet, güç bakımından avantaj sağladığını düşünmektedirler (12). Hızlı kilo kaybı sonucu sporcular baş dönmesi, mide bulantısı, burun kanamaları, sıcak basması, ateşlenme, oryantasyon bozukluğu, baş ağrısı gibi sorunlar yaşayabilmektedirler (36). Bunların yanı sıra hızlı kilo kaybının psikolojik etkileri de vardır. Hızlı kilo düşen sporcularda öfke, yorgunluk, gerginlik, endişe ve hafıza kaybı görülebilmektedir (5, 17, 18, 31, 37).

2.2.2.2. Fizyolojik etkileri

Mücadele sporcuları besin ve sıvı alımı kısıtlaması yoluyla hızlı kilo düşüklerinde vücut sıvısı ve enerji depolarında azalmalar yaşarlar. Bu uygulamaların yanında, sporcular kilo düşmek için egzersize de başvurduklarında terleme yoluyla sıvı

kaybı daha da artacaktır (38). Kısa süreli kilo ayarlaması, vücut ısı düzenlemesi (39, 40), kardiyovasküler fonksiyonlar ve metabolizma gibi birçok fizyolojik fonksiyonları değişmesine neden olan vücut sıvısında, elektrolitlerde, glikojen depolarında ve yağsız dokuda azalmalara neden olur (12). Kısa süreli kilo kaybı ile meydana gelen dehidrasyon sonucunda kan hacminde, plazma hacminde, toplam hemoglobin miktarında (41), eritropoietinde (42) ve kalp atım hacminde (43) azalmalar görülmektedir.

Houston ve ark.(44) yaptıkları çalışmada 4 günde %8 vücut ağırlığı kaybı sonrası, *vastus lateralis* kasında kas ATP ve kreatin fosfat konsantrasyonunun etkilenmediğini fakat kas glikojeninin %46 azaldığını göstermişlerdir. 3 saatlik toparlanma sırasında besin ve sıvı alımı ile kaybolan glikojenin sadece %14 arttığını belirtmişlerdir. Benzer şekilde Tarnopolsky ve ark. (45) 3 gün içinde vücut ağırlıklarının %5'inden biraz fazla kilo düşen güreşçilerde, *biceps brachii* kas glikojen konsantrasyonunda %54 azalma saptamışlardır.

2.2.2.3. Performans üzerine etkileri

Vücut ağırlığı kaybının sporcunun performansı üzerine avantaj ve dezavantajları konusu tartışılmaktadır (38). Yapılan çalışmalar hızlı kilo kaybının, izokinetik tork (15, 44, 46), kuvvet (14, 17, 37, 46, 47), güç (14, 17, 48), kassal dayanıklılık (15, 47), aerobik kapasite (14) üzerine olumsuz etkileri olduğunu göstermektedir. Ayrıca hızlı kilo kaybının, aerobik kapasite (44), kuvvet ve güç (49) üzerine olumsuz etkileri olmadığını gösteren çalışmalar da yer almaktadır.

Hızlı kilo kaybı ile performanstaki düşüşler, plazma kan hacmindeki azalma ve kas glikojen depolarındaki azalmalara atfedilmektedir (50). Hızlı kilo kaybı sonucu meydana gelen dehidrasyon, plazma kan hacminde azalmaya ve bu azalma da ventriküler dolum basıncında azalma ve bunun sonucunda kalp atım hızında artış ve kalp atım hacminde (*stroke volume*) yaklaşık olarak %25-30 civarında azalmaya yol açar. Sonuçta kardiyak debi ve arteriyel kan basıncındaki azalma, hızlı kilo kaybı sonucu dehidrasyona bağlı olarak meydana gelen aerobik performanstaki düşüşün sebebi olarak gösterilmektedir (51). Anaerobik performanstaki düşüşün ise kas glikojen depolarındaki azalma ve asit-baz dengesizliğinden kaynaklandığı

düşünülmektedir. Ayrıca serbest yağ asitlerindeki artış sonucu glikoliz hızındaki azalmanın da anaerobik performansı olumsuz etkilediği öne sürülmektedir (17, 52).

2.3. Vücutta Sıvı ve Elektrolit Dengesi

Homeostasis için vücut sıvı dengesi çok önemlidir. Suyun, vücutta hücrenin ihtiyacı olan maddeleri hücreye taşımak, hücreden metabolik atıkları uzaklaştırmak, vücut ısısını dengesini sağlamak ve bazı organları dış etkenlere karşı korumak gibi önemli görevleri bulunmaktadır. Vücut sıvısı su ile birlikte su içinde çözülmüş maddeleri içerir. Elektrolitler sinirsel ileti için gerekli olan elektrik özelliğe sahip olduklarından dolayı vücut sıvısında bulunan en önemli bileşenlerdendirler. Vücut sıvıları buldukları yere göre hücre içi sıvılar ve hücre dışı sıvılar olarak ikiye ayrılırlar (53).

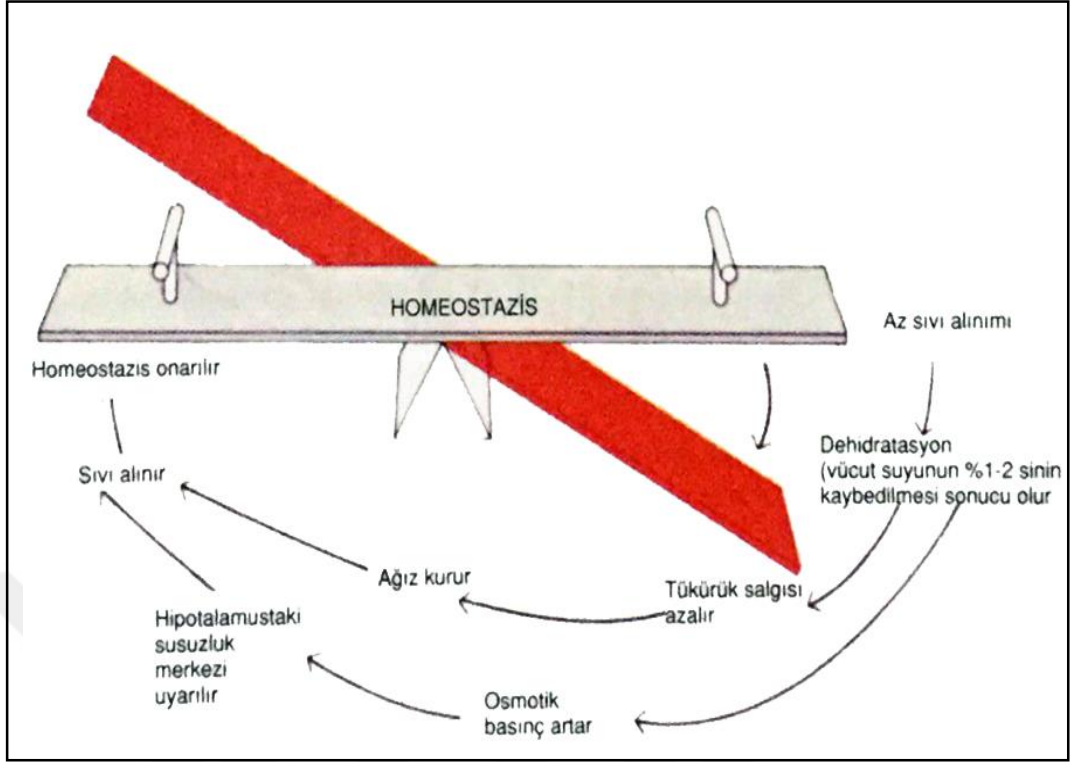
Hücre içi sıvılar: Fosfat, potasyum ve magnezyum bakımından zengin olan ve hücrenin gövde ve çekirdek kısmında bulunan sıvılardır (53).

Hücre dışı sıvılar: İçeriklerinde hücrelerin ihtiyacı olan oksijen, glikoz, yağ ve protein asitlerini içeren sıvılardır. Bu sıvılar sürekli olarak hareket halindedirler (53).

En iyi performans için vücut su ve elektrolit bileşenlerinin sabit olması gerekir. Ancak bu egzersiz sırasında her zaman mümkün değildir (54).

2.3.1. Vücut sıvı dengesinin hormonal düzenlenmesi

Normalde vücut sıvı girdisi çıktısına eşittir. Yeterince sıvı alınmaması, terleme, kusma veya diyare sonucunda sıvı çıktısı fazla olur ve sıvı dengesi bozulur. Denge bozulduğunda hipotalamus sıvı alımını uyararak sıvı dengesini düzenler (53) Şekil 2.1'de sıvı dengesinin sağlanması gösterilmiştir.



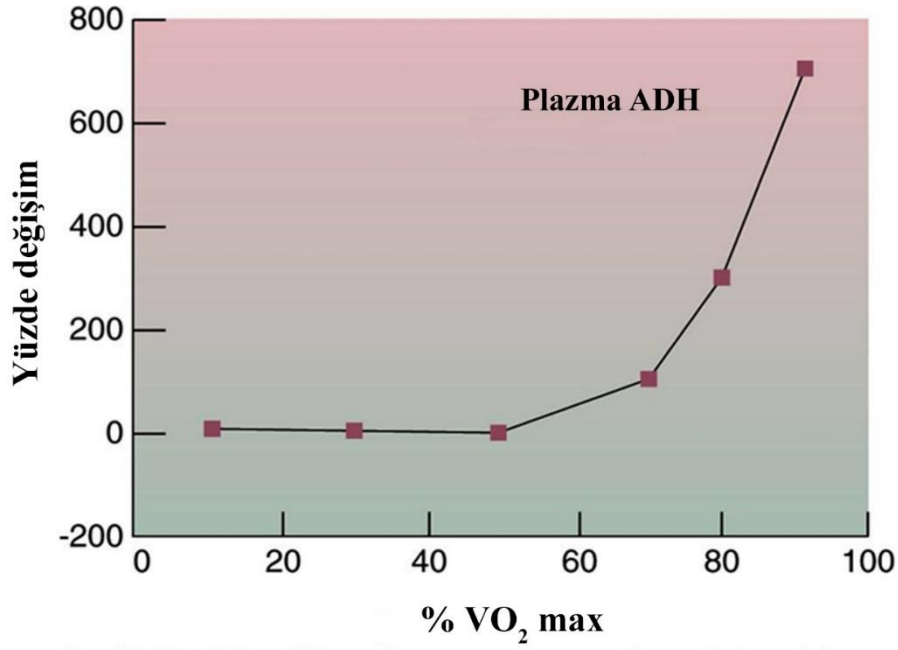
Şekil 2.1. Sıvı dengesinin sağlanması. Solomon (53)'dan alınmıştır.

Vücut sıvı dengesinin sağlanmasından sorumlu ana iki hormon antidiüretik hormon (ADH) ve aldosterondur.

ADH arka hipofiz bezinden salgılanır ve vücuttan su kaybını azaltır. ADH, vücut sıvısını korumak için böbrek tübüllerinden suyun kılcallara geri emilmesini destekler. ADH salınımını arttıran temel iki uyarıcı vardır:

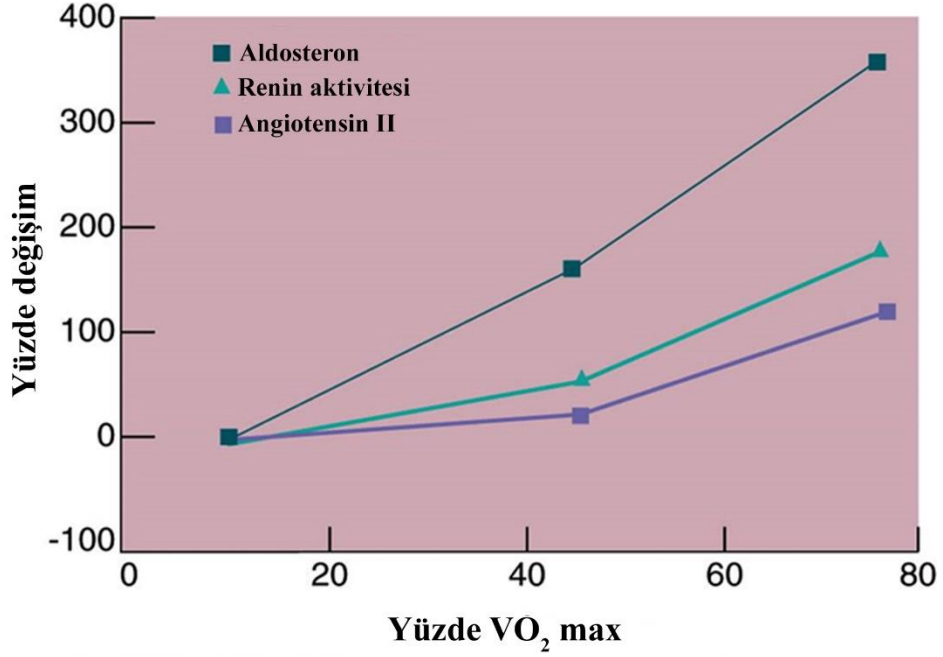
1. Kaybedilen su yerine koyulmadan meydana gelen aşırı terleme sonucu oluşan yüksek plazma ozmolalitesi,
2. Düşük plazma hacmi

Hipotalamusta interstisyel sıvının, su konsantrasyonunu algılayan ozmoreseptörler vardır. Plazma su konsantrasyonu azaldığında ozmoreseptörler küçülür ve hipotalamus ADH salınımını uyarır. Bunun sonucundan böbreklerden su kaybı azaltılır. Plazma ozmolalitesi normal ancak plazma hacmi düşük ise sol atriumdaki gerilim reseptörleri vücut sıvılarının korunması için ADH salınımını uyarır (22). Egzersiz şiddetine bağlı olarak ADH salınımı Şekil 2.2'de gösterilmiştir.



Şekil 2.2. Egzersiz şiddetine bağlı olarak plazma ADH değişimi. Powers ve Howley (22)'den alınmıştır.

Aldosteron ise böbreklerde sodyumun (Na^+) geri emilimini ve potasyum (K^+) atılımını düzenleyen önemli bir hormondur. Aldosteronun salgınımında iki kontrol seviyesi vardır. Aldosteronun böbrek üstü bezlerden salgınımı plazma K^+ tarafından kontrol edilir. Artan K^+ konsantrasyonu sonucu aldosteron salgınır ve böbreklerden K^+ iyonu atılımı uyarılır. Aldosteron salgınımını kontrol eden karmaşık bir mekanizma daha vardır. Plazma hacminde azalma, böbreklerde kan basıncında düşme veya böbreklerde artan sempatik sinir aktivitesi, renin denilen enzimin salgınmasına yol açan böbreklerdeki özel hücreleri uyarır. Renin plazmaya girerek angiotensinogenin angiotensin I'e çevrilmesine yol açar. Angiotensin I de akciğerlerdeki angiotensin çevirici enzim tarafından angiotensin II'ye dönüştürülür. Angiotensin II Na^+ geri emiliminin artmasına neden olan aldosteron salgınımını uyarır. Aldosteron ve ADH susama hissini uyararak vücut sıvı dengesinin düzenlenmesini sağlar. Hafif egzersiz sırasında plazmada renin aktivitesi veya aldosteronda çok az veya hiç değişim olmaz. Egzersiz şiddeti $\text{VO}_2 \text{ max}$ 'ın %50'sine yaklaştığında renin aktivitesi, angiotensin ve aldosteron birbirlerine paralel olarak artar (22). Şekil 2.3'de dinlenme durumuna göre artan egzersiz şiddeti ile renin aktivitesi, angiotensin II ve aldosteronun yüzde değişimi gösterilmiştir.



Şekil 2.3. Egzersiz şiddetine bağlı olarak renin aktivitesi, angiotensin II ve aldosteronun değişimi. Powers ve Howley (22)'den alınmıştır.

2.3.2. Dinlenme sırasında su dengesi

Normal dinlenme halinde vücut su miktarı göreceli olarak sabittir. Günlük su ihtiyacımızın yaklaşık %60'ı içtiğimiz içeceklerden, %30'u ise yediğimiz yiyeceklerden sağlanır. Kalan %10, metabolik olaylar sırasında hücrelerimiz tarafından üretilir. Sıvı kaybı 4 yolla gerçekleşir:

- Deriden buharlaşma
- Solunum sisteminden buharlaşma
- Böbreklerden atılım
- Kalın bağırsaktan atılım

İnsan derisi suya karşı geçirgendir. Bu nedenle deri yüzeyine difüz eden su buradan buharlaşır. Solunum ile aldığımız gazlar solunum sistemimizden geçerken sürekli olarak su tarafından nemlendirilir. Bu iki tür su kaybı biz hissetmeden gerçekleşir ve dinlenme durumunda günlük su kaybının yaklaşık %30'unu oluşturur. Su kaybının %60 gibi büyük bir kısmı böbreklerin su atması ile atık madde idrar meydana gelmesi ile gerçekleşir. Dinlenme halinde böbrekler her saat 50-60 ml su atılımı gerçekleştirir. Diğer %5 su kaybı terleme ile ve kalan %5 ise kalın bağırsaktan atılım ile meydana gelir (54).

2.3.3. Egzersiz sırasında su dengesi

Egzersiz sırasında üretilen ısının uzaklaştırılması, terleme oluşumu ve buharlaşmasına bağlıdır. Vücut sıcaklığı arttıkça terleme de artar. Fakat egzersiz sırasında oksidatif metabolizmadaki artıştan dolayı daha fazla su üretilir. Ancak bu üretilen su miktarının dehidrasyon üzerine çok küçük bir etkisi vardır. 70 kg'lık bir kişi bir saatlik şiddetli bir egzersiz sırasında 245 gr karbonhidrat metabolize edebilir. Bu da 636 gr su üretimine yol açar. Ancak aynı zaman içinde ter ile kaybedilen su miktarı 1500 ml'yi geçebilir (54). Tablo 2.1'de dinlenme ve egzersiz sırasında su kaybı kaynakları ve miktarları verilmiştir.

Tablo 2.1. Dinlenme ve uzun yorucu egzersiz sırasında vücuttan su kaybının karşılaştırılması. Willmore ve Costill (54)'den alınmıştır.

| Kaynak | Dinlenme | | Uzun Egzersiz | |
|---------------|-------------|------------|---------------|------------|
| | ml/sa | % toplam | ml/sa | % toplam |
| Deri | 14,6 | 15 | 15 | 1,1 |
| Solunum | 14,6 | 15 | 100 | 7,5 |
| Terleme | 4,2 | 5 | 1200 | 90,6 |
| İdrar | 58,3 | 60 | 10 | 0,8 |
| Dışkı | 4,2 | 5 | - | 0,0 |
| Toplam | 95,9 | 100 | 1325 | 100 |

2.3.4. Dehidrasyonun etkileri

İnsan yağsız vücut kütlelerinin yaklaşık %73'ünü oluşturan su, insan vücudu için en önemli bileşenlerden birisidir (40). Su birçok biyokimyasal süreç için organik çözücüdür ve bu sebeple performans için hidrasyon seviyesi oldukça önemlidir. Hücre içi ve hücre dışı sıvılar, solunum gazlarının transferi ve enerji metabolizması gibi fizyolojik olayları etkilerler (55). Egzersiz sırasında vücudumuz terleme yoluyla sıvı kaybeder. Sporcular sıvı ve elektrolitleri tekrar alamazlarsa dehidrasyon, elektrolit dengesizliği ve performansta bozulmalar meydana gelebilir (2). Sporcular performanslarının bozulmaması için müsabaka öncesi hidrasyon seviyelerinin normal olduğundan emin olmalıdırlar. Bazı mücadele sporlarında sporcular, gün içinde birden

çok müsabakaya çıkmaktadırlar. Bu nedenle her müsabakada kaybedilen sıvının yerine koyulması oldukça önemlidir (2). Bir turnuvada birden çok müsabakaya çıkan sporcular için bir sonraki müsabakadan önce toparlanmak, sadece performans bakımından değil ayrıca sakatlığın önlenmesi için de oldukça önemlidir (8). Terleme, egzersiz sırasında vücut sıcaklığının azaltılması için hayati öneme sahiptir. Bu sebeple terlemeyi engelleyen sebepler fizyolojik fonksiyonları ve performansı etkileyecektir (40). Egzersiz sırasında vücut ağırlığının %1'i kadar sıvı kaybedilmesi vücut iç ısısında artışa neden olur. Her %1'lik vücut ağırlığı kaybı için vücut iç ısısı 0,10-0,23°C artar (39). Bütün kilo düşme yöntemlerinde sıvı kaybı meydana gelir (35). Vücut sıvılarının normal seviyenin altında olması durumuna dehidrasyon denir (20). Sıvı kaybı sonucu oluşan dehidrasyondan bütün fizyolojik sistemler etkilenir (40). Hızlı kilo kaybının plazma ozmolalitesi üzerine etkisi kilo kaybetme yönetimine bağlıdır. Terleme ile kilo kaybetmede hiperozmotik hipovolümiya meydana gelirken diüretik kullanımı izozmotik hipovolümiya yol açar (35). Dehidrasyonda meydana gelen hipovolümiya ve hipertonicliğin, vücut ısı düzenleme ve kardiyovasküler sistemi etkilediği düşünülmektedir (35, 40). Dehidrasyon, kardiyak debi ve kalp atım hacminde azalmalara neden olur (35, 56). Dehidrasyon sonucu plazma hacminde meydana gelen azalma çalışan kaslara oksijen taşınmasını sınırlar (35). Ayrıca dehidrasyon sonucu kalp atım hızında ve iç ısıda artış meydana gelmektedir (57, 58). Sonuç olarak bakıldığında dehidrasyon sonucu meydana gelen plazma kan hacmindeki azalma, kardiyovasküler sistemdeki bozulmalara yol açmaktadır. Ayrıca dehidrasyon sonucu terleme hızında azalma ve vücut içi ısısında artışlar görülmektedir.

2.3.5. Egzersiz sırasında elektrolit dengesi

Vücuttan büyük miktarda su kaybı gerçekleşirse su ve elektrolit arasındaki denge hızlı bir şekilde bozulur (54).

2.3.5.1. Terleme ile elektrolit kaybı

Ter sodyum (Na^+), klor (Cl^-), potasyum (K^+), magnezyum (Mg^{2+}) ve kalsiyum (Ca^{2+}) içerir. Terin tadı tuzlu olmasına rağmen plazmadan çok az miktarda mineral içerir. Aslında ter %99 su içerir. Tablo 2.2'de ter, plazma ve kaslardaki elektrolit dağılımı verilmiştir (54).

Tablo 2.2. Vücutta elektrolit konsantrasyon dağılımı. Willmore ve Costill (54)'den alınmıştır.

| Yer | Elektrolitler (mEq/L) | | | | |
|--------|-----------------------|-----------------|----------------|------------------|---------------------|
| | Na ⁺ | Cl ⁻ | K ⁺ | Mg ²⁺ | Ozmolarite (mOsm/L) |
| Ter | 40-60 | 30-50 | 4-6 | 1,5-5 | 80-185 |
| Plazma | 140 | 101 | 4 | 1,5 | 295 |
| Kas | 9 | 6 | 162 | 31 | 295 |

Dayanıklılık egzersizlerinde hızı artan ter, büyük miktarda sodyum ve klor içerirken az miktarda potasyum, kalsiyum ve magnezyum içerir. Elektrolitler ter ile kaybolurken kalan iyonlar vücut dokularında yeniden dağıtılır (54).

2.3.5.2. İdrarla elektrolit kaybı

Böbrekler de vücudun elektrolit içeriğini düzenler. İdrar üretimi elektrolit kaybının ana kaynaklarından birisidir. Dinlenme anında homeostatik seviyenin korunması için gerekirse idrarla elektrolit atılımı gerçekleşir. Ancak egzersizde vücudun su kaybı artacağından, vücuttaki suyun korunması için idrar üretim hızı düşer. Böylece de elektrolit kaybı en aza iner (54).

Elektrolit miktarının yönetiminde böbrekler anahtar role sahiptir. Örneğin bir insan 250 mEq tuz (NaCl) yerse, böbrekler dengenin sağlanması için 250 mEq tuz atılımı gerçekleştirecektir. Ancak aşırı terleme ve dehidrasyon adrenal bezden aldosteron hormonunun salınımını uyaracaktır. Bu hormon, sodyumun böbrek emilimini uyarır. Sonuçta vücutta normalden daha fazla sodyum bulunur. Bu durum vücudun sodyum içeriğini artırır ve hücre dışı sıvıların sodyum ozmolaritesini artırır. Artan sodyum içeriği susama hissini tetikler. Su tüketimi hücre dışı sıvıların normal ozmolaritesine dönmesini sağlar. Ancak bu durum diğer maddelerin seyrelmesine yol açan hücre dışı sıvıların genişlemesine neden olur. Hücre dışı sıvıların genişlemesinin negatif bir etkisi yoktur ve geçici bir durumdur (54).

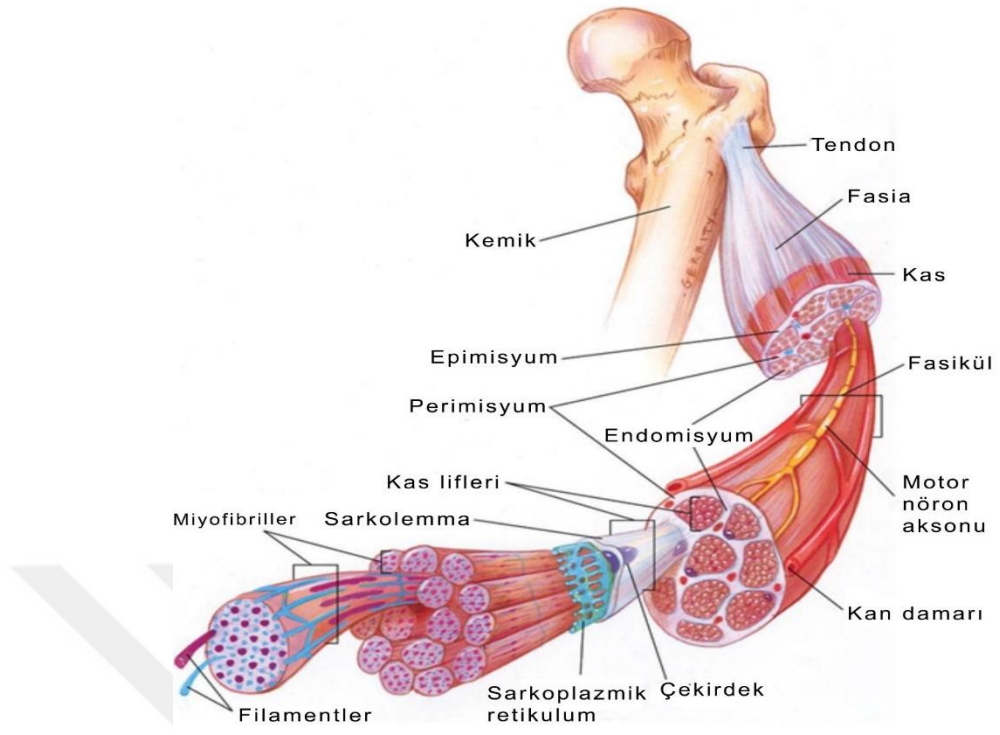
2.4. Yüzeysel Elektromiyografi

Kas kasılmaları sırasında üretilen elektriksel potansiyellerin kaydedilmesi yoluyla iskelet kaslarının aktivasyonunun incelenmesi, spor bilimi ve rehabilitasyon

alanında oldukça önemlidir (59). Bu amaçla yüzeysel elektromiyografi (sEMG) tekniği kullanılmaktadır. Kas kasılma ve gevşeme döngüsünde meydana gelen kas elektriksel aktivitesini ölçmek için kullanılan yöntem yüzeysel elektromiyografi denir (23). sEMG spor, nörofizyoloji, rehabilitasyon gibi bir çok alanda hem araştırma hem de klinik uygulamalar için kullanılmaktadır (60). Elektromiyografiyi (EMG) iyi anlamak için öncelikle kas fizyolojisini iyi anlamak gerekir (23). Bu nedenle bu bölümde kas fizyolojisinden bahsedilecektir.

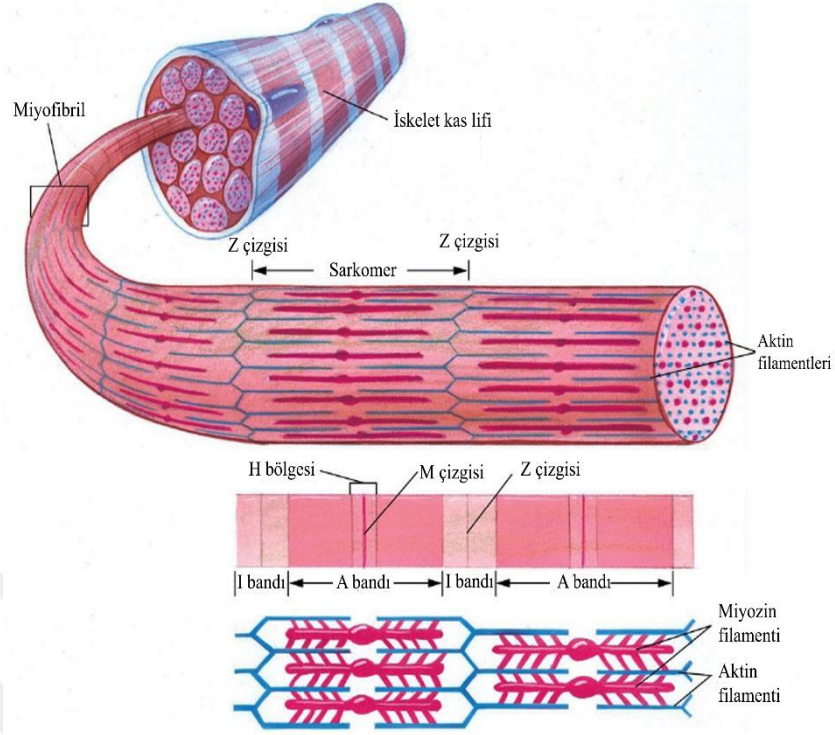
2.4.1. Kas fizyolojisi

İnsan vücudu 600' den fazla iskelet kası içermektedir (54). Her bir kas, kasın bütün yüzeyini kaplayan fasia ile birbirinden ayrılır (22). İskelet kaslarında üç ayrı bağ doku katmanı vardır. En dıştaki ve bütün kası saran katmana epimisyum denir. Epimisyumdan içeri gidildiğinde her bir kas lif demetini çevreleyen bağ dokuya perimisyum denir. Her bir kas lifi demetine fasikül adı verilir. Fasikülün içindeki her bir kas lifi endomisyum denilen bağ doku ile çevrilidir ve endomisyum her bir kas lifini birbirinden ayırır. Endomisyumun altında her bir kas lifini çevreleyen sarkolemma adı verilen bir zar yer alır. Sarkolemanın altında hücresel proteinler, organeller ve miyofibriller içeren sarkoplazma bulunur (22). Her bir kas lifi çok sayıda miyofibril içerir (54). Miyofibriller iki önemli protein filamenti içerirler. Bunlar miyozin proteininden oluşan kalın filamentler ve aktin proteininden oluşan ince filamentlerdir. Bu proteinin dizilimi iskelet kasına çizgili görünümünü verir (22). Şekil 2.4'de iskelet kasının yapısı gösterilmiştir.



Şekil 2.4. İskelet kasının yapısı. Powers ve Howley (22)'den alınmıştır.

Miyofibriller sarkomer diye adlandırılan parçalara ayrılabilirler. Sarkomerler Z çizgisi veya Z diski diye adlandırılan ince yapısal proteinlerle birbirlerinden ayrılırlar (22). Şekil 2.5'de sarkomerin band yapısı verilmiştir.



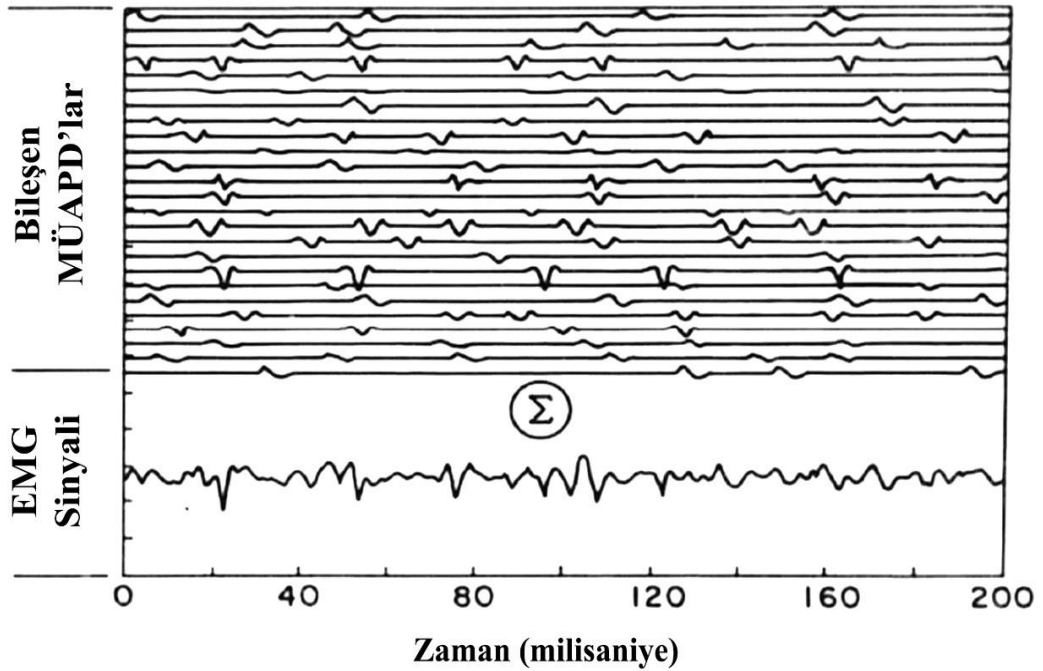
Şekil 2.5. İskelet kasının band yapısı. Powers ve Howley (22)'den alınmıştır.

Her bir kas hücresi sinir hücresinden gelen sinir lif dallarına bağlanır. Bu sinir hücrelerine motor nöronlar denir. Motor nöron ve ona bağlanan kas lifine motor ünite denir. Motor nöronlardan gelen uyarı kasılma işlemini başlatır. Motor nöron ve kas hücresinin birleştiği yere nöromusküler kavşak denir. Bu kavşakta sarkolema motor son plak denilen bir yapı oluşturur. Motor nöronların sonu kas lifi ile fiziksel bir temasta bulunmaz, nöromusküler yarık diye adlandırılan bir boşluk ile birbirlerinden ayrılırlar (22). Nöromusküler kavşağın sinir ucunda çok sayıda mitokondri ve salgı keseleri bulunur. Her salgı bezi binlerce asetilkolin içerir (61). Bir sinir uyarısı motor sinirin ucuna ulaştığında, nörotransmitter asetilkolin salınır ve asetilkolin motor son plaktaki reseptörlere bağlanır. Bu da sarkolemanın sodyum geçirgenliğini artırır ve bu durum da son plak potansiyeli denilen depolarizasyona neden olur. Son plak potansiyeli kasılma işlemini başlatır (22). Sarkolema birkez depolarize olduktan sonra repolarize olmak zorundadır. Repolarizasyon sırasında sodyum kapıları kapanır ve potasyum kapıları açılır (54). Hücreden hızlıca ayrılan potasyumlardan dolayı membran içini negatif hale getirir. Böylece membran yeni bir uyarı almaya hazır hale gelir (22). Nöromusküler kavşakta meydana gelen aksiyon potansiyeli, tüm kas lifleri

boyunca tendon bölgelerine doğru yayılır. Bu potansiyellerin toplamı motor ünite aksiyon potansiyeli (MÜAP) olarak adlandırılır ve kas kasılmasından sorumludur (59).

2.4.2. Elektromiyografik sinyalin kaynağı

MÜAP, zamansal ve konumsal olarak gelen her bir motor aksiyon potansiyellerinin (MAP) toplamı sonucu algılanan dalga formudur. Tekrarlı diziler halinde elde edilen MÜAP'ların algılanan dalga formuna da motor ünite aksiyon potansiyel dizisi (MÜAPD) denir (62). Elektromiyografi sinyalinin kaynağı MÜAP'dır (63). Bu MÜAPD'ların cebirsel toplamı sonucu elde edilen sinyale, miyoelektrik sinyal, elektromiyografik sinyal veya girişim deseni denir (Şekil 2.6). Elektromiyografik sinyalin yükseltilip kayıt edilmesi elektromiyogram olarak adlandırılır (62).



Şekil 2.6. Elektromiyografik sinyal oluşumu. De Luca (66)'dan alınmıştır.

De Luca (64) EMG sinyalini etkileyecek etmenleri nedensel, orta ve belirleyici olarak gruplamıştır.

1) Nedensel etkenler de içsel ve dışsal olarak ikiye ayrılır ve bu etmenler EMG sinyalini etkileyen temel etmenlerdir. Dışsal etkenler elektrot yapısı ve kas üzerindeki deriye yerleştirilmesinden kaynaklanan etmenlerdir. Bunlar:

- Elektrot yapısı,

- Elektrot yerleşimi,
- Elektrot yönelimidir.

İçsel etkenler ise kasın fizyolojik, anatomik ve biyokimyasal karakteristiğidir.

Bunlar:

- Kasılmanın belirli bir zamanındaki motor ünitelerin sayısı,
- Kasın lif tipi kompozisyonu,
- Kastaki kan dolaşımı,
- Kas lifi çapı,
- Elektrot algılama yüzeylerine göre kas içindeki aktif liflerin derinliği ve yeri,
- Kas elektrot yüzeyi arasındaki doku miktarıdır.

2) Orta etkenler nedensel etmenlerin bir veya birkaçından etkilenen ve bunu belirleyici etmene çeviren fiziksel ve fizyolojik fenomendir. Bunlar:

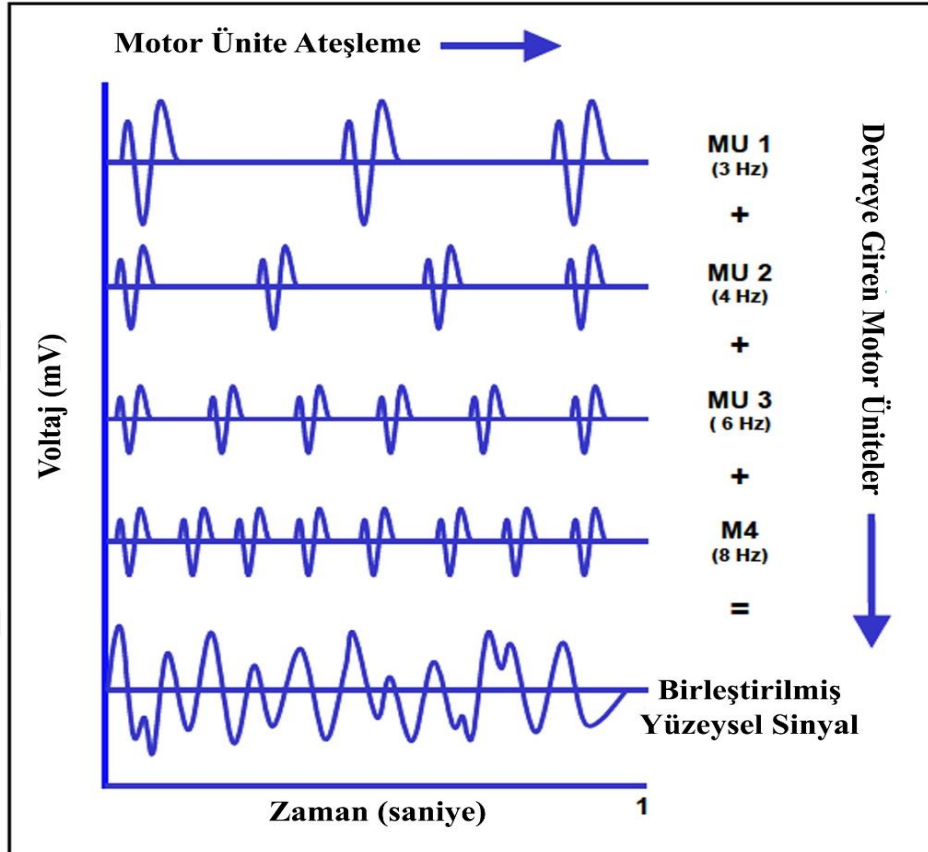
- Elektrotun *band-pass* filtreleme özelliği,
- Elektrotun algılama hacmi,
- Algılanan EMG sinyalinde aksiyon potansiyellerinin süperpozisyonu,
- Yakın kaslardan gelen *crosstalk*,
- Kas lif membranı boyunca yayılan aksiyon potansiyelinin iletim hızı,
- Elektrotun ve kas liflerinin göreceli pozisyonundan kaynaklı konumsal filtreleme etkisidir.

3) Belirleyici faktörlerin EMG sinyalindeki bilgi ve kaydedilen kuvvet üzerine doğrudan etkisi vardır. Bunlar:

- Aktif motor ünitelerin sayısı,
- Motor ünite kuvvet-geçışı (*twitch*),
- Kas lifleri arasındaki mekanik etkileşimler,
- Motor ünite ateşleme hızı,
- Algılanan motor ünitelerin sayısı,
- MÜAP'ların genlik, süre ve şekli,
- Motor ünitelerin devreye girme (*recruitment*) kararlılığıdır.

Uygulama yapan kişiler dışsal etkenleri kontrol edilebilirken içsel etkenleri kontrol edemezler (64).

Gözlemlenen sinyalin büyüklüğüne ve yoğunluğuna etki eden en önemli faktörler, devreye giren motor üniteler ve motor ünite ateşleme hızıdır. Bunlar, kasılma sürecini ayarlamak ve ilgili kasın kuvvet çıkışını ayarlamak için ana kontrol yöntemleridir. EMG sinyali ölçülen kas içinde algılanan motor ünitelerin devreye girme ve ateşleme karakteristiklerini doğrudan yansıtır (Şekil 2.7) (65).



Şekil 2.7. Farklı sinyallerin üst üste binerek EMG sinyalini oluşturması. Konrad (65)'den alınmıştır.

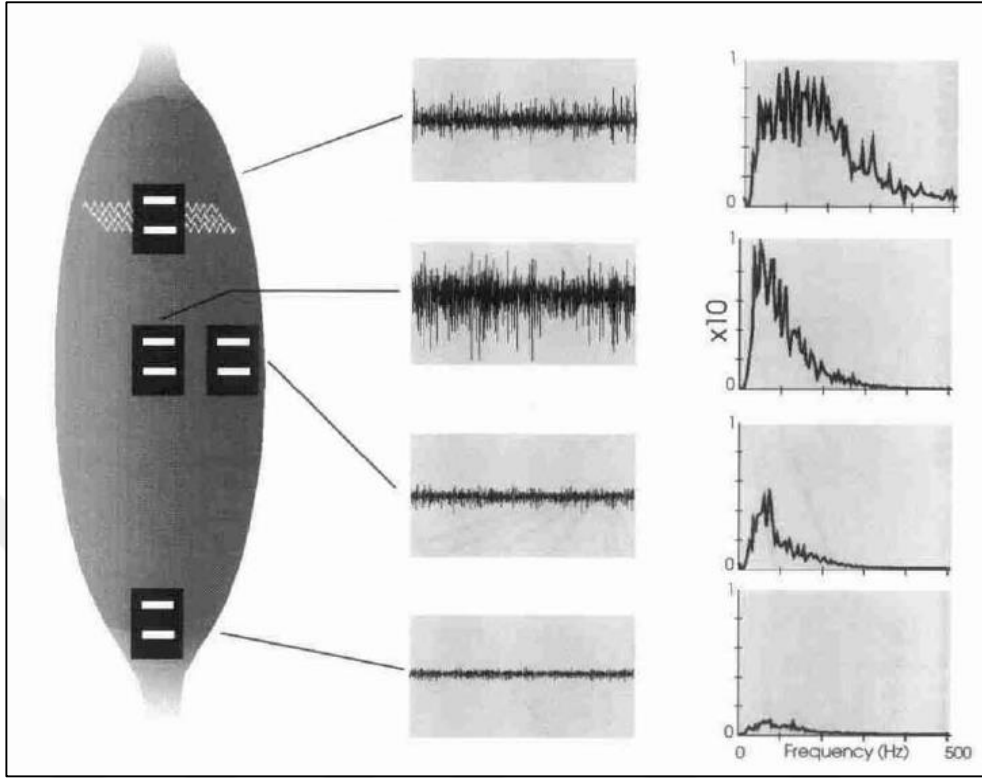
2.4.2.1. Yüzeyel EMG sinyalinin kalitesi

EMG sinyalinin kalitesi şunlara bağlıdır:

- Sensör yerine
- Sensör karakteristiğine
- Gürültü kirliliğine
- Elektrot deri etkileşmesine
- *Crosstalk*'a

Elde edilen EMG verisinin kalitesi kullanılan ekipmana, EMG sensörünün uygun yerleştirilmesine özellikle de kasın en kalın kesit alanına yerleştirilmesine

bağlıdır. Ayrıca sinyal gürültü oranının artırılması ve *crosstalk*'un azaltılması da sinyal kalitesini arttırmaktadır (66).



Şekil 2.8. Sensör yerleşiminin EMG sinyal kalitesine etkisi. De Luca (64)'den alınmıştır.

Sensör yerleşiminin elde edilen sinyal üzerine etkisi Şekil 2.8'de gösterilmiştir.

Uygun sensör yerleşimi;

- Sinyali artırır,
- Sinyal/gürültü oranını artırır,
- *Crosstalk* sinyalini azaltır.

Gürültü kirliliği ise fizyolojik gürültü, çevresel gürültü, temel gürültü ve hareket artifact gürültülerinden kaynaklanabilir (66).

Sensör karakteristiği ise sensörün yapısını temsil etmektedir. Bar elektrotlarda bar aralığı EMG sinyalinin kalitesi ve uygulanabilirlik anlamında oldukça önemlidir. Sinyal genliği bar aralığı ile doğru orantılıdır. Ancak büyük bar aralığı *crosstalk* sinyalinin artmasına neden olur (66).

Hareket artifactı en önemli gürültü kaynağıdır. Maksimum istemli kasılmanın %10'unun altındaki kasılmalarda EMG sinyalini domine edebilir. Özellikle hareket artifactından kaynaklı gürültüyü azaltmak için yüzey deri etkileşimine çok dikkat etmek gerekir. Sensörler deriye kuvvetli bir şekilde tutturulmalıdır. Deri yüzeyi

tüylerden temizlenmeli ayrıca deri yüzeyi alkol ile temizlenmelidir. Bunun dışında 20 Hz *high pass* filtre uygulanmalıdır (66).

2.4.3. Elektrot yerleşimi ve deri yüzeyinin hazırlanması

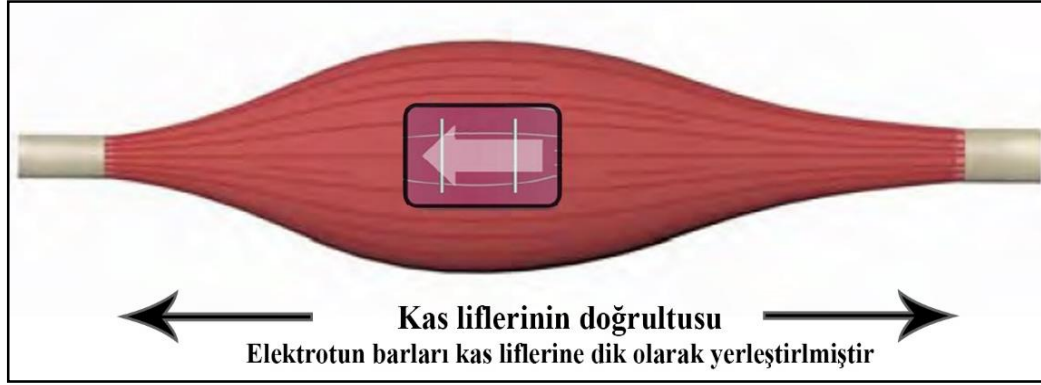
Elektrot yerleşimi ve deri yüzeyi elde edilen EMG verisini önemli derecede etkilemektedir. Deri ve elektrot arasında düşük empedans olmasını sağlamak ver elektrotun deriye sağlam bir şekilde yapıştırılması bakımından deri yüzeyi hazırlanması oldukça önemlidir. Deri yüzeyinin hazırlanış basamakları aşağıda sıralanmıştır (67):

- Kılların temizlenmesi: Jilet kullanılarak kuru deri üzerine uygulanır. Bu sırada kıllar temizlenir ve ölü deri de bir miktar deri yüzeyinden uzaklaştırılmış olur.
- Ölü derinin temizlenmesi: Ölü deri zımpara kâğıdı veya özel macunlar kullanılarak yüzeyden uzaklaştırılır. Daha sonra deri alkol ile temizlenerek deri yüzeyindeki maddeler uzaklaştırılır ve deri yüzeyi elektrot yapıştırılmasına uygun hale getirilir.

Elektrot yerleşimi elde edilen EMG sinyali etkileyen önemli etkenlerden bir tanesidir. Elektrot yerleşiminde dikkat edilmesi gereken hususlar aşağıda sıralanmıştır:

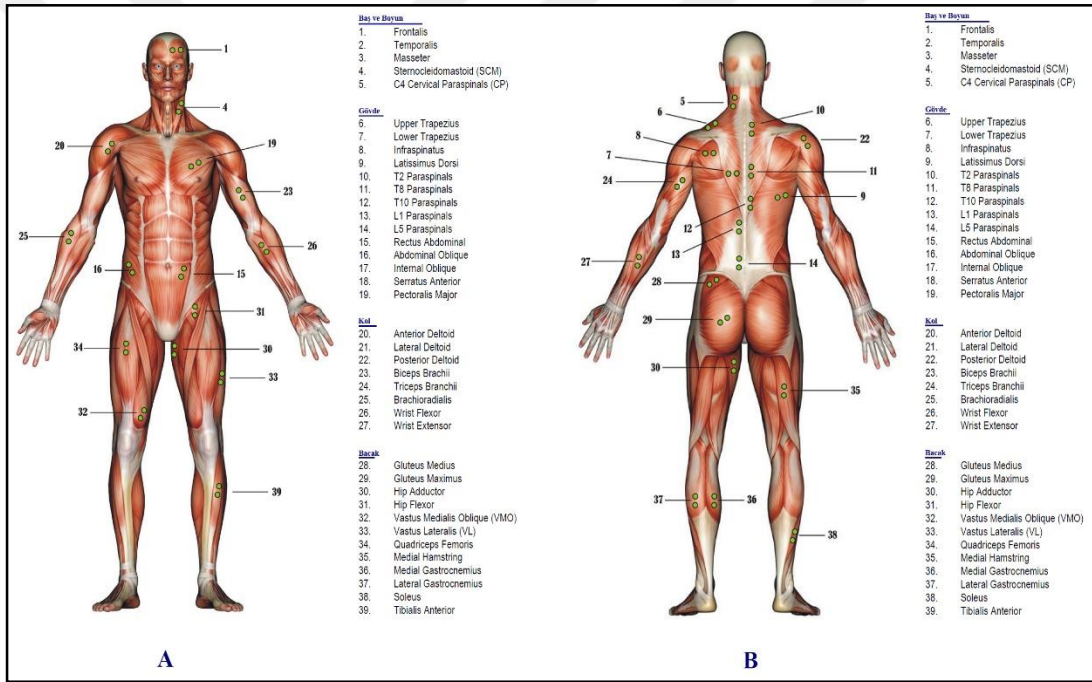
- Elektrotlar iki motor nokta arasında olacak şekilde veya bir motor nokta ve tendon bağlantıları arasında olacak şekilde yerleştirilmelidir (67).
- Bar elektrotlarda barlar kas liflerinin doğrultusuna dik olacak şekilde yerleştirilmelidir. Elektrotun uzunlamasına eksenini kas liflerine paralel olacak şekilde yerleştirilmelidir. Ayrıca sensör kasın en geniş kesit alanının merkezine yerleştirilmelidir. (68).

Şekil 2.9'da bir bar elektrotun kas üzerine yerleştirilmesi gösterilmiştir.



Şekil 2.9. Bar elektrotun kas üzerine yerleşimi.

İnsan vücudu üzerinde yüzeysel EMG elektrotlarının yerleşim noktaları ise Şekil 2.10'da gösterilmiştir.



Şekil 2.10. EMG sensörü yerleşim noktaları. Florimond (23)'denn alınmıştır.

2.4.4. EMG sinyalinin işlenmesi

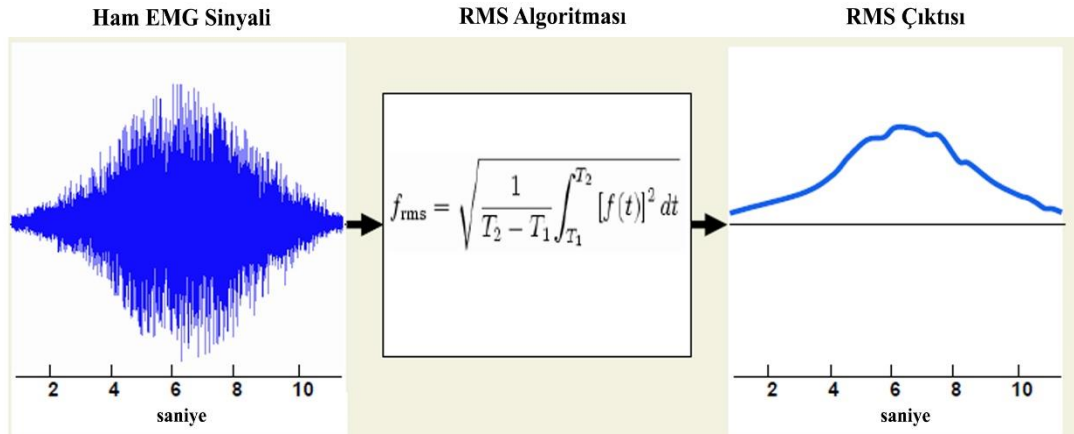
EMG sinyali, genliği sıfırın altında ve üstünde rastgele değişen zaman ve kuvvete bağlı bir sinyaldir (69). Filtrelenmemiş (yükseltici *bandpass* filtresi hariç) ve işlenmemiş algılanan birleşik EMG sinyaline ham EMG sinyali denir (65). Elde edilen ham EMG sinyalini işlemenin birçok yöntemi vardır. EMG sinyali çoğunlukla zaman boyutunda işlenmektedir. Bu anlamda kullanılan yöntemler ya *Average Rectified*

EMG, *Root Mean Square* (RMS) ya da *Linear Envelope* yöntemidir. Bu işlemede en çok kullanılan yöntemlerden bir tanesi *Root Mean Square* analizidir.

RMS belirli bir zaman veya pencere aralığında ham EMG'nin ortalama gücünün karelerinin kareköküdür. Aşağıdaki formülle ifade edilmektedir:

$$RMS = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T X^2(t) dt}$$

Average Rectified EMG, *Average Rectified Value* (ARV) olarak da ifade edilmektedir. ARV hesaplaması ya ham EMG'nin negatif kısımlarının hepsinin silinmesini (*half wave rectification*) ya da negatif kısımların terse çevrilmesini (*full wave rectification*) içermektedir. *Full wave rectification* bütün veriyi içerdiği için tercih edilmektedir (62). Bu yöntemlerden ikisi de sinyal genliği ölçümleri için uygun yöntemlerdir. ARV sinyalin altında kalan alanı ölçer ve bundan dolayı fiziksel bir anlamı yoktur. Ancak RMS sinyal gücünü temsil eder ve bu sebeple fiziksel bir anlama sahiptir. Dolayısıyla RMS yöntemi genlik analizi için daha uygundur (64). Şekil 2.11'de ham EMG sinyaline RMS analizi uygulanması sonucu elde edilen RMS çıktısı gösterilmiştir.



Şekil 2.11. Ham EMG sinyalinin RMS analizi çıktısı. De Luca (66)'dan alınmıştır.

2.4.5. Normalizasyon

EMG genliği elektrot bölgeleri, denekler ve farklı ölçüm zamanları arasında değişiklik gösterebilir. Bu sorunun üzerinden gelmenin yollarından birisi, ölçüm sırasında elde edilen EMG verisinin bir referans verisine normalize edilmesidir (65). Bu referans verisi genellikle maksimum istemli kasılma (MİK) veya kişinin gerçekleştirebildiği en güçlü kasılma verisidir. Denemeler farklı zamanlarda

gerçekleştiriliyor ve denemeler arasında elektrotlar sökülüyorsa normalizasyon yapılmalıdır (66). Bu durumda EMG verisi mutlak değer olarak volt cinsinde ifade edilmez, referans noktasına göre yüzde olarak ifade edilir.

2.5. Literatür

Serfass ve ark. (70) 11 erkek güreşçi ile yaptıkları çalışmada %5'lik hızlı kilo kaybının ve sonrasında gerçekleştirilen rehidrasyonun el kavrama kuvveti ve dayanıklılığı üzerine etkilerini incelemişlerdir. Araştırmacılar 3 gün içinde gerçekleştirilen hızlı kilo kaybının, el kavrama kuvveti kuvvet ve dayanıklılığını etkilemediğini belirtmişlerdir.

Armstrong ve ark. (71) diüretik kaynaklı dehidrasyonun koşu performansı ve VO_{2max} , kalp atım hızı üzerine etkilerini incelemişlerdir. Yapılan çalışma sonucunda, koşu öncesi diüretik kullanımına bağlı meydana gelen kilo kaybının, uzun mesafelerde (5000m ve 10000m) koşu performansını bozduğu saptanmıştır. Ancak 1500m koşu performansı, VO_{2max} , kalp atım hızı üzerine etkisi olmadığı belirtilmektedir.

Viitasalo ve ark. (72) üç farklı hızlı kilo kaybı yönteminin performans üzerine etkilerini incelemişlerdir. Bu yöntemler, sauna kullanımı, diyet ve diüretik ilaç kullanımı ve sadece diüretik ilaç kullanımı yöntemleridir. Bu çalışma sonucunda, maksimal izometrik kuvvet ve izometrik kuvvet üretme hızının, sauna yöntemi, diyet ve diüretik ilaç kullanımı yöntemi sonrası azaldığını belirtmişlerdir. Her üç yöntemden sonra dikey sıçrama yüksekliklerinin hafice arttığı saptanmıştır. Fakat en büyük artış diüretik ilaç kullanımı sonrası bulunmuştur. 15 sn. sıçrama sonrası elde edilen güç çıktısında tek artışın diyet ve diüretik ilaç kullanımı sonrası meydana geldiği belirtilmiştir.

Caterisano ve ark (73) %3'lük hızlı vücut ağırlığı kaybının anaerobik, aerobik olarak antrenmanlı ve sedanter bireyler üzere üç farklı grup üzerine etkilerini incelemişlerdir. Yapılan bu çalışmada hızlı kilo kaybının anaerobik olarak antrenmanlı ve sedanter bireylerde kassal dayanıklılık performansı üzerine olumsuz etkisi olduğunu belirtmişlerdir. Ancak aerobik olarak antrenmanlı bireylerin kassal dayanıklılık performansında hızlı kilo kaybı sonrası anlamlı bir etki olmadığını belirtmişlerdir.

Burge ve ark. (74) yaptıkları çalışmada 24 saatlik besin, sıvı kısıtlaması ve egzersiz sonrası meydana gelen dehidrasyonun ve onu takiben 2 saatlik rehidrasyonun kan değerleri, kürek performansı, kalp atım hızı ve ve VO₂ değerleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. 8 erkek kürekçinin katıldığı çalışmada, dehidrasyon sonrası vücut ağırlığında %5,16 azalma, kan plazma hacminde başlangıç değerlerine göre dehidrasyon ve rehidrasyon sonrası anlamlı derecede düşüş meydana geldiği belirtilmiştir. Dehidrasyonu takiben rehidrasyon sonrası kan plazma hacmi anlamlı derecede artmış ancak başlangıç değerine ulaşamamıştır. Ayrıca plazma laktat değerinin rehidrasyon sonrası başlangıç değerinden daha düşük olduğu saptanmıştır. Kürek performansında ise başlangıca göre dehidrasyonu takiben rehidrasyon sonrası anlamlı derecede düşüş meydana geldiği belirtilmiştir. Buna ek olarak kas glikojen kullanım oranının dehidrasyon sonrası daha az olduğu bulunmuştur.

Fogelholm ve ark. (75) 59 saatlik hızlı kilo kaybının ve 3 haftalık dereceli kilo kaybının sürat koşusu, dikey sıçrama ve anaerobik performans üzerine etkilerini incelemişlerdir. Yapılan bu çalışmada %6'lık hızlı kilo kaybı sonrası sporcular 5 saatlik toparlanma periyodu gerçekleştirmişlerdir. Toparlanma sonrası sürat koşusu, dikey sıçrama yüksekliği ve anaerobik performansın bozulmadığı belirtilmektedir.

Aydos (76) yaptığı çalışmada hızlı kilo kaybı sonrası el kavrama, sırt ve bacak kuvvetinde azalma olduğunu belirtmiştir. Ayrıca durarak dikey ve uzun atlama performansının da hızlı kilo kaybindan olumsuz etkilendiğini bulmuştur. Aerobik kapasitede hızlı kilo kaybı sonrası %4,62'lik bir düşüş meydana gelirken 16-18 saatlik toparlanma sonrası bu düşüşün %84'ünün telafi edildiğini saptamıştır.

Choma ve ark. (77) kısa süreli kilo kaybının bilişsel işlev üzerine yaptıkları çalışmada, hızlı kilo kaybının güreşçilerin ruh hal durumları ve kısa süreli hafıza üzerine negatif etkileri olduğunu fakat bu etkilerin 12 saatlik toparlanma süresi sonrası kaybolduğunu belirtmişlerdir.

Wenos ve Amato (47) 4 günlük kilo kaybı sonrası toplam vücut sıvısı, omuz *abductor* ve *adductor* kassal dayanıklılık performansında, omuz *abductor* kuvvetinde azalma olduğunu bulmuşlardır. Ancak *quadriceps* ve *hamstring* kuvvet ve kassal dayanıklılık performansında bir değişim olmadığını bulmuşlardır.

Schoffstall ve ark. (55) yaklaşık %1,5 vücut ağırlığı kaybına yıl açan sauna sonrası meydana gelen dehidrasyonun 1 tekrar maksimum bench press performansını düşürdüğünü bulmuşlardır.

Zengin (78) hızlı kilo kaybının judo sporcularında sırt, bacak, el kavrama kuvvetinin ve dikey sıçrama yüksekliklerinin düşmesine neden olduğunu belirtmişlerdir.

Degoutte ve ark. (37) judocularında bir haftalık besin ve sıvı kısıtlaması ile meydana gelen kilo kaybının fizyolojik ve psikolojik etkilerini incelemişlerdir. Katılımcılar kilo kaybı ve kontrol grubu olarak ikiye ayrılmışlardır. Ölçümler kilo kaybı öncesi, kilo kaybı sonrası müsabaka sabahında ve müsabakadan 10 dk. sonra gerçekleştirilmiştir. Yapılan bu çalışma sonucunda, kilo kaybı grubunda sol el kavrama kuvveti değerlerinde kilo kaybı sonrası, kilo kaybı öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı derecede azalma saptanmıştır. Kontrol grubunda ise herhangi bir fark bulunmamıştır.

Timpmann ve ark. (15) %5,1'lik vücut ağırlığı kaybının 1,57 rad/s ve 3,14 rad/s hızlarda izokinetik mutlak zirve torkta düşüş neden olduğunu belirtmişlerdir. Ancak vücut ağırlığına göre zirve torkta anlamlı bir fark saptanmamıştır. Ayrıca kassal dayanıklılık ölçümlerinde mutlak ve vücut ağırlığında göre toplam işte kilo kaybı sonrası düşüş olduğunu belirtmişlerdir.

Rashidlamir ve ark. (19) yaptıkları çalışmada hızlı ve kademeli kilo kaybının maksimal kuvvet ve kassal dayanıklılık üzerine etkilerini incelemişlerdir. Yapılan çalışmada 2 gruptaki katılımcılar da %4 civarında kilo kaybetmişlerdir. Hızlı kilo kaybı sonrası alt ve üst ekstremitelerde kassal dayanıklılık ve üst ekstremitelerde kuvvetinde düşüş meydana geldiğini belirtmişlerdir. Kademeli kilo düşen grup da ise herhangi bir değişim olmadığı bulunmuştur.

Artioli ve ark. (27) judo sporcuları üzerinde yaptıkları çalışmada 5 günlük hızlı kilo kaybının vücut kompozisyonu, wingate kol gücü, kan laktat ve glikoz düzeyleri ve judo performansı üzerine etkilerini incelemişlerdir. Çalışmada sporcular 5 günde %4,8 vücut ağırlığı kaybı yaşarken 4 saatlik toparlanma süresinde kaybedilen vücut ağırlığının %51'ini geri alabilmişlerdir. Yapılan bu çalışmada, %4,8'lik hızlı kilo kaybını takiben 4 saatlik bir toparlanmadan sonra, kol gücünde, judo performansında, kan laktat konsantrasyonunda olumsuz bir etki gözlenmemiştir. Her iki grupta da

toparlanma sonrası performansın zamanla iyileştiği bulunmuş ancak gruplar arası fark saptanmamıştır. Dinlenme halinde plazma glikoz konsantrasyonu kilo kaybı grubunda istatistiksel olarak daha düşük bulunmuştur.

Barbas ve ark. (8) yaptıkları çalışmada 1 haftada %6'lık kilo kaybı sonrası 5 müsabakadan oluşan Greko-Roman güreş turnuvası modellemiştir. Bu güreş turnuvası boyunca her müsabakadan önce ve sonra bazı fizyolojik ve performans değişkenlerini incelemiştir. Hızlı kilo kaybı öncesi sabah ve öğleden sonra olmak üzere iki kez bazal ölçümlerini gerçekleştirmişlerdir. Sporcular %5,1 ile %6,5 arasında kilo kaybetmişler ve müsabaka tartısından sonraki yaklaşık 12 saatlik toparlanma süresinde vücut ağırlıklarının ortalama %1,2'sini geri kazanabilmişlerdir. Müsabaka tartısı ile ilk müsabaka arasında yaklaşık 12 saatlik bir süre verilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda, ilk müsabaka öncesinde ve sonrasında dikey sıçrama, el kavrama kuvveti, kalça-sırt kuvveti ve çekme kuvvetinde bazala göre bir değişim olmadığını belirtilmiştir. Dikey sıçrama yüksekliğinde ve kalça-sırt kuvvetinde sadece 4. müsabakadan önce bazala göre azalma saptanmıştır. Çekme kuvvetinde 4. ve 5. müsabakadan önce bazala göre azalma tespit edilmiştir. El kavrama kuvvetinde ise 3.müsabakadan önce bazala göre azalma olduğu belirtilmiştir. El kavrama kuvvetindeki bu anlamlı farkın sonraki diğer müsabakalar boyunca da devam ettiği belirtilmiştir.

Martinen ve ark. (49) güreşçilerde 10 günlük hızlı kilo kaybının el kavrama kuvveti ve alt ekstremitte anaerobik gücü üzerine etkilerini incelemiştir. Yapılan bu çalışmada 10 gün sonunda katılımcıların 4'ü %0,0-1,9, 6'sı %2,0-3,9 ve 6'sı da %4,0'ün üzerinde kilo vermişlerdir. Çalışma sonucunda, hızlı kilo kaybının el kavrama kuvveti ve alt ekstremitte anaerobik gücü üzerine anlamlı düzeyde etkisinin olmadığını belirtilmiştir.

Jlid ve ark. (79) güreşçilerde 7 günlük hızlı kilo kaybının performans üzerine etkilerini incelemiştir. Yapılan bu çalışma sonucunda, %7,2'lik vücut ağırlığı kaybı sonrası izometrik el kavrama kuvveti ve sırt kuvvetinde azalma meydana geldiği belirtilmiştir.

Sagayama ve ark. (80) yapmış oldukları çalışmada hızlı vücut ağırlığı kaybının ve 12 saat içinde tekrar kilo alımının, katılımcıların vücut kompozisyonlarına ve metabolik hızlarına etkilerini incelemiştir. Bu çalışma sonucunda, katılımcılar 1

haftada vücut ağırlıklarının %6'sını kaybetmişlerdir ve 12 saatlik kilo alım periyodunda başlangıç kilolarına ulaşamamışlardır. Vücut ağırlığı sonrası toplam vücut suyunda azalma meydana gelmiş anca 12 saatlik kilo alımı periyodunda toplam vücut suyu başlangıç değerine dönmüştür. Vücut ağırlığı kaybı sonrası bazal metabolik hızda anlamlı bir fark saptanamamış fakat uyku metabolik hızı istatistiksel olarak anlamlı düzeyde azalmıştır. Uyku metabolik hızı 12 saatlik kilo alımı periyodu sonrası başlangıç değerine dönmüştür. Çalışmaya göre hızlı vücut ağırlığı kaybı sonrası vücut ağırlığındaki azalma %50,6 oranında toplam vücut suyu kaybından, %33,8'i ise yağ kütlesi kaybından kaynaklanmaktadır. Kilo alımının ise %67,5'i toplam vücut suyu artışından ve %9,2'si yağ kütlesi artışından kaynaklanmaktadır.

Rodrigues ve ark. (81) sıcak ortamda egzersiz sonucu meydana gelen dehidrasyonun, egzersiz sırasında çalışan ve çalışmayan kasların kuvvet ve kas aktivasyonları üzerine etkilerini incelemişlerdir. Egzersiz bisiklet ergometresinde gerçekleştirilmiştir. Bu nedenle çalışan kas olarak *vastus lateralis* kası ve çalışmayan kas olarak *biceps brachii* kası seçilmiştir. Yapılan bu çalışmada %2'lik dehidrasyon sonucunda diz ekstansörlerinin izometrik torkunda %15,8 azalma meydana geldiği saptanmıştır. Dirsek fleksörlerinin izometrik torkunun, *vastus lateralis* ve *biceps brachii* kaslarının kas aktivasyonlarının dehidrasyondan etkilenmediği belirtilmiştir.

Cengiz (82) yaptığı çalışmaya katılan 11 erkek güreşçi 3 gün içinde %5,03 kilo kaybetmişlerdir. Meydana gelen kilo kaybı sonrası alt ekstremitte zirve güçte kilo kaybı öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı azalma meydana gelirken 12 saatlik toparlanma sonrası kilo kaybı öncesi ile bir fark saptanmamıştır. Ayrıca kilo kaybının alt ve üst ekstremitte rölatif güç ve üst ekstremitte zirve güce bir etkisi olmadığı belirtilmiştir.

Cengiz ve ark. (83) 12 güreşçi ile yaptıkları çalışmada hızlı kilo kaybının hemoglobin, hematokrit, sodyum, kalsiyum, glikoz ve üre üzerine etkilerini incelemişlerdir. %3,89 kilo kaybı sonrası katılımcıların üre, hematokrit ve hemoglobin konsantrasyonunun artış meydana gelirken, bu değerler 12 saatlik toparlanma sonrası başlangıç değerlerine dönmüştür. Kan plazmasındaki sodyum kilo kaybı sonrası azalırken kalsiyumda artış meydana geldiği saptanmıştır. Bu değerlerin 12 saatlik toparlanma sonrası başlangıç değerlerine döndüğü belirtilmiştir. Kan plazmasındaki

glikoz konsantrasyonunda ise kilo kaybı sonrası ve 12 saatlik toparlanma sonrası başlangıca göre anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Moghaddami ve ark. (84) sauna ve egzersiz kullanılarak dehidrasyon sonucu meydana gelen hızlı kilo kaybının omuz, kalça, diz doğrusal hızı ve gövde, bacak açılma hızı ve pozisyonları üzerine etkilerini incelemişlerdir. yapılan bu çalışma sonucunda iki yöntemin de güreşçilerin incelenen biyomekanik karakteristiklerini olumsuz yönde etkilediği belirtilmiştir. Yöntemler karşılaştırıldığında ise sauna yönteminin daha olumsuz etki meydana getirdiği saptanmıştır. Ayrıca 18 saatlik toparlanma evresinin, meydana gelen olumsuz etkilerin ortadan kaldırılmasında yetersiz olduğu belirtilmiştir.

McKenna ve Gillum (85) kısa süreli dehidrasyon ve dehidrasyon sonrası toparlanma evresinde 1 saatlik gliserol tüketiminin anaerobik güç üzerine etkisini incelemişlerdir. Yapılan bu çalışmada katılımcılar 2 gruba ayrılmıştır. Kontrol grubundaki katılımcılar dehidrasyon sonrası su tüketirken deney grubundaki katılımcılar gliserol çözeltisi tüketmişlerdir. İki gruptaki katılımcılar da vücut ağırlıklarının %3'ünü kaybedene kadar sıcak ortamda koşmuşlardır. Çalışma sonucunda, ortalama 55 dakikalık dehidrasyon sonrası ve 1 saatlik su ve gliserol çözeltisi tüketimi sonrası katılımcıların anaerobik güçlerinde anlamlı bir değişim olmadığı belirtilmiştir.

Bigarda ve ark. (86) saunaya bağlı dehidrasyonun ve dehidrasyon sonrası hızlı rehidrasyonun kuvvet ve EMG aktivasyonu üzerine etkilerini incelemişlerdir. Kas kuvveti olarak maksimum istemli kasılma ve maksimum istemli kasılmanın %70 ve %25'i şiddetinde izometrik kassal dayanıklılık testi gerçekleştirilmiştir. EMG aktivasyonu ölçümleri *vastus lateralis* kasından gerçekleştirilmiştir. dehidrasyon sonrası katılımcıların vücut ağırlıklarında %2,95 azalma olduğu bulunmuştur. Yapılan çalışmaya göre hidrasyon durumunun maksimum istemli kasılma kuvveti ve %70 şiddetteki kassal dayanıklılık performansı üzerine istatistiksel olarak anlamlı bir etkisinin olmadığı belirtilmiştir. %25 şiddetteki kassal dayanıklılık performansında ise dehidrasyon sonrası %23 azalma saptanmıştır. Rehidrasyon sonrası ise bu performansta %8 iyileşme olmasına rağmen, normal hidrasyon seviyesindeki değere ulaşamamıştır. Kas yorgunluğu ile ilişkili EMG değişimlerinin dehidrasyon sırasında daha erken meydana geldiği saptanmıştır.

Evetovich ve ark. (87) 48 saatlik dehidrasyonun ön kol fleksör kaslarının tork ve *biceps brachii* kasının EMG genlikleri üzerine etkilerini incelemişlerdir. Katılımcılar 48 saat içinde vücut ağırlıklarını %2,9 azaltmışlardır. Çalışma sonucunda, ön kol tork değerlerinin ve *biceps brachii* EMG genliklerinin dehidrasyondan etkilenmediği belirtilmiştir.

Hayes ve Morse (88) dehidrasyonun kuvvet, güç ve EMG aktivitesi üzerine etkilerini incelemişlerdir. EMG aktivasyonu ölçümleri, maksimal izometrik kuvvet ölçümleri sırasında vastus lateralis kasından gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada katılımcılar, 48,5°C sıcaklık ve %50 nemli ortamda 20 dakikalık yaşa bağlı hesaplanan kalp atım hızının %80'i şiddetinde koşarak dehidrasyona uğramışlardır. 20 dakikalık koşu 5 kez tekrarlanarak kademeli olarak artan dehidrasyon meydana getirilmiştir. Her koşu periyodu sonrasında yaklaşık 40 dk. süren performans testleri gerçekleştirilmiştir. Çalışma boyunca katılımcıların herhangi bir şey yiyip içmelerine izin verilmemiştir. Katılımcılar vücut ağırlıklarını bazal ölçümüne göre, birinci koşu sonrası %1,1, ikinci koşu sonrası %1,9, üçüncü koşu sonrası %2,6, dördüncü koşu sonrası %3,3 ve beşinci koşu sonrası % 3,9 azaltmışlardır. Katılımcıların dikey sıçrama performanslarında, 120° s⁻¹ açısal hızında gerçekleştirilen maksimal izometrik kuvvette ve EMG aktivitelerinde bazala göre anlamlı bir fark saptanmamıştır. Katılımcıların maksimal izometrik kuvvetleri ise bazala göre bütün ölçümlerde daha düşük bulunmuştur. Katılımcıların 30° s⁻¹ açısal hızda gerçekleştirilen maksimal izometrik kuvvetlerinde ise üçüncü ve sonraki ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır.

Costill ve ark. (89) farklı dehidrasyon seviyelerinin kas suyu ve elektrolitler üzerine etkilerini incelemişlerdir. Katılımcılar vücut ağırlıklarını %2,2, %4,1 ve %5,8 azaltmışlardır. Yapılan bu çalışma sonucunda ortalama kas suyu ve plazmada azalma olduğunu belirtmişlerdir. Elektrolitler incelendiğinde ise kas sodyum ve klorüründe dehidrasyona bağlı değişim olmadığı, magnezyumda ise %12 azalma olduğu saptanmıştır. Hesaplanan dinlenme membran potansiyeline göre su ve elektrolit kaybı, kas hücre uyarlabilirliğini değiştirmediği belirtilmiştir.

3. GEREÇ ve YÖNTEM

3.1. Araştırma Modeli

Bu çalışmada hızlı kilo kaybının kuvvet ve kas aktivasyonu üzerine etkilerinin incelenmesi için deneme modellerinden birisi olan çapraz deney deseni modeli kullanılmıştır.

3.2. Araştırma Grubu

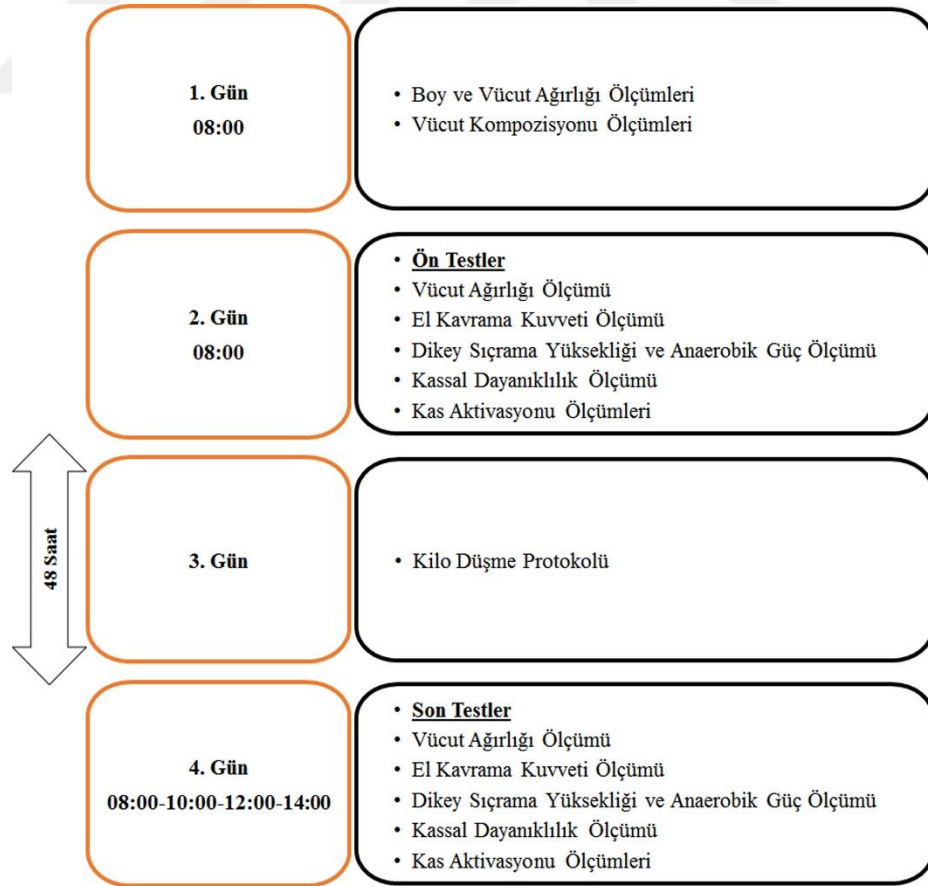
Bu çalışmaya Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulunda öğrenim gören (2017-2018 öğretim yılı) ve yaşları 18-27 yaş arası olan mücadele sporları (6 güreş, 3 kick boks, 1 judo, 1 boks, 1 wushu) ile uğraşan 12 erkek milli sporcu katılmıştır. Bu çalışma, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu tarafından etik olarak uygun bulunmuştur (Tarih: 23/06/2017, Sayı: 160)(Ek-1).

Araştırmaya başlamadan önce katılımcılar ile toplantı yapılarak; araştırmanın amacı, süresi, araştırmada uygulanacak testler, çalışma esnasında oluşabilecek olası riskler ve çalışmadan elde edilecek yararlar hakkında detaylı bilgi verilmiştir. Daha sonra çalışmaya katılacak olan katılımcılar gönüllü olduklarını belirten ve çalışma hakkında ayrıntılı bilgileri içeren Helsinki bildirgesine uygun olarak hazırlanan formu okuyarak imzalamışlardır (Ek-2). Çalışmaya başlamadan önce, test protokollerinde öğrenme etkisinin ortadan kaldırılması için iki hafta boyunca haftada 2 gün katılımcılara, uygulanacak testlerin alıştırmaları yapılmıştır.

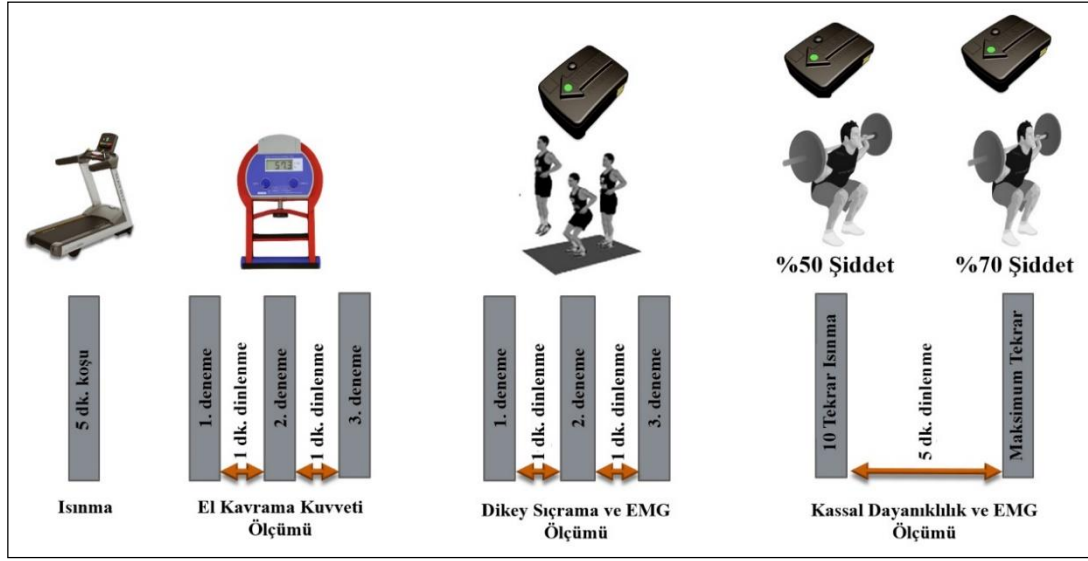
3.3. Verilerin Toplanması

Bu araştırmada ilk aşamada katılımcılarla bir araya gelinerek test protokolleri, test araçları ve yapılacak uygulamalar anlatılmıştır. Daha sonra katılımcılarla 2 hafta uygulanacak testlerin alıştırmaları gerçekleştirilmiştir. Alıştırma periyodu süresi içerisinde, katılımcıların squat testinde kaldırabildikleri 1 tekrar maksimum (1TM) belirlenmiştir. Daha sonra katılımcılar rastgele ikişerli olarak gruplara ayrılmış ve gruplar da rastgele 6 katılımcı kontrol uygulamasında 6 katılımcı deney uygulamasında yer alacak şekilde belirlenmiştir. Alıştırmalar ve 1TM belirleme çalışmaları bittikten sonra iki kişilik gruplar halinde çalışmaya başlanmıştır. İlk ölçüm gününden önce katılımcıların boy uzunluğu, vücut ağırlığı ve vücut yağ yüzdeleri

(VYY) ölçülmüştür. Vücut ağırlığı ölçümleri çalışmanın 1. ve 3. gününde de tekrarlanmıştır. 1. gün bazal (ön-test) ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Mücadele sporlarında müsabaka tartısı genellikle sabah 08:00'da başladığından dolayı bazal ölçümleri sabah 08:00-09:00 arasında gerçekleştirilmiştir. Bazal ölçümlerinden sonra kilo düşme uygulamasında yer alan katılımcılar, 48 saat içinde en az %5'lik vücut ağırlığı azaltma protokolüne başlamışlardır. Kontrol uygulamasında yer alan katılımcılar ise herhangi bir uygulama gerçekleştirilmemişlerdir. 3. gün sabah 08:00-09:00 arasında ise iki uygulamada da yer alan katılımcılar için hızlı kilo kaybı sonrası (HKKS) ölçümleri gerçekleştirilmiştir. HKKS ölçümlerinden sonra kilo düşme uygulamasında yer alan katılımcılar besin ve sıvı tüketimine başlamışlardır. 3. Gün HKKS ölçümünün bitiminden sonra (10:00-11:00, 12:00-13:00, 14:00-15:00) 3 ölçüm daha toparlanma ölçümleri olarak gerçekleştirilmiştir. Toparlanma ölçümleri arasında katılımcılara aynı besinler verilmiştir. Daha sonra katılımcılar 6 gün dinlendirilmiş ve 7. gün uygulama değiştirerek aynı test protokolü gerçekleştirilmiştir. Çalışma metodolojisi Şekil 3.1'de verilmiştir.



Şekil 3.1. Çalışma metodolojisi



Şekil 3.2. Test uygulama protokolü

Katılımcılara uygulanan bütün ölçümler aynı araştırmacı tarafından yapılmıştır. Ayrıca bütün ölçümler aynı ölçüm aletleriyle, aynı spor salonunda yapılmıştır. Katılımcılar bütün performans testleri sırasında sözlü olarak motive edilmiştir. Aşağıda bu çalışmada kullanılan veri toplama araçları ve test protokolleri verilmiştir.

3.3.1. Boy uzunluğu ve vücut ağırlığı ölçümleri

Katılımcıların boy uzunlukları "*Seca 700, Medical Scales and Measuring Systems, Hamburg-GERMANY*" marka cihaz kullanılarak ölçülmüştür. Katılımcıların boy uzunlukları, vücut ağırlığı her iki bacak üzerinde dengeli biçimde dağılacak durumda bulunan katılımcıların başları "*Frankfort Horizontal Plan*" pozisyonunda, kollar vücudun yan tarafında ve avuç içleri bacaklara dönük olacak şekilde duruyorlarken alınmıştır. Ölçüm esnasında katılımcıların; çıplak ayakla, ayakları kapalı, başlarının arkası ve sırtın ölçüm aletine bitişik durumda olmasına, derin bir nefes aldıktan sonra en yüksek boya ulaşma esnasında ölçümün yapılmasına dikkat edilmiştir (90).

Katılımcıların vücut ağırlığı ölçümleri "*Seca 700, Medical Scales and Measuring Systems, Hamburg-GERMANY*" markalı baskül kullanılarak yapılmıştır. Ölçüm öncesinde cihazın kalibrasyonu yapılmıştır (90).



Fotoğraf 3.1. Vücut ağırlığı ve boy uzunluğu ölçümleri

3.3.2. Vücut kompozisyonu ölçümleri

Katılımcıların vücut kompozisyonu ölçümleri, Tanita (BC-418 MA) vücut yağ analizöründe çıplak ayakla ve üzerlerinde şort varken gerçekleştirilmiştir.



Fotoğraf 3.2. Vücut kompozisyonu ölçümü

3.3.3. İdrar özgül ağırlığı ölçümleri

Katılımcıların hidrasyon düzeylerinin belirlenmesi için sabah hızlı kilo kaybı öncesi ve hızlı kilo kaybı sonrası ölçümlerinde sabah mesanede en az 4 saat beklemiş ilk idrar alınmıştır. Gün içindeki ölçümleri sırasındaki hidrasyon düzeylerinin belirlenmesi için ise ölçümlerden hemen önce katılımcıların idrarları alınmıştır. İdrar örnekleri steril kaplarda alınmış ve 2 saat içinde refraktometre cihazı ile analizleri yapılmıştır.



Fotoğraf 3.3. Refraktometre cihazı

3.3.4. Kilo düşme protokolü

Katılımcılar 48 saat içinde vücut ağırlıklarının en az %5'lik bir kısmını aşağıdaki yöntemler ile azaltmışlardır:

- Besin kısıtlaması
- Sıvı kısıtlaması
- Egzersiz ile sıvı kaybı

3.3.5. Kas aktivasyonu ölçümleri

Kas aktivasyonu ölçümleri dikey sıçrama ve squat kassal dayanıklılık ölçümleri sırasında *vastus medialis*, *vastus lateralis* ve *rectus femoris* kaslarından gerçekleştirilmiştir. Kas aktivasyonu ölçümleri katılımcıların daha önce belirlenen dominant bacaklarından gerçekleştirilmiştir. Dominant bacağı belirlemek için her iki bacakla, tek bacak 10 adım sıçrama testi gerçekleştirilmiştir. Hangi bacakta en uzun mesafe gidildi ise o bacak dominant bacak olarak kayıt edilmiştir. Kas aktivasyonu ölçümleri Trigno™ kablosuz EMG sistemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Trigno, Delsys, USA). Elektrotlar yapıştırılmadan önce ilgili kasın en geniş kesit alanı

belirlenmiş ve asetat kalemı ile bu nokta işaretlenmiştir. Her ölçümün aynı noktadan alınması için belirlenen elektrot yapıştırma noktalarının patellaya olan uzaklıkları ölçülmüş ve not edilmiştir. İşaretlenen bölgedeki kıllar yüzey impedansını en aza indirmek için jilet ile kesilmiş, zımpara kâğıdı ile ölü deri uzaklaştırılmış ve daha sonra etil alkol ile bölge temizlenmiştir. Elektrotlar belirtilen kasların en geniş kesit alanına kas liflerine paralel olacak şekilde yerleştirilmiştir. Elektrotlar kasa çift taraflı bant ile yapıştırılmıştır. Ayrıca hareket sırasında elektrotların sallanmasından meydana gelebilecek artifactları engellemek için elektrotlar üzerinden bir bant ile elektrotlar bacağa sabitlenmiştir. EMG verileri 20-450 Hz *bandpass* filtre uygulanarak ve 2kHz örneklem frekansında toplanmıştır. Toplanan ham verilerin EMGworks® 4.3.2 (Delsys, USA) yazılımında *root mean square* (RMS) hesaplamaları dikey sıçrama için 25 ms ve squat için ise 200 ms pencere aralığında yapılmıştır. Elde edilen ham verilerin katılımcılar oturur pozisyonda diz eklemi tam ekstansiyondayken elde edilen verilere normalize edilmiştir. Dikey sıçrama ölçümleri sırasında elde edilen zirve, kassal dayanıklılık ölçümleri sırasında elde edilen ortalama normalize RMS değerleri kayıt edilmiştir.



Fotoğraf 3.4. Elektrotların yerleşimi

3.3.6. Isınma protokolü

Araştırmada katılımcılar spor salonunda koşu bandında 5 dk. boyunca 8 km/s hızda koşarak ısınma gerçekleştirmişlerdir.



Fotoğraf 3.5. Isınma

3.3.7. El kavrama kuvveti ölçümleri

Katılımcıların el kavrama kuvveti Takei T.K.K. 5101 Grip D (Takei Scientific Instruments Co. Ltd, Tokyo, Japan) marka dinamometre cihazı kullanılarak ölçülmüştür. Dinamometre el kavrama kuvvetini kilogram olarak vermektedir. Dinamometrenin genişliği her katılımcının eline göre ayarlanmıştır. Her katılımcı birer dakika ara ile 3 deneme gerçekleştirmiştir. 3 denemeden en yüksek değer kayıt edilmiştir. Katılımcılar el kavrama dinamometresini 2 sn. sıkışmışlardır.

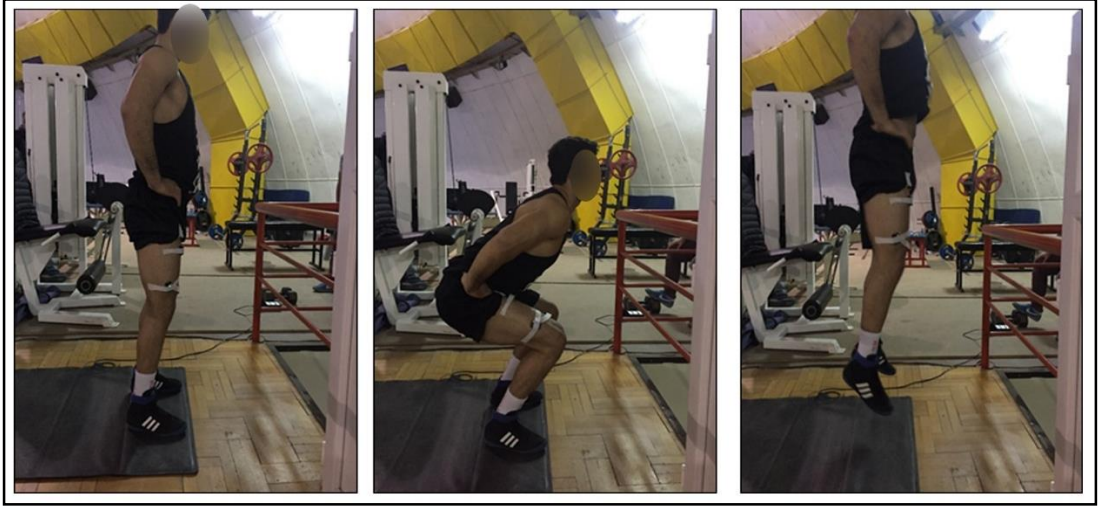


Fotoğraf 3.6. El kavrama kuvveti ölçümü

3.3.8. Dikey sıçrama ölçümleri

Katılımcıların dikey sıçrama (DS) performanslarını belirlemek için Bosco Mat'ı (*Newtest 1000, Oulu, Finlandiya*) kullanılarak havada kalma süreleri ölçülmüştür. Katılımcıların DS mesafelerinin belirlenmesi için aktif sıçrama (*countermovement jump*) test protokolü uygulanmıştır. Katılımcılar üç deneme gerçekleştirmişlerdir. Her deneme arasında katılımcılara 1dk. dinlenme verilmiştir. Denemelerden elde edilen en yüksek havada kalma süresi kayıt edilmiştir.

Sıçramalar, eller kalça üzerinde olmak üzere iki ayağın birlikte kullanılması ile yapılmıştır. Teste, kontak matının üzerinde ve vücut dik pozisyonda iken başlanılmıştır. Katılımcılar sıçrama denemeleri, kontak matının üzerinde eller belde ve vücut dik duruş pozisyonunda iken komut ile yarım squat (90 derecelik diz fleksiyonu) pozisyonuna gelip bu pozisyonda bekleme yapmadan sıçrayabildiği en fazla yüksekliğe her iki ayak üzerinde sıçraması ile gerçekleştirilmiştir (Fotoğraf 3.7).



Fotoğraf 3.7. Aktif sıçrama

Ölçülen havada kalma süreleri aşağıdaki formülde yerine koyularak, katılımcıların yerden yükseklikleri hesaplanmıştır.

$$h = g \cdot t^2 / 8$$

Burada;

h = yerden yükselme mesafesi (m)

g = yerçekimi ivmesi (9.81m/s²)

t = havada kalma süresi (sn)

Bulunan sıçrama yüksekliği aşağıdaki formülde yerine konularak katılımcıların zirve anaerobik güç değerleri hesaplanmıştır.

PAPw (Watts) = 60,7×sıçrama yüksekliği (cm) + 45,3×vücut ağırlığı (kg) – 2055 (91).

3.3.9. Kassal dayanıklılık ölçümleri

Katılımcıların bacak kassal dayanıklılıklarını belirlemek için *squat* testi gerçekleştirilmiştir. *Squat* testi yarım *squat* şeklinde gerçekleştirilmiştir. Katılımcıların 90° diz fleksiyonları gonyometre ile belirlenerek *squat* sehpasında katılımcıların 90° diz fleksiyonları sırasında incecekleri yükseklik bir lastik kullanılarak belirlenmiştir. Katılımcılar bütün testleri kalçaları bu lastiğe değecek şekilde gerçekleştirmişlerdir. Test sırasında kalçanın lastiğe değmediği tekrarlar sayılmamıştır. Testlere başlamadan önce katılımcıların 1TM değerleri belirlenmiştir. Katılımcılar *squat* testine başlamadan önce 1TM'nin %50 şiddetinde 10 tekrar *squat* yaparak ısınma gerçekleştirmişlerdir. Isınmadan sonra katılımcılara 5 dk. dinlenme

verilmiştir. Daha sonra katılımcılar önceden belirlenen 1TM değerinin %70'i şiddetinde yapabildikleri en fazla tekrar sayısında *squat* testini gerçekleştirmişlerdir. Gerçekleştirilen en fazla tekrar sayısı kayıt edilmiştir. Katılımcıların hepsinin aynı tempoda testi gerçekleştirmeleri için metronom kullanılmıştır. Metronom 90bpm'e ayarlanmıştır.



Fotoğraf 3.8.Kassal dayanıklılık ölçümü

3.4. İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analizler için SPSS 25 paket programı kullanılmış ve tüm istatistiksel analizler için anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak kabul edilmiştir. Tanımlayıcı istatistikler için verilerin aritmetik ortalama değerleri (\bar{X}) ve standart sapmaları (SS) hesaplanmıştır. Bütün değişkenlere Shapiro-Wilks normal dağılım testi uygulanmıştır. Shapiro-Wilks analizi sonucuna göre normal dağılım gösteren değerlerin karşılaştırılması için tekrarlı ölçümlerde iki yönlü (2 uygulama \times 5 zaman) varyans analizi kullanılmıştır. Tekrarlı ölçümlerde iki yönlü varyans analizi sonucuna göre uygulama etkisinde fark çıkması durumunda farkın hangi ölçüm zamanında olduğunu saptamak için eşleştirilmiş örneklem t-testi kullanılmıştır. Tekrarlı ölçümlerde iki yönlü varyans analizi sonucuna göre zaman etkisinde fark çıkması durumunda farkın hangi ölçüm zamanları arasında olduğunu saptamak için kontrol ve deney uygulamalarına ayrı ayrı tekrarlı ölçümlerde tek yönlü varyans analizi uygulanmıştır. Post-hoc testi olarak da LSD kullanılmıştır. Tekrarlı ölçümlerde iki yönlü varyans analizi (2 uygulama \times 5 zaman) sonucuna göre uygulama \times zaman

etkisinde fark çıkması durumunda farkın hangi ölüm zamanından kaynaklandığını saptamak için tekrarlı ölümlerde iki yönlü (2 uygulama \times 2 zaman) varyans analizi kullanılmıştır. Shapiro-Wilks testine göre normal dağılım göstermeyen verilerin karşılaştırılmasında, uygulama etkisi için Wilcoxon işaretli sıralar testi kullanılmıştır. Zaman etkisi için kontrol ve deney uygulamalarına ayrı ayrı Friedman testi uygulanmıştır. Uygulama \times zaman etkisi için de Friedman testi uygulanmıştır.



4. BULGULAR

Bu bölümde 48 saat içinde en az %5'lik hızlı kilo kaybı öncesinde ve sonrasında; el kavrama kuvveti, dikey sıçrama yükseklikleri, zirve anaerobik güç, kassal dayanıklılık performansı ve *vastus medialis*, *vastus lateralis*, *rectus femoris* kaslarına ait EMG değerleri ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

Tablo 4.1'de çalışmada yer alan katılımcıların tanımlayıcı özelliklerinin aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları verilmiştir.

Tablo 4.1. Katılımcıların tanımlayıcı özellikleri.

| Değişken | $\bar{X} \pm SS$ | En Küçük | En Büyük |
|-----------------------|-------------------|----------|----------|
| Yaş (yıl) | 21,25 \pm 2,67 | 18,00 | 27,00 |
| Boy (cm) | 177,15 \pm 5,67 | 166,10 | 186,00 |
| Vücut Ağırlığı (kg) | 72,31 \pm 6,56 | 63,20 | 83,40 |
| Vücut Yağ Yüzdesi (%) | 9,01 \pm 3,59 | 3,90 | 16,00 |

Tablo 4.2'de katılımcıların vücut ağırlıkları ve idrar özgül ağırlıkları değişimlerinin aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları verilmiştir.

Tablo 4.2. Katılımcıların vücut ağırlığı ve idrar özgül ağırlığı aritmetik ortalamaları (N=12).

| Değişkenler | Ölçümler | | | | | |
|-----------------------------|----------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | Uygulama | Bazal | HKKS | T1 | T2 | T3 |
| Vücut Ağırlığı (kg) | Deney | 72,600 \pm 6,703 | 68,529 \pm 6,117 | 70,383 \pm 6,242 | 70,858 \pm 6,280 | 71,138 \pm 6,234 |
| | Kontrol | 72,542 \pm 7,052 | 72,671 \pm 6,868 | 72,788 \pm 6,692 | 72,846 \pm 6,896 | 72,796 \pm 6,680 |
| İdrar Özgül Ağırlığı (g/ml) | Deney | 1,027 \pm 0,005 | 1,035 \pm 0,003 | 1,035 \pm 0,004 | 1,032 \pm 0,003 | 1,032 \pm 0,002 |
| | Kontrol | 1,025 \pm 0,005 | 1,025 \pm 0,007 | 1,026 \pm 0,005 | 1,023 \pm 0,005 | 1,019 \pm 0,004 |

*HKKS: Hızlı Kilo Kaybı Sonrası, T1: Toparlanma-1, T2: Toparlanma-2, T3: Toparlanma-3

Tablo 4.3. Vücut ağırlıklarının karşılaştırılması.

| Değişken | KT | SD | KO | F | P |
|--------------------|----------|-------|---------|---------|-------|
| Uygulama | 123,221 | 1 | 123,221 | 67,163 | 0,000 |
| Uygulama x Zaman | 54,601 | 4 | 13,650 | 136,532 | 0,000 |
| Zaman | 49,790 | 2,011 | 24,757 | 62,653 | 0,000 |
| Grup içi hata | 4,399 | 44 | 0,100 | | |
| Gruplar arası hata | 4734,809 | 11 | 430,437 | | |

*KT: Kareler toplamı, SD: Serbestlik derecesi, KO: Kareler ortalaması

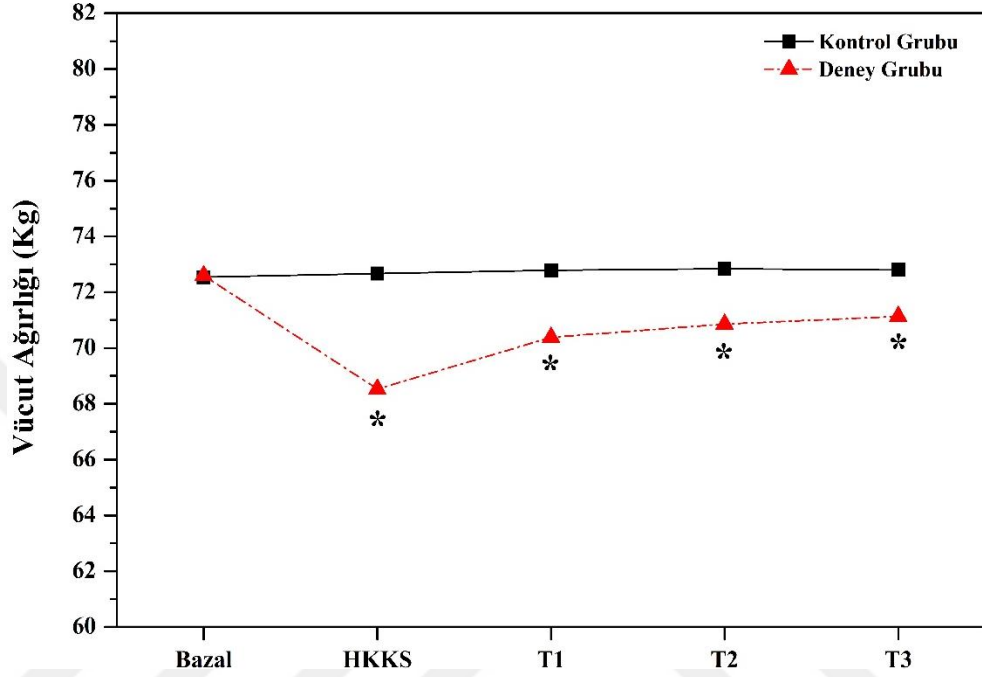
Vücut ağırlığı için gerçekleştirilen tekrarlı ölçümlerde iki yönlü (2 uygulama \times 5 zaman) varyans analizi sonuçlarına göre, uygulama \times zaman etkisinde ($F_{(4-44)}=136,532$; $p=0,000$), uygulama etkisinde ($F_{(1-11)}=67,163$; $p=0,000$) ve zaman etkisinde ($F_{(2,01-22,12)}=62,653$; $p=0,000$) istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur (Tablo 4.3). Mauchly'nin küresellik testi sonuçlarına göre zaman etkisi için küresellik varsayımı sağlanmadığı için serbestlik derecesi, Greenhouse–Geisser küresellik tahmini kullanılarak düzeltilmiştir.

Uygulama \times zaman etkisindeki farkın nereden kaynaklandığını saptamak için tekrarlı ölçümlerde iki yönlü (2 uygulama \times 2 zaman) varyans analizi kullanılmıştır. Analiz sonucuna göre bazal ile HKKS ($F_{(1-11)}=356,855$; $p=0,000$), T1 ($F_{(1-11)}=131,529$; $p=0,000$), T2 ($F_{(1-11)}=61,507$; $p=0,000$) ve T3 ($F_{(1-11)}=54,545$; $p=0,000$) arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur.

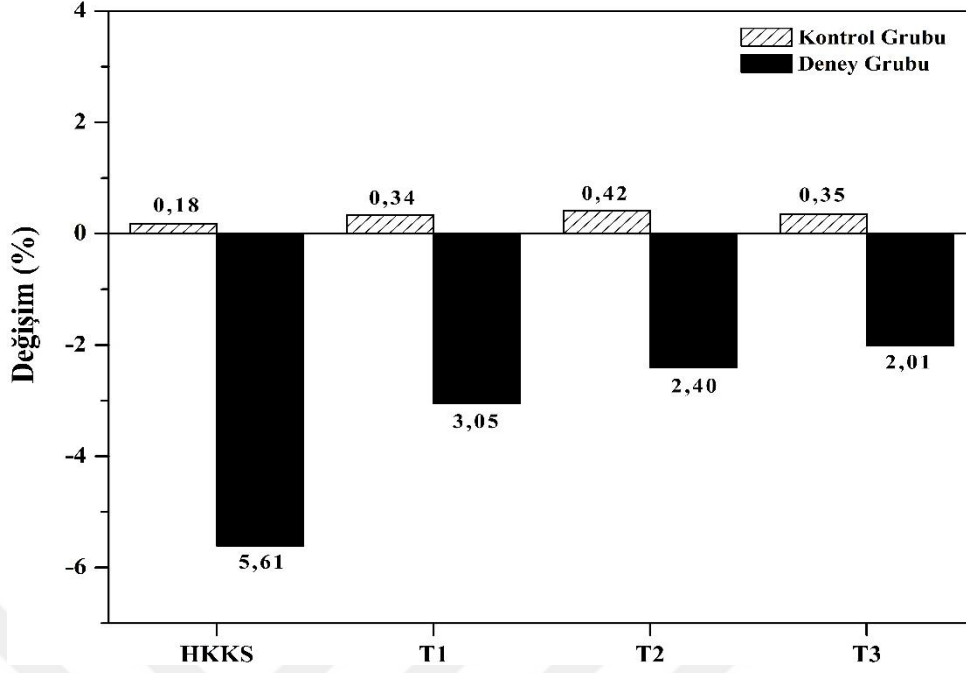
Uygulama etkisindeki farkın nereden kaynaklandığını saptamak için kontrol ve deney grupları arasında eşleştirilmiş örneklem t-testi uygulanmıştır. Analiz sonucuna göre, farkın HKKS ($t=12,328$; $p=0,000$), T1 ($t=9,523$; $p=0,000$), T2 ($t=6,511$; $p=0,000$) ve T3 ($t=8,296$; $p=0,000$) ölçümleri arasında olduğu bulunmuştur.

Zaman etkisindeki farkın nereden kaynaklandığını saptamak için yapılan tekrarlı ölçümlerde tek yönlü varyans analizi sonucuna göre, kontrol uygulamasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($F_{(1,96-21,57)}=1,139$; $p=0,338$). Deney uygulamasında ise istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($F_{(2,28-25,02)}=184,351$; $p=0,000$). LSD tanımlaması sonucu deney uygulamasındaki farkın, bazal ile HKKS,

T1, T2 ve T3 zamanları arasında olduğu saptanmıştır. Mauchly'nin küresellik testi sonuçlarına göre kontrol ve deney uygulamalarında küresellik varsayımı sağlanmadığı için serbestlik derecesi, Greenhouse–Geisser küresellik tahmini kullanılarak düzeltilmiştir.



Şekil 4.1. Vücut ağırlığı değişimi. Bazal ölçümüne göre istatistiksel olarak anlamlı fark vardır * $p < 0,05$.



Şekil 4.2. Bazal ölçümüne göre vücut ağırlığı yüzde değişim grafiği

Tablo 4.4. İdrar özgül ağırlıkları karşılaştırılması

| Değişken | KT | SD | KO | F | P |
|--------------------|-------|--------|-------|--------|-------|
| Uygulama | 0,002 | 1 | 0,002 | 47,427 | 0,000 |
| Uygulama x Zaman | 0,000 | 2,188 | 0,000 | 7,612 | 0,002 |
| Zaman | 0,001 | 4 | 0,000 | 11,544 | 0,000 |
| Grup içi hata | 0,001 | 24,070 | 0,000 | | |
| Gruplar arası hata | 0,001 | 11 | 0,000 | | |

*KT: Kareler toplamı, SD: Serbestlik derecesi, KO: Kareler ortalaması

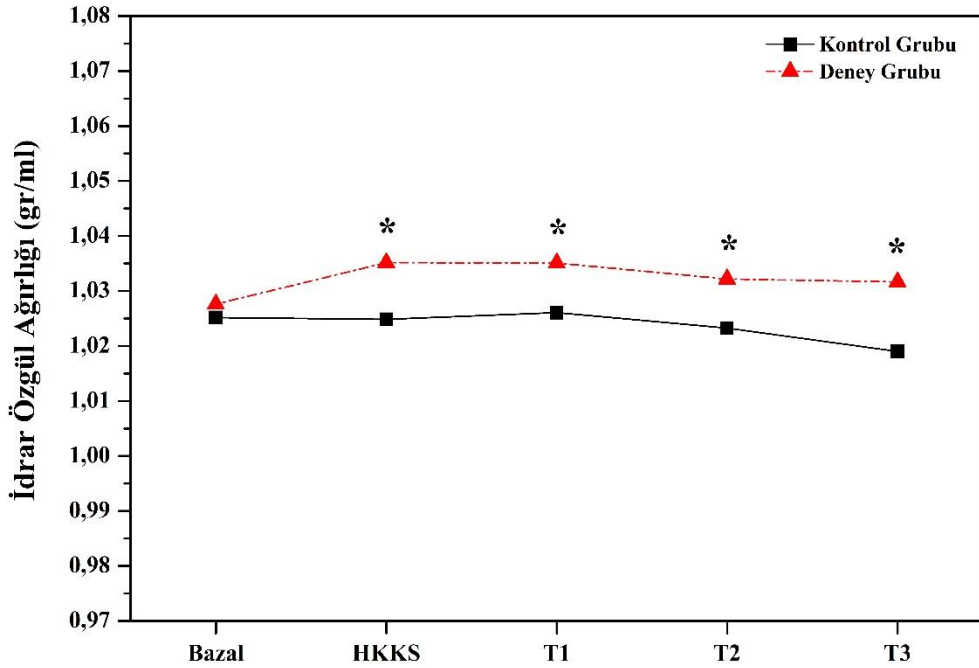
İdrar özgül ağırlığı için gerçekleştirilen tekrarlı ölçümlerde iki yönlü (2 uygulama × 5 zaman) varyans analizi sonuçlarına göre, uygulama × zaman etkisinde ($F_{(2,19-24,07)}=7,612$; $p=0,002$), uygulama etkisinde ($F_{(1-11)}=47,427$; $p=0,000$) ve zaman etkisinde ($F_{(4-44)}=11,544$; $p=0,000$) istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur (Tablo 4.4). Mauchly'nin küresellik testi sonuçlarına göre uygulama × zaman etkisi için küresellik varsayımı sağlanmadığı için serbestlik derecesi, Greenhouse–Geisser küresellik tahmini kullanılarak düzeltilmiştir.

Uygulama × zaman etkisindeki farkın nereden kaynaklandığını saptamak için tekrarlı ölçümlerde iki yönlü (2 uygulama × 2 zaman) varyans analizi kullanılmıştır.

Analiz sonucuna göre bazal ile HKKS ($F_{(1-11)}=8,468$; $p=0,014$), T1 ($F_{(1-11)}=7,534$; $p=0,019$), T2 ($F_{(1-11)}=12,518$; $p=0,005$) ve T3 ($F_{(1-11)}=28,144$; $p=0,000$) arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur.

Uygulama etkisindeki farkın nereden kaynaklandığını saptamak için kontrol ve deney grupları arasında eşleştirilmiş örneklem t-testi uygulanmıştır. Analiz sonucuna göre, farkın HKKS ($t=-4,757$; $p=0,001$), T1 ($t=-4,975$; $p=0,000$), T2 ($t=-5,208$; $p=0,000$) ve T3 ($t=-12,830$; $p=0,000$) ölçümleri arasında olduğu bulunmuştur.

Zaman etkisindeki farkın nereden kaynaklandığını saptamak için yapılan tekrarlı ölçümlerde tek yönlü varyans analizi sonucuna göre, kontrol uygulamasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($F_{(4-44)}=5,767$; $p=0,001$). LSD tanımlaması sonucu kontrol uygulamasındaki farkın bazal ile T3 zamanı arasında olduğu saptanmıştır. Deney uygulamasında da istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($F_{(2,31-25,38)}=18,908$; $p=0,000$). LSD tanımlaması sonucu deney uygulamasındaki farkın, bazal ile HKKS, T1, T2 ve T3 zamanları arasında olduğu saptanmıştır. Mauchly'nin küresellik testi sonuçlarına göre deney uygulamasında küresellik varsayımı sağlanmadığı için serbestlik derecesi, Greenhouse–Geisser küresellik tahmini kullanılarak düzeltilmiştir.



Şekil 4.3. İdrar özgül ağırlığı değişimi. Bazal ölçümüne göre istatistiksel olarak anlamlı fark vardır * $p<0,05$.

4.1. Performans Sonuçları

Hızlı kilo kaybı öncesi ve sonrası katılımcıların performans testleri değerlerinin aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları Tablo 4.5’de verilmiştir.

Tablo 4.5. Performans testleri değerlerinin aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları (N=12).

| Değişkenler | Ölçümler | | | | | |
|-------------------------------------|----------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | Uygulama | Bazal | HKKS | T1 | T2 | T3 |
| El Kavrama Kuvveti (Kg) | Deney | 53,008 ± 6,945 | 52,592 ± 6,964 | 53,008 ± 6,653 | 53,217 ± 7,214 | 51,808 ± 7,055 |
| | Kontrol | 53,458 ± 7,050 | 52,617 ± 7,556 | 52,375 ± 7,387 | 53,075 ± 7,992 | 51,883 ± 7,690 |
| Dikey Sıçrama Yüksekliği (cm) | Deney | 35,233 ± 4,883 | 34,379 ± 5,836 | 35,286 ± 4,900 | 35,210 ± 6,110 | 35,184 ± 5,626 |
| | Kontrol | 35,129 ± 4,171 | 35,220 ± 5,439 | 34,877 ± 5,081 | 35,422 ± 5,501 | 34,320 ± 5,501 |
| Anaerobik Güç (Watt) | Deney | 3372,443 ± 462,646 | 3136,205 ± 466,203 | 3275,252 ± 379,530 | 3292,145 ± 447,024 | 3303,194 ± 418,391 |
| | Kontrol | 3363,451 ± 411,191 | 3374,823 ± 472,833 | 3359,330 ± 429,696 | 3395,013 ± 494,656 | 3325,849 ± 414,206 |
| Kassal Dayanıklılık (Tekrar Sayısı) | Deney | 26,083 ± 4,100 | 17,000 ± 5,657 | 19,333 ± 4,868 | 21,250 ± 5,479 | 17,833 ± 6,162 |
| | Kontrol | 25,250 ± 4,137 | 25,250 ± 3,306 | 25,500 ± 3,477 | 23,250 ± 5,910 | 22,330 ± 5,245 |

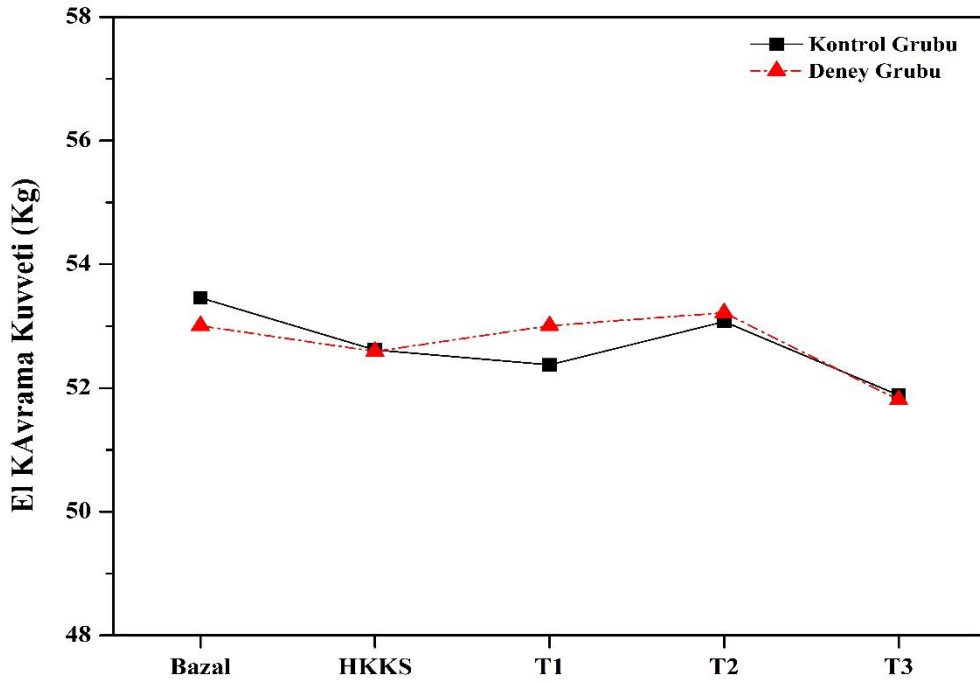
*HKKS: Hızlı Kilo Kaybı Sonrası, T1: Toparlanma-1, T2: Toparlanma-2, T3: Toparlanma-3

Tablo 4.6. El kavrama kuvveti değerlerinin karşılaştırılması.

| Değişken | KT | SD | KO | F | P |
|--------------------|----------|-------|---------|-------|-------|
| Uygulama | 0,061 | 1 | 0,061 | 0,004 | 0,949 |
| Uygulama x Zaman | 3,719 | 4 | 0,930 | 0,353 | 0,841 |
| Zaman | 29,328 | 2,090 | 14,033 | 1,435 | 0,259 |
| Grup içi hata | 116,035 | 44 | 2,637 | | |
| Gruplar arası hata | 5300,929 | 11 | 481,903 | | |

*KT: Kareler toplamı, SD: Serbestlik derecesi, KO: Kareler ortalaması

El kavrama kuvveti için gerçekleştirilen tekrarlı ölçümlerde iki yönlü varyans analizi (2 uygulama \times 5 zaman) sonuçlarına göre, uygulama \times zaman etkisinde ($F_{(4-44)}= 0,353$; $p=0,841$), uygulama etkisinde ($F_{(1-11)}= 0,004$; $p=0,949$) ve zaman etkisinde ($F_{(2,09-22,99)}=1,435$; $p=0,259$) istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır (Tablo 4.6). Mauchly'nin küresellik testi sonuçlarına göre zaman etkisi için küresellik varsayımı sağlanmadığı için serbestlik derecesi, Greenhouse–Geisser küresellik tahmini kullanılarak düzeltilmiştir.



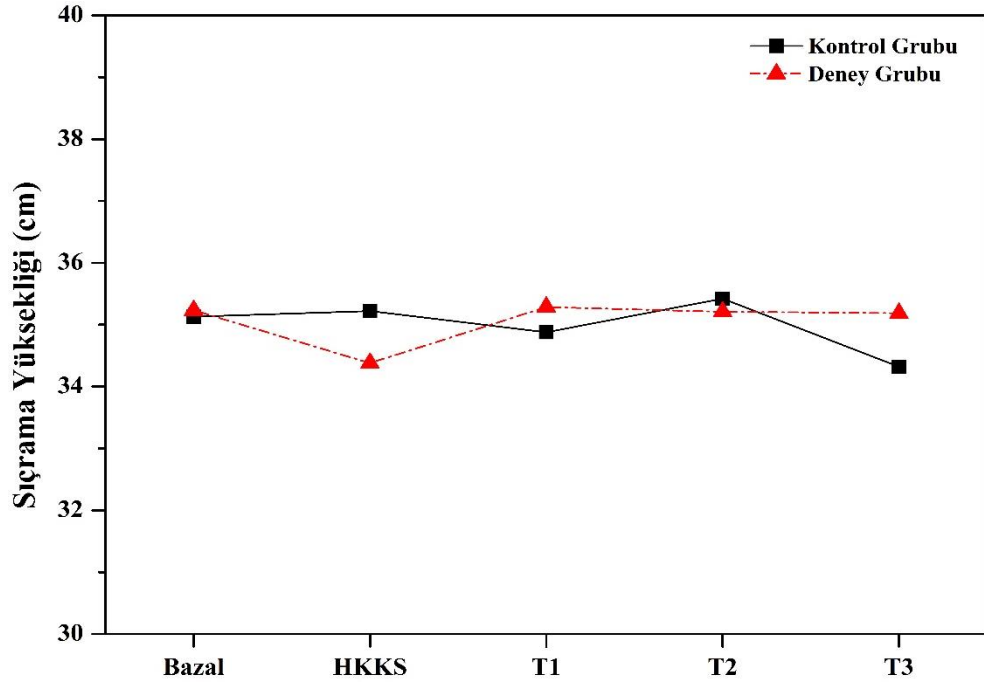
şekil 4.4. El kavrama kuvveti değişimi

Tablo 4.7. Dikey sıçrama yüksekliklerinin karşılaştırılması.

| Değişken | KT | SD | KO | F | P |
|--------------------|----------|-------|---------|-------|-------|
| Uygulama | 0,128 | 1 | 0,128 | 0,010 | 0,922 |
| Uygulama x Zaman | 9,929 | 4 | 2,482 | 0,651 | 0,630 |
| Zaman | 5,705 | 1,745 | 3,271 | 0,280 | 0,730 |
| Grup içi hata | 167,887 | 44 | 3,816 | | |
| Gruplar arası hata | 2593,216 | 11 | 235,747 | | |

*KT: Kareler toplamı, SD: Serbestlik derecesi, KO: Kareler ortalaması

Dikey sıçrama yükseklikleri için gerçekleştirilen tekrarlı ölçümlerde iki yönlü varyans analizi (2 uygulama × 5 zaman) sonuçlarına göre, uygulama × zaman etkisinde ($F_{(4-44)} = 0,651$; $p=0,630$), uygulama etkisinde ($F_{(1-11)} = 0,010$; $p=0,922$) ve zaman etkisinde ($F_{(1,75-19,19)} = 0,280$; $p=0,730$) istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır (Tablo 4.7). Mauchly'nin küresellik testi sonuçlarına göre zaman etkisi için küresellik varsayımı sağlanmadığı için serbestlik derecesi, Greenhouse–Geisser küresellik tahmini kullanılarak düzeltilmiştir.



Şekil 4.5. Dikey sıçrama yüksekliklerinin değişimi.

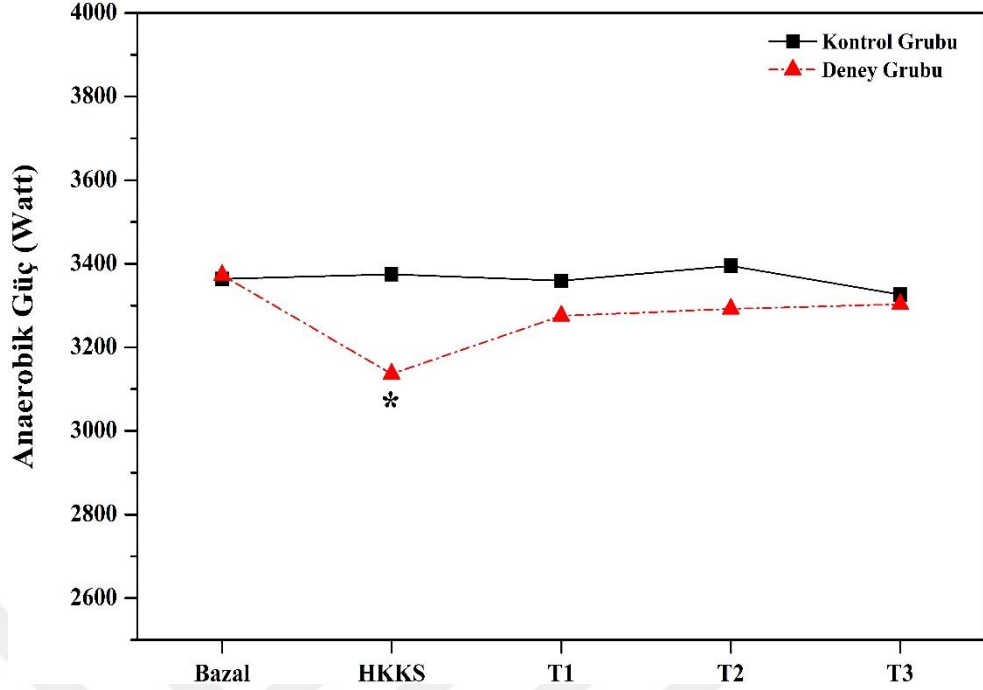
Tablo 4.8. Anaerobik güç değerlerinin karşılaştırılması.

| Değişken | KT | SD | KO | F | P |
|--------------------|-------------|-----------|-------------|----------|----------|
| Uygulama | 231505,163 | 1 | 231505,163 | 4,181 | 0,066 |
| Uygulama x Zaman | 219596,683 | 4 | 54899,171 | 3,707 | 0,011 |
| Zaman | 169212,043 | 1,750 | 96700,719 | 2,095 | 0,154 |
| Grup içi hata | 651623,022 | 44 | 14809,614 | | |
| Gruplar arası hata | 19233009,68 | 11 | 1748455,426 | | |

*KT: Kareler toplamı, SD: Serbestlik derecesi, KO: Kareler ortalaması

Anaerobik güç için gerçekleştirilen tekrarlı ölçümlerde iki yönlü varyans analizi (2 uygulama × 5 zaman) sonuçlarına göre, uygulama × zaman etkisinde ($F_{(4-44)} = 3,707$; $p=0,011$) anlamlı fark bulunurken, uygulama etkisinde ($F_{(1-11)} = 4,181$; $p=0,066$) ve zaman etkisinde ($F_{(1,75-19,25)} = 2,095$; $p=0,154$) istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır (Tablo 4.8). Mauchly'nin küresellik testi sonuçlarına göre zaman etkisi için küresellik varsayımı sağlanmadığı için serbestlik derecesi, Greenhouse–Geisser küresellik tahmini kullanılarak düzeltilmiştir.

Uygulama × zaman etkisindeki farkın nereden kaynaklandığını saptamak için tekrarlı ölçümlerde iki yönlü (2 uygulama × 2 zaman) varyans analizi kullanılmıştır. Analiz sonuçlarına göre sadece bazal ile HKKS ($F_{(1-11)} = 13,396$; $p=0,004$) arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur.



Şekil 4.6. Anaerobik zirve güç değişimi. Bazal ölçümüne göre istatistiksel olarak anlamlı fark vardır * $p < 0,05$.

Tablo 4.9. Kassal dayanıklılık testinden elde edilen tekrar sayılarının karşılaştırılması.

| Değişken | KT | SD | KO | F | P |
|--------------------|----------|----|---------|-------|-------|
| Uygulama | 484,008 | 1 | 484,008 | 9,169 | 0,011 |
| Uygulama x Zaman | 302,200 | 4 | 75,550 | 7,720 | 0,000 |
| Zaman | 423,467 | 4 | 105,867 | 8,747 | 0,000 |
| Grup içi hata | 430,600 | 44 | 9,786 | | |
| Gruplar arası hata | 1130,092 | 11 | 102,736 | | |

*KT: Kareler toplamı, SD: Serbestlik derecesi, KO: Kareler ortalaması

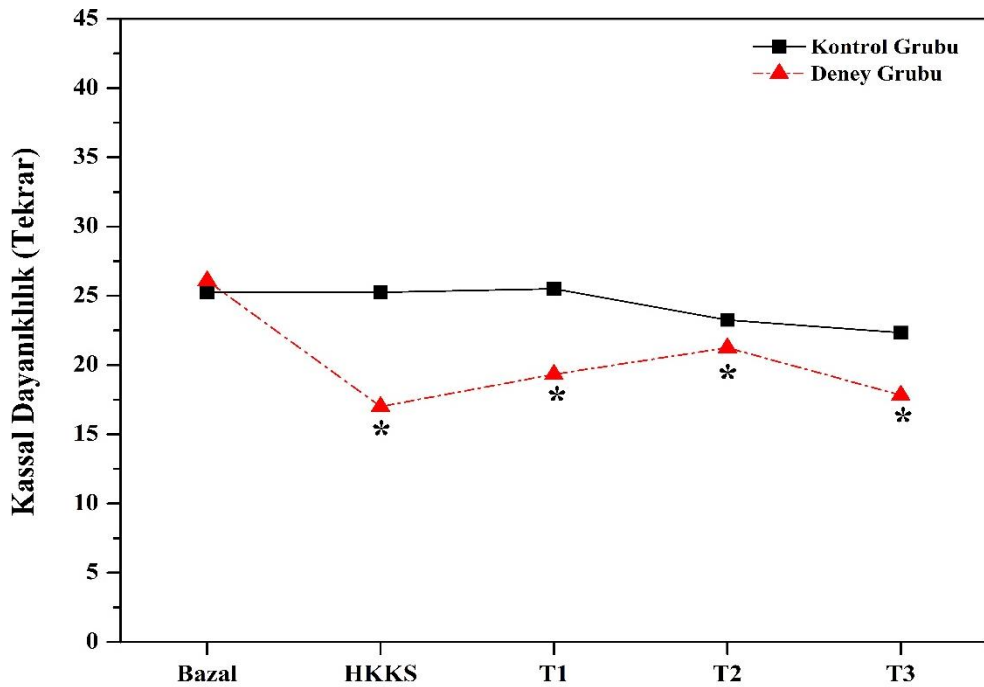
Kassal dayanıklılık için gerçekleştirilen squat testinden elde edilen tekrar sayılarının karşılaştırılması için yapılan tekrarlı ölçümlerde iki yönlü varyans analizi (2 uygulama \times 5 zaman) sonuçlarına göre, uygulama \times zaman etkisinde ($F_{(4-44)} = 7,720$; $p = 0,000$), uygulama etkisinde ($F_{(1-11)} = 9,169$; $p = 0,011$) ve zaman etkisinde ($F_{(4-44)} = 8,747$; $p = 0,000$) anlamlı fark bulunmuştur (Tablo 4.9).

Uygulama \times zaman etkisindeki farkın nereden kaynaklandığını saptamak için tekrarlı ölçümlerde iki yönlü (2 uygulama \times 2 zaman) varyans analizi kullanılmıştır.

Analiz sonucuna göre bazal ile HKKS ($F_{(1-11)}=31,036$; $p=0,000$), T1 ($F_{(1-11)}=28,875$; $p=0,000$), T2 ($F_{(1-11)}=5,103$; $p=0,045$) ve T3 ($F_{(1-11)}=4,962$; $p=0,048$) arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur.

Uygulama etkisindeki farkın nereden kaynaklandığını saptamak için kontrol ve deney grupları arasında eşleştirilmiş örneklem t-testi uygulanmıştır. Analiz sonucuna göre, farkın HKKS ($t=5,452$; $p=0,000$) ve T1 ($t=3,879$; $p=0,003$) ölçümleri arasında olduğu bulunmuştur.

Zaman etkisindeki farkın nereden kaynaklandığını saptamak için yapılan tekrarlı ölçümlerde tek yönlü varyans analizi sonucuna göre, kontrol uygulamasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($F_{(2,30-25,32)}=3,275$; $p=0,048$). LSD tanımlaması sonucu farkın, bazal ile herhangi bir ölçüm arasında olmadığı sadece T1 ile T3 arasında olduğu saptanmıştır. Deney uygulamasında da istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($F_{(4-44)}=10,913$; $p=0,000$). LSD tanımlaması sonucu farkın, bazal ile HKKS, T1, T2, T3 arasında olduğu saptanmıştır. Mauchly'nin küresellik testi sonuçlarına göre zaman etkisi için kontrol grubunda küresellik varsayımı sağlanmadığı için serbestlik derecesi, Greenhouse–Geisser küresellik tahmini kullanılarak düzeltilmiştir.



Şekil 4.7. Kassal dayanıklılık tekrar sayıları değişimi. Bazal ölçümüne göre istatistiksel olarak anlamlı fark vardır * $p<0,05$.

4.2. EMG Sonuçları

Katılımcıların dikey sıçrama ve squat testi sırasında elde edilen *vastus medialis*, *vastus lateralis* ve *rectus femoris* kaslarına ait normalize EMG değerlerinin aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri Tablo 4.10'da verilmiştir.



Tablo 4.10. Normalize EMG değerleri (N=12).

| Ölçüm | Kaslar | Uygulama | Ölçümler | | | | |
|----------------------------|--------|----------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | | | Bazal | HKKS | T1 | T2 | T3 |
| Dikey Sıçrama | VM | Deney | 114,604 ± 22,910 | 124,568 ± 33,698 | 114,868 ± 25,602 | 115,230 ± 23,587 | 111,838 ± 20,718 |
| | | Kontrol | 110,402 ± 26,476 | 128,695 ± 22,145 | 121,092 ± 23,292 | 113,982 ± 31,629 | 108,965 ± 24,029 |
| | VL | Deney | 96,428 ± 19,555 | 96,449 ± 21,583 | 92,004 ± 21,145 | 88,175 ± 20,481 | 92,801 ± 21,644 |
| | | Kontrol | 92,769 ± 15,342 | 95,566 ± 17,498 | 93,726 ± 17,839 | 91,728 ± 18,431 | 98,716 ± 22,824 |
| | RF | Deney | 146,490 ± 38,611 | 128,024 ± 37,316 | 128,693 ± 28,798 | 130,278 ± 31,281 | 131,092 ± 14,805 |
| | | Kontrol | 128,798 ± 22,074 | 133,519 ± 24,035 | 125,431 ± 21,295 | 126,261 ± 20,162 | 138,586 ± 24,581 |
| Kassal Dayanıklılık | VM | Deney | 106,284 ± 27,119 | 99,055 ± 28,879 | 107,529 ± 38,783 | 102,376 ± 33,081 | 111,506 ± 32,801 |
| | | Kontrol | 93,280 ± 31,210 | 109,262 ± 24,421 | 101,263 ± 26,243 | 109,104 ± 30,865 | 99,681 ± 26,113 |
| | VL | Deney | 83,661 ± 21,738 | 87,536 ± 16,723 | 80,079 ± 20,211 | 89,951 ± 24,811 | 83,972 ± 18,763 |
| | | Kontrol | 80,549 ± 20,999 | 84,249 ± 19,480 | 85,781 ± 20,589 | 86,707 ± 18,343 | 93,544 ± 22,142 |
| | RF | Deney | 120,831 ± 42,138 | 116,142 ± 42,101 | 110,211 ± 31,533 | 115,618 ± 40,386 | 118,551 ± 39,011 |
| | | Kontrol | 108,302 ± 39,892 | 112,294 ± 39,837 | 115,496 ± 45,846 | 105,725 ± 40,981 | 115,958 ± 40,459 |

*HKKS: Hızlı Kilo Kaybı Sonrası, T1: Toparlanma-1, T2: Toparlanma-2, T3: Toparlanma-3

Tablo 4.11. Dikey sıçrama testi sırasında elde edilen VM, VL ve RF kaslarına ait normalize EMG değerlerinin karşılaştırılması.

| Kas | Değişken | KT | SD | KO | F | P |
|------------|--------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|
| VM | Uygulama | 4,932 | 1 | 4,932 | 0,013 | 0,913 |
| | Uygulama x Zaman | 494,517 | 4 | 123,629 | 0,483 | 0,748 |
| | Zaman | 3877,553 | 4 | 969,388 | 2,566 | 0,051 |
| | Grup içi hata | 11267,960 | 44 | 256,090 | | |
| | Gruplar arası hata | 40525,218 | 11 | 3684,111 | | |
| VL | Uygulama | 53,014 | 1 | 53,014 | 0,075 | 0,789 |
| | Uygulama x Zaman | 335,444 | 4 | 83,861 | 0,392 | 0,813 |
| | Zaman | 600,582 | 4 | 150,146 | 0,807 | 0,527 |
| | Grup içi hata | 9407,157 | 44 | 213,799 | | |
| | Gruplar arası hata | 17619,941 | 11 | 1601,813 | | |
| RF | Uygulama | 172,276 | 1 | 172,276 | 0,326 | 0,580 |
| | Uygulama x Zaman | 2384,626 | 4 | 596,156 | 1,642 | 0,181 |
| | Zaman | 1903,802 | 4 | 475,950 | 1,271 | 0,296 |
| | Grup içi hata | 15978,792 | 44 | 363,154 | | |
| | Gruplar arası hata | 43557,443 | 11 | 3959,768 | | |

*KT: Kareler toplamı, SD: Serbestlik derecesi, KO: Kareler ortalaması

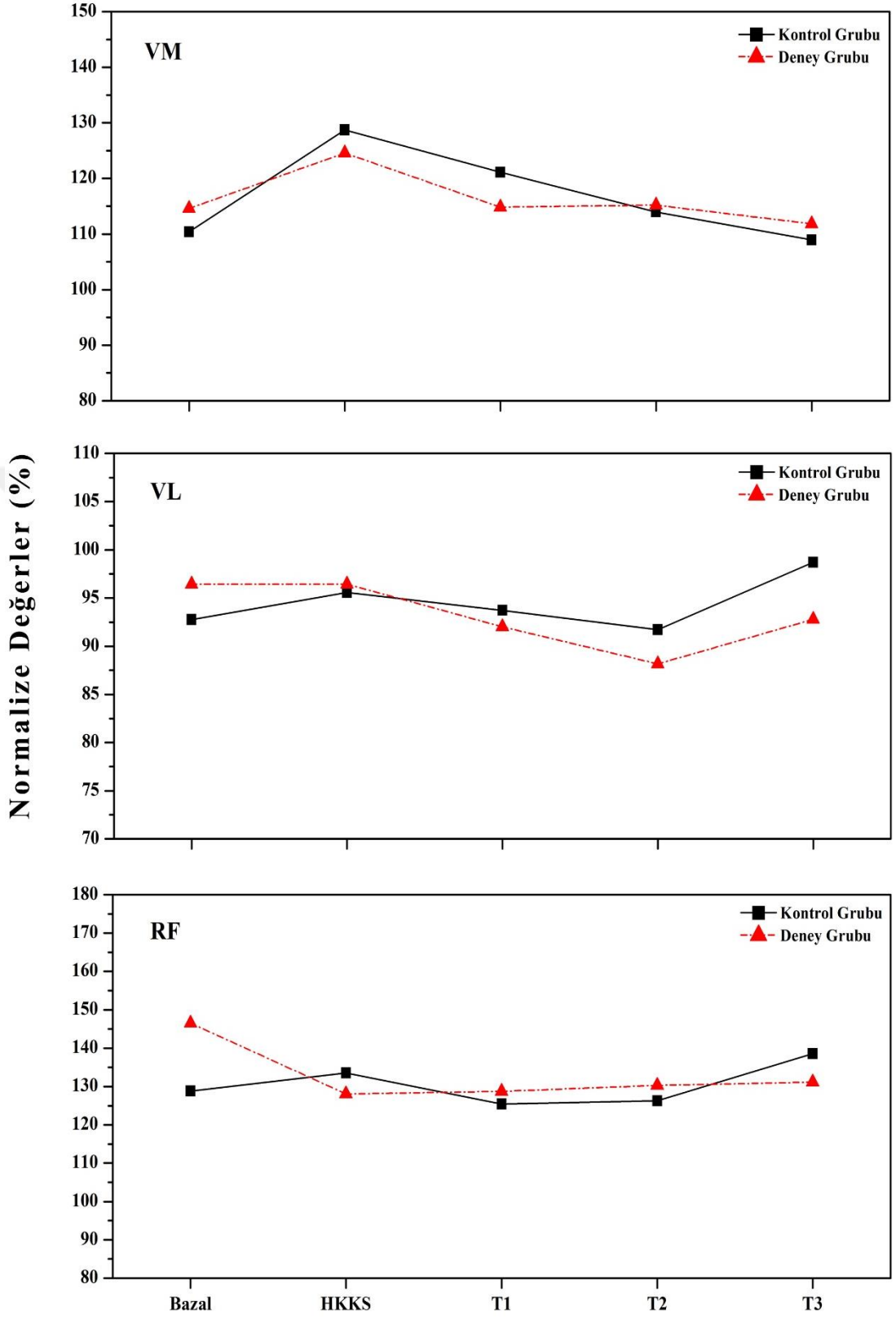
Dikey sıçrama sırasında VM, VL, RF kaslarına ait normalize EMG değerlerinin karşılaştırılması için gerçekleştirilen tekrarlı ölçümlerde iki yönlü varyans analizi (2 uygulama × 5 zaman) sonuçlarına göre (Tablo 4.11);

VM kası için uygulama × zaman etkisinde ($F_{(4-44)}=0,483$; $p=0,748$), uygulama etkisinde ($F_{(1-11)}= 0,013$; $p=0,913$) ve zaman etkisinde ($F_{(4-44)}=2,566$; $p=0,051$) istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır.

VL kası için uygulama \times zaman etkisinde ($F_{(4-44)}=0,392$; $p=0,813$), uygulama etkisinde ($F_{(1-11)}= 0,075$; $p=0,789$) ve zaman etkisinde ($F_{(4-44)}=0,807$; $p=0,527$) istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır.

RF kası için uygulama \times zaman etkisinde ($F_{(4-44)}=1,642$; $p=0,181$), uygulama etkisinde ($F_{(1-11)}= 0,326$; $p=0,580$) ve zaman etkisinde ($F_{(4-44)}=1,271$; $p=0,296$) istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır.





Şekil 4.8. Dikey sıçrama ölçümü sırasında elde edilen VM, VL, RF kaslarının normalize EMG değerlerinin değişimi.

Tablo 4.12. Kasal dayanıklılık ölçümü sırasında elde edilen VM, RF kaslarına ait normalize EMG değerlerinin karşılaştırılması.

| Kas | Değişken | KT | SD | KO | F | P |
|-----|--------------------|------------|----|-----------|-------|-------|
| VM | Uygulama | 240,626 | 1 | 240,626 | 0,513 | 0,489 |
| | Uygulama x Zaman | 2745,548 | 4 | 686,387 | 1,539 | 0,208 |
| | Zaman | 564,450 | 4 | 141,113 | 0,319 | 0,864 |
| | Grup içi hata | 19625,651 | 44 | 446,038 | | |
| | Gruplar arası hata | 56279,660 | 11 | 5116,333 | | |
| RF | Uygulama | 667,163 | 1 | 667,163 | 1,141 | 0,308 |
| | Uygulama x Zaman | 1158,826 | 4 | 289,706 | 0,994 | 0,421 |
| | Zaman | 559,522 | 4 | 139,880 | 0,302 | 0,875 |
| | Grup içi hata | 12826,732 | 44 | 291,517 | | |
| | Gruplar arası hata | 139574,943 | 11 | 12688,631 | | |

*KT: Kareler toplamı, SD: Serbestlik derecesi, KO: Kareler ortalaması

Squat testi sırasında VM, RF kaslarına ait normalize EMG değerlerinin karşılaştırılması için gerçekleştirilen tekrarlı ölçümlerde iki yönlü varyans analizi (2 uygulama × 5 zaman) sonuçlarına göre (Tablo 4.12);

VM kası için uygulama × zaman etkisinde ($F_{(4-44)}=1,539$; $p=0,208$), uygulama etkisinde ($F_{(1-11)}=0,513$; $p=0,489$) ve zaman etkisinde ($F_{(4-44)}=0,319$; $p=0,864$) istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır.

RF kası için uygulama × zaman etkisinde ($F_{(4-44)}=0,994$; $p=0,421$), uygulama etkisinde ($F_{(1-11)}=1,141$; $p=0,308$) ve zaman etkisinde ($F_{(4-44)}=0,302$; $p=0,875$) istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır.

Tablo 4.13. Kasal dayanıklılık ölçümü sırasında elde edilen VL kasına ait normalize EMG değerlerinin uygulama etkisinde karşılaştırılması.

| Ölçüm | Sıra | N | Sıra Ortalaması | Sıra Toplam | Z | P |
|-------|---------|---|-----------------|-------------|--------|-------|
| Bazal | Negatif | 5 | 8,20 | 41,00 | -0,157 | 0,875 |
| | Pozitif | 7 | 5,29 | 37,00 | | |
| | Eşit | 0 | | | | |
| HKKS | Negatif | 5 | 6,00 | 30,00 | -0,706 | 0,480 |
| | Pozitif | 7 | 6,86 | 48,00 | | |
| | Eşit | 0 | | | | |
| T1 | Negatif | 6 | 7,50 | 45,00 | -0,471 | 0,638 |
| | Pozitif | 6 | 5,50 | 33,00 | | |
| | Eşit | 0 | | | | |
| T2 | Negatif | 5 | 7,60 | 38,00 | -0,078 | 0,937 |
| | Pozitif | 7 | 5,71 | 40,00 | | |
| | Eşit | 0 | | | | |
| T3 | Negatif | 9 | 7,67 | 69,00 | -2,353 | 0,019 |
| | Pozitif | 3 | 3,00 | 9,00 | | |
| | Eşit | 0 | | | | |

*HKKS: Hızlı Kilo Kaybı Sonrası, T1: Toparlanma-1, T2: Toparlanma-2, T3: Toparlanma-3

Wilcoxon işaretli sıralar sonucuna göre uygulama etkisinde sadece T3 ölçümünde kontrol uygulaması değerleri deney uygulaması değerinden istatistiksel olarak anlamlı derecede büyüktür ($z=-2,353$; $p=0,019$) (Tablo 4.13).

Tablo 4.14. Kassal dayanıklılık ölçümü sırasında elde edilen VL kasına ait normalize EMG değerlerinin uygulama × zaman etkisinde karşılaştırılması.

| Değişken | χ^2 | SD | P |
|------------------|----------------------------|-----------|----------|
| Uygulama × Zaman | 11,083 | 7 | 0,135 |

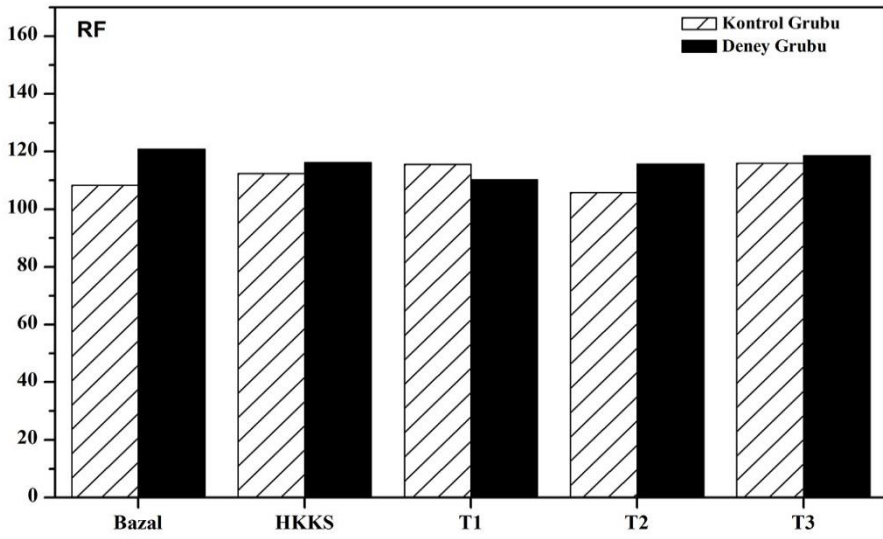
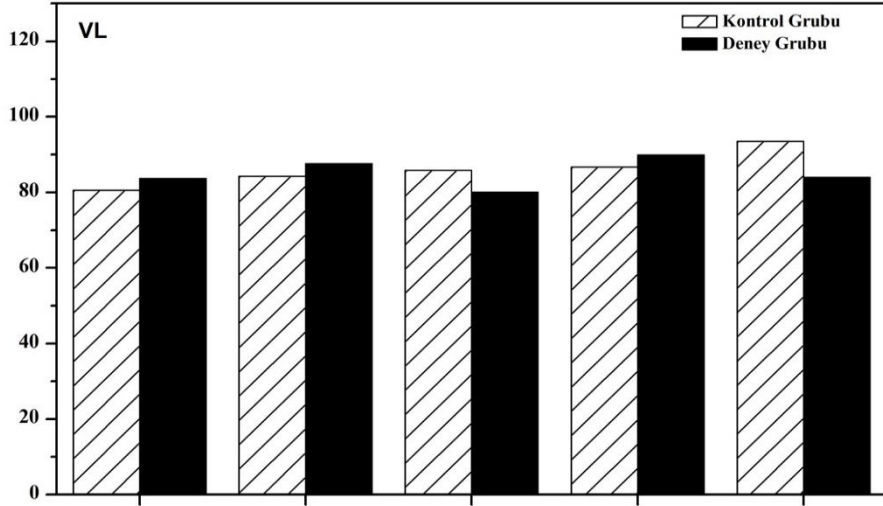
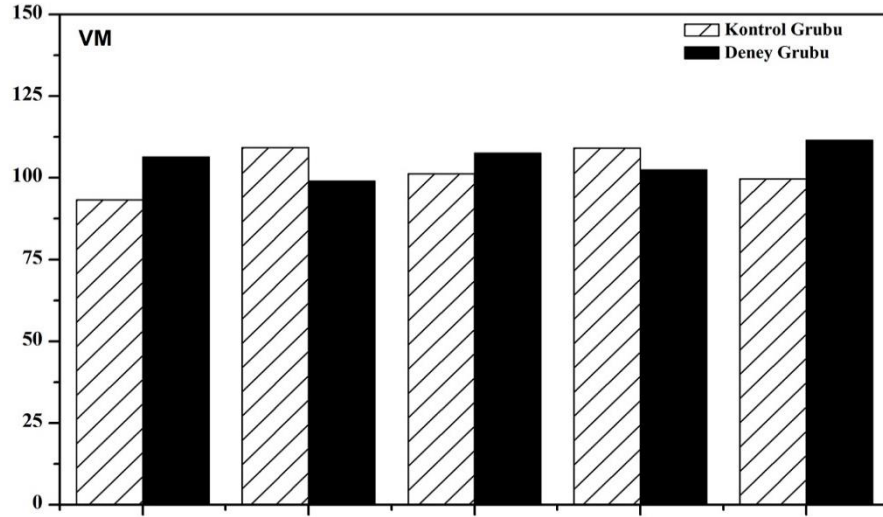
Uygulama × zaman etkisinin istatistiksel analizi için ölçüm zamanları arasındaki farklar uygulamalar arasında karşılaştırılmıştır. Friedman testi sonucuna göre VL kası için uygulama × zaman etkisinde ($\chi^2=11,083$; $p=0,135$) istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır (Tablo 4.14).

Tablo 4.15. Kassal dayanıklılık ölçümü sırasında elde edilen VL kasına ait normalize EMG değerlerinin zaman etkisinde karşılaştırılması.

| Uygulama | χ^2 | SD | P |
|-----------------|----------------------------|-----------|----------|
| Kontrol | 7,200 | 4 | 0,126 |
| Deney | 4,867 | 4 | 0,301 |

Friedman testi sonucuna göre VL kası için zaman etkisinde kontrol uygulaması için ($\chi^2=7,200$; $p=0,126$) ve deney uygulaması için ($\chi^2=4,867$; $p=0,301$) istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır (Tablo 4.15).

Normalize Değerler (%)



Şekil 4.9. Kasal dayanıklılık ölçümü sırasında elde edilen VM, VL, RF kaslarının normalize EMG değerlerinin değişimi.

5. TARTIŞMA

Bu çalışmanın amacı hızlı kilo kaybının kuvvet ve kas aktivasyonu üzerine etkilerini incelemektir.

Yapılan çalışma sonucunda 48 saatlik en az %5'lik hızlı kilo kaybı sonrası anaerobik performans ve kassal dayanıklılık performansında düşüş meydana geldiği, el kavrama kuvveti, dikey sıçrama yüksekliği ve *vastus medialis*, *vastus lateralis*, *rectus femoris* kaslarının aktivasyonunda herhangi bir değişim olmadığı bulunmuştur. Bu bölümde çalışmanın bulgularının tartışılıp yorumlanmasına yer verilmiştir.

Deney uygulamasında katılımcıların vücut ağırlıkları başlangıçta $72,600 \pm 6,703$ kg iken hızlı kilo kaybı sonrası %5,61 azalarak $68,529 \pm 6,117$ kg 'ye düşmüştür. Toparlanma sırasında ise en fazla $71,138 \pm 6,234$ kg' ye kadar artmıştır. İstatistiksel analiz sonuçlarına göre deney uygulamasında zamana bağlı olarak başlangıca göre istatistiksel olarak anlamlı bir düşüş tespit edilmiştir ($p=0,000$). Bu farkın başlangıç ile diğer bütün zamanlar arasında olduğu ve en büyük farkın başlangıç ile hızlı kilo kaybı sonrası olduğu saptanmıştır.

İdrar özgül ağırlığı incelendiğinde ise kontrol ve deney uygulamalarının ölçüm zamanları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p=0,002$). Bu farkın bazal ile HKKS, T1, T2 ve T3 ölçümleri arasında olduğu saptanmıştır. Uygulamaların da zaman içinde değişimi incelendiğinde hem kontrol hem de deney uygulamalarında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. Kontrol uygulamasında T3 ölçüm değerinin bazaldan istatistiksel olarak anlamlı derecede daha düşük olduğu saptanmıştır. Deney uygulamasında ise bazaldan sonraki ölçüm değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı derecede arttığı ve bu artışın en fazla bazal ile hızlı kilo kaybı sonrası ve T1 ölçümleri arasında olduğu bulunmuştur. Périard ve ark. (92) yaptıkları çalışmada %3,2'lik akut kilo kaybı sonrası idrar özgül ağırlığında istatistiksel olarak anlamlı derecede bir artış gözlemlemişlerdir. Rivera-Brown ve De Félix-Dávila (93) yaptıkları çalışmada antrenman sırasında sıvı kaybı sonucu meydana gelen vücut ağırlığı azalması sonucu idrar özgül ağırlığında anlamlı düzeyde artış olduğunu belirtmişlerdir. Rodrigues ve ark. (81) sıcak ortamda egzersizde vücut ağırlığı azalması sonrası idrar özgül ağırlığında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde artış olduğunu bulmuşlardır. Evetovich ve ark. (87) yaptıkları çalışmada %2,9'luk hızlı kilo kaybı sonrası idrar özgül ağırlığında anlamlı bir artış olduğunu belirtmişlerdir.

Schoffstall ve ark. (55) 2 saatlik sauna ile pasif dehidrasyon sonucu katılımcıların %1,7 vücut ağırlığı kaybı sonucu idrar özgül ağırlıklarında anlamlı artış olduğunu belirtmişlerdir. Demirkan ve ark. (94) yaptıkları çalışmada 3 gün içinde %3,9 vücut ağırlığı kaybı yaşayan güreşçilerde, idrar özgül ağırlığında artış olduğunu ancak bu artışın istatistiksel olarak anlamlı olmadığını belirtmişlerdir. Yapılan bu çalışmada, katılımcıların hızlı kilo kaybı için sıvı kısıtlaması yapması ve egzersiz ile terlemesi sonucu idrar özgül ağırlığında artış meydana geldiği düşünülmektedir.

5.1. Hızlı Kilo Kaybının Performans Üzerine Etkileri

Deney ve kontrol uygulamalarının el kavrama kuvveti için ölçüm zamanları karşılaştırıldığında herhangi bir fark olmadığı saptanmıştır ($p=0,841$). Benzer şekilde Serfass ve ark. (70) 3 gün içinde %5'lik kilo kaybının el kavrama kuvveti üzerine etkisi olmadığını belirtmişlerdir. Gutierrez ve ark. (95) saunaya bağlı hızlı kilo kaybı sonrası erkeklerde ve bayanlarda el kavrama kuvvetinde değişim gözlenmediğini belirtmişlerdir. Filaire ve ark. (17) 7 günlük besin kısıtlaması yoluyla vücut ağırlığındaki %4,9'luk azalma sonucu, katılımcıların sağ el kavrama kuvvetinde herhangi bir değişim gözlemezken sol el kuvvetinde azalma bulduklarını belirtmişlerdir. Barbas ve ark. (8) bir günlük greco-roman güreş turnuva sırasındaki fiziksel fizyolojik değişiklikleri inceleyen bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmada katılımcılar bir haftalık %5-6 civarında kilo kaybı sonrası el kavrama kuvvetinde ilk 2 müsabakadan sonra bazala göre azalma meydana geldiğini belirtmişlerdir. Bunun aksine Kraemer ve ark. (46) 2 günlük turnuva modelinin inceledikleri çalışmada 1 hafta içindeki kilo kaybı sonrası dominant eldeki el kavrama kuvvetinde ilk müsabakadan önce bazala göre azalma olduğunu belirtmişlerdir. Degoutte ve ark. (37) 1 hafta içinde %5'lik kilo kaybının el kavrama kuvvetini azalttığını belirtmişlerdir. Kısa süreli yüksek şiddetli egzersizlerde enerji ATP-CP sisteminden sağlanır (96). Houston ve ark. (44) yaptıkları çalışmada 4 günlük besin ve sıvı kısıtlaması yoluyla kilo kaybı sonrası kas ATP ve CP konsantrasyonunda değişim olmadığını belirtmiştir. Yapılan bu çalışmada kas ATP-CP konsantrasyonu ölçülmemiştir. Ancak el kavrama kuvvetinde herhangi bir değişim olmamasının sebebi olarak kas ATP-CP konsantrasyonunda değişim olmamasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Deney ve kontrol uygulamalarının dikey sıçrama yükseklikleri için ölçüm zamanları karşılaştırıldığında herhangi bir fark olmadığı saptanmıştır ($p=0,630$). Benzer şekilde Folgelholm ve ark. (75) hızlı kilo kaybı sonrası yüksüz ve ekstra yüklerle gerçekleştirilen sıçrama performansının değişmediğini göstermişlerdir. Flaire ve ark. (17) hızlı kilo kaybının sıçrama performansı üzerine etkisi olmadığını göstermişlerdir. Hayes ve Morse (88) akut olarak meydana gelen farklı dehidrasyon seviyelerinin dikey sıçrama performansı üzerine etkisi olmasını belirtmişlerdir. Barbas ve ark. (8) 1 haftalık kilo kaybı sonrası 5 müsabakadan oluşan bir günlük turnuva modellemesi gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışma sonucunda dikey sıçrama performansı hızlı kilo kaybı sonrası değişmezken en son iki müsabakada bazala göre düşüş göstermiştir. Aynı modellemeyi gerçekleştiren Kraemer ve ark. (46) dikey sıçrama performansında kilo kaybı öncesine göre bir değişim olmadığını bulmuşlardır. Aydos (76) yaptığı çalışmada hızlı kilo kaybının dikey sıçrama üzerine olumsuz etkileri olduğunu belirtmiştir. Dikey sıçrama yüksekliklerinde fark olmamasının sebebi daha önce bahsedildiği gibi ATP-CP depolarının değişime uğramamış olması olabileceği düşünülmektedir.

Anaerobik performans incelendiğinde kontrol ve deney uygulamalarının ölçüm zamanları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p=0,011$). Hızlı kilo kaybı sonrası bazala göre azalma meydana geldiği saptanmıştır ($p=0,004$). Ancak hızlı kilo kaybını takiben besin ve sıvı alımı ile toparlanma sonrası bu negatif etkinin ortadan kalktığı saptanmıştır. Benzer şekilde Webster ve ark. (14) 36 saat içinde %4,9 vücut ağırlığı kaybının anaerobik performans üzerine olumsuz etkisi olduğunu belirtmişlerdir. McMurray ve ark. (97) yüksek karbonhidrat ve normal karbonhidrat yöntemleri kullanılarak 7 günlük kalori kısıtlaması sonucu normal karbonhidrat grubundaki güreşçilerin ortalama güç ve toplam güç çıktılarında azalma olduğunu ancak zirve güçte anlamlı bir azalma olmadığını belirtmişlerdir. Fakat zirve güçte uygulamalar arasında fark varken ortalama güç ve toplam güç çıktısında gruplar arası fark olmadığı belirtilmiştir. Houston ve ark. (44) hızlı kilo kaybı sonrası izokinetik zirve torkta azalma olduğunu belirtmiştir. Gutierrez ve ark. (95) bayanlarda saunaya bağlı hızlı kilo kaybı sonrası squat sıçrama yüksekliğinde anlamlı olmayan bir azalma tespit etmişlerdir. Ancak bu azalmanın rehidrasyon sonrası da devam ettiği ve anlamlı düzeyde sauna öncesi değerden düşük olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmada anaerobik

gücün hesaplanmasında kullanılan eşitlikte vücut ağırlığı çarpanı bulunmaktadır. Hızlı kilo kaybı sonrası vücut ağırlığı azaldığı için anaerobik gücün, hesaplamada kullanılan eşitlikteki vücut ağırlığı çarpanı etkisinden dolayı azaldığı düşünülmektedir.

Kassal dayanıklılık performansında kontrol ve deney uygulamalarının ölçüm zamanları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p=0,000$). Benzer şekilde Rashidlamir ve ark. (19) 48 saat içinde gerçekleştirilen %4 civarında hızlı kilo kaybı sonrası alt ve üst ekstremitelerde kassal dayanıklılık ve üst ekstremitelerde kuvvetinde düşüş meydana geldiğini belirtmişlerdir. Bigard ve ark. (86) saunaya bağlı hızlı kilo kaybı sonrası maksimum istemli kasılmanın %25 şiddetinde gerçekleştirilen izometrik dayanıklılık performansında düşüş tespit etmiştir. Katılımcıların kassal dayanıklılık performansının, hızlı kilo kaybı sonrası ve toparlanma periyodu boyunca bazaldan daha düşük olduğu saptanmıştır. Performanstaki düşüş birkaç nedene bağlı olarak ortaya çıkabilir. Bunlardan ilki glikojen azalmasıdır (52). Houston ve ark. (44) yaptıkları çalışmada 4 günlük besin ve sıvı kısıtlaması yoluyla kilo kaybı sonrası glikojen depolarında azalma meydana geldiğini belirtmişlerdir. Yaptığımız çalışmada da katılımcılar besin ve sıvı kısıtlaması yöntemini kullanmışlardır. Bu nedenle glikojen depolarında azalma meydana gelmiş olabileceği düşünülmektedir. İkinci olarak asit-baz dengesindeki değişimler performansta düşüşe neden olabilir (52). Serbest yağ asitlerinin artması sonucu glikolizin azalması da performansı sınırlar. Horswill ve ark. (52) hızlı kilo kaybı sonrası plazma gliserol seviyesinde artış olduğunu saptamışlardır. Benzer şekilde Degoutte ve ark. (37) 1 haftalık kilo kaybı sonrası gliserol seviyesinde artış olduğunu saptamışlardır. Performansın düşmesine neden olan bir diğer mekanizma da kan plazma hacmindeki azalmadır (52). Choma ve ark. (77) hızlı kilo kaybı sonrası plazma hacminde azalma meydana geldiğini bulmuşlardır. Bigard ve ark. (86) saunaya bağlı hızlı kilo kaybı sonrası plazma hacminde azalma meydana geldiğini belirtmiştir. Sinclair ve ark. (56) sıvı kaybı sonrası kardiyak debi ve kalp atım hacminde azalma, kalp atım hızında ise artış olduğunu belirtmişlerdir. Plazma hacmindeki azalmaya bağlı olarak dolaşım sisteminde meydana gelen bozulmaların ve besin kısıtlamasına bağlı olarak ortaya çıkan kas glikojen depolarındaki azalmanın bu çalışmada kassal dayanıklılık performansının bozulmasına neden olduğu düşünülmektedir.

5.2. Hızlı Kilo Kaybının Kas Aktivasyonu Üzerine Etkileri

Yapılan bu çalışmada kas aktivasyonu incelendiğinde dikey sıçrama ve squat testleri sırasında uygulamaların ölçüm zamanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır. Benzer şekilde Evetovich ve ark. (87) %2,9 vücut ağırlığı kaybı sonrası *biceps brachii* kasının RMS değerlerinde değişim olmadığını belirtmiştir. Rodrigues ve ark. (81) sıcak ortamda egzersize bağlı dehidrasyon sonucu meydana gelen %2'lik vücut ağırlığı kaybının, diz ekstansörlerinde kas aktivasyonuna etkisi olmadığını belirtmişlerdir. Hayes ve Morse (88) yaklaşık %4'lük hızlı kilo kaybının *vastus lateralis* kasının EMG sinyalini etkilemediğini bulmuşlardır. Ftaiti ve ark. (98) 40 dakikalık koşu sonrası meydana gelen dehidrasyonun, izometrik ve düşük hızda (60°s^{-1}) izokinetik test sırasında kas aktivasyonu üzerine negatif etkisi olduğunu ancak yüksek hızda (240°s^{-1}) etkisi olmadığını belirtmiştir. Yaptığımız bu çalışmada gerçekleştirilen dikey sıçrama ve kassal dayanıklılık ölçümleri de yavaş gerçekleşen aktiviteler olmadıklarından dolayı önceki çalışmalar bu çalışmanın sonucunu destekler niteliktedir. Ancak bu çalışmada artan vücut ısısından dolayı EMG genliğinde azalma meydana gelmiş olabileceği de belirtilmektedir. Kas aktivasyonundan sorumlu elektrolitler sodyum ve potasyumdur. Costill ve ark. (89) hızlı kilo kaybı sonrası kas içi sodyum ve klorda değişim olmadığını ancak potasyumda artış olduğunu belirtmişlerdir. Folgelholm ve ark. (75) 59 saatlik hızlı kilo kaybı sonrası serum potasyum, magnezyum ve çinko seviyelerinde değişim olmadığını saptamışlardır. Reljic ve ark. (41) yaptıkları çalışmada 5 günde gerçekleştirilen %5,6'lık vücut ağırlığı kaybı sonrası plazma sodyum, potasyum, kalsiyum ve magnezyum seviyelerinde değişim olmadığını belirtmişlerdir. Bu bilgiler ışığında yapılan çalışma sonucunda, kas aktivasyonunda fark bulunmamasının nedeni olarak sodyum ve potasyum seviyelerinin korunmuş olabileceği düşünülmektedir.

Sonuç olarak 48 saat içinde meydana gelen %5,6'lık hızlı kilo kaybı anaerobik güç ve kassal dayanıklılık performanslarında düşüşe neden olmuştur. Bu düşüş anaerobik güçte bir buçuk saatlik toparlanma evresinde ortadan kalkarken kassal dayanıklılık performansında 6 saat boyunca devam etmiştir. Bu düşüşün nedeninin glikojen depolarındaki azalma ve dehidrasyon sonucu kan plazma hacmindeki azalmaya bağlı olarak meydana çıkan dolaşım sistemindeki bozulmalar olabileceği düşünülmektedir.

6. SONUÇLAR

48 saat içinde %5,6'lık hızlı kilo kaybının performans ve kas aktivasyonu üzerine etkileri aşağıda sunulmuştur.

1. Deney uygulamasında 48 saat sonra vücut ağırlıklarında kontrol uygulamasına göre farklılıklar bulunmuştur. Deney uygulamasında 48 saat sonra %5,61'lik azalma meydana gelmiştir. Bu azalma toparlanma periyodu boyunca başlangıç seviyesine dönmemiştir.
2. Hızlı kilo kaybı sonucu kassal dayanıklılık performansında düşüş meydana gelmiştir. Bu düşüş 6 saatlik toparlanma periyodu boyunca devam etmiştir.
3. Hızlı kilo kaybı sonucu anaerobik güçte düşüş meydana gelmiştir. Ancak bu düşüş ilk bir buçuk saatlik toparlanma periyodunda ortadan kalkmıştır.
4. Hızlı kilo kaybı sonucu el kavrama kuvveti ve dikey sıçrama yüksekliklerinde herhangi bir değişim olmamıştır.
5. Hızlı kilo kaybı sonucu *vastus medialis*, *vastus lateralis* ve *rectus femoris* kaslarının aktivasyonunda herhangi bir değişim olmamıştır.

7. ÖNERİLER

Yapılan bu çalışma sonucunda araştırmacı, antrenör ve sporculara yönelik öneriler aşağıda sunulmuştur.

Araştırmacılara yönelik öneriler:

1. Hızlı kilo kaybının üst ekstremite kassal dayanıklılık ve güç performansı üzerine etkileri incelenebilir.
2. Hızlı kilo kaybının üst ekstremite kaslarının aktivasyonları üzerine etkileri incelenebilir.
3. Farklı hızlı kilo kaybı yöntemlerinin performans üzerine etkileri karşılaştırılmalı olarak incelenebilir.
4. Hızlı ve kademeli kilo kaybının performans ve kas aktivasyonu üzerine etkileri incelenebilir.
5. Hızlı kilo kaybı sonrası farklı beslenme türlerinin toparlanma ve performans üzerine etkileri incelenebilir.

Antrenör ve sporculara yönelik öneriler:

1. Hızlı kilo kaybı özellikle kassal dayanıklılığı olumsuz etkilediğı için sporcuların hızlı kilo düşme yöntemine başvurmamaları önerilebilir.
2. Sporcunun kilo düşmesi gerekiyorsa bunu kademeli olarak uzun sürede düşmesi daha yararlı olabilir. Bu nedenle antrenörler, sporcularının kilolarını düzenli olarak kontrol etmelidirler.

8. KAYNAKLAR

1. **Franchini E, Brito CJ, Artioli GG.** Weight loss in combat sports: Physiological, psychological and performance effects. *J Int Soc Sports Nutr*, **2012**; 9(1): 52.
2. **Artioli GG, Franchini E, Solis MY, Tritto AC, Lancha AH.** Nutrition in Combat Sports. Nutrition and enhanced sports performance: Elsevier; **2013**; 115-127.
3. **Kim S, Greenwell TC, Andrew DP, Lee J, Mahony DF.** An analysis of spectator motives in an individual combat sport: A study of mixed martial arts fans. *SMQ*, **2008**; 17(2): 109-119.
4. **Khodae M, Olewinski L, Shadgan B, Kinningham, RR.** Rapid weight loss in sports with weight classes. *Curr Sports Med Rep*, **2015**; 14(6): 435-441.
5. **Sundgot-Borgen J, Garthe I.** Elite athletes in aesthetic and olympic weight-class sports and the challenge of body weight and body compositions. *J Sports Sci*, **2011**; 29(sup1): 101-114.
6. **Artioli GG, Saunders B, Iglesias RT, Franchini E.** It is time to ban rapid weight loss from combat sports. *Sports Med*, **2016**; 46(11): 1579-1584.
7. **Yousef Abadi HA, Mirzaei B, Habibi H, Barbas I.** Prevalence of rapid weight loss and its effects on elite cadet wrestlers participated in the final stage of national championships. *Int J Sport Stud Hlth*, **2018**; 1(1): 1-5.
8. **Barbas I, Fatouros IG, Douroudos II, Chatzinikolaou A, Michailidis Y, Draganidis D, et al.** Physiological and performance adaptations of elite greco-roman wrestlers during a one-day tournament. *Eur J Appl Physiol*. **2011**;111(7):1421-1436.
9. **Case SH, Horswill CA, Landry GL, Oppliger RA, Shetler AC.** Weight loss in wrestlers. Indianapolis, IN: American College of Sports Medicine; **2016**.
10. **Control CfD, Prevention.** Hyperthermia and dehydration-related deaths associated with intentional rapid weight loss in three collegiate wrestlers--north carolina, wisconsin, and michigan, november-december 1997. *Mmwr. Morbidity and Mortality Weekly Report*, **1998**; 47(6): 105-128.
11. **Artioli GG, Gualano B, Franchini E, Scagliusi FB, Takesian M, Fuchs M, et al.** Prevalence, magnitude, and methods of rapid weight loss among judo competitors. *Med Sci Sports Exerc*, **2010**; 42(3): 436-442.
12. **Pettersson S, Ekström MP, Berg CM.** Practices of weight regulation among elite athletes in combat sports: a matter of mental advantage? *J Athl Train*, **2013**; 48(1): 99-108.
13. **Coufalova K, Prokesova E, Maly T, Heller J.** Body weight reduction in combat sports. *Archives of Budo*, **2013**; 9(4): 267-272.
14. **Webster S, Rutt R, Weltman A.** Physiological effects of a weight loss regimen practiced by college wrestlers. *Med Sci Sports Exerc*, **1990**; 22(2): 229-234.
15. **Timpmann S, Ööpik V, Pääsuke M, Medijainen L, Ereline J.** Acute effects of self-selected regimen of rapid body mass loss in combat sports athletes. *J Sports Sci Med*, **2008**; 7(2):210-217.
16. **Yadollahzadeh R, Jourkesh M, Antonio J, Soori R.** The effects of rapid weight loss on aerobic and anaerobic power on athletes in weight-sensitive sports. *Sport Science*, **2015**; 8(2): 30-34.

17. **Filaire E, Maso F, Degoutte F, Jouanel P, Lac G.** Food restriction, performance, psychological state and lipid values in judo athletes. *Int J Sports Med*, **2001**; 22(06): 454-459.
18. **Hall C and Lane AM.** Effects of rapid weight loss on mood and performance among amateur boxers. *Br J Sports Med*, **2001**; 35(6): 390-395.
19. **Rashidlamir A, Goodarzi M, Ravasi A.** The comparison of acute and gradual weight loss methods in well-trained wrestlers. *World Journal of Sport Sciences*, **2009**; 2(4): 236-240.
20. **Cengiz A and Demirhan B.** Physiology of wrestlers dehydration. *Turk J Sport Exe*, **2013**; 15(2): 1-10.
21. **Pettersson S.** Nutrition in Olympic Combat Sports. Elite athletes' dietary intake, hydration status and experiences of weight regulation **2013**.
22. **Powers SC and Howley ET.** Exercise Physiology Theory and Application to Fitness and Performance. 7th Ed., USA: Mc Graw Hill Higher Education, **2009**.
23. **Florimond V.** Basics of surface electromyography applied to physical rehabilitation and biomechanics. *Montreal, Canada: Thought Technology Ltd.* **2009**.
24. **Horswill CA.** Applied physiology of amateur wrestling. *Sports Med*, **1992**; 14(2): 114-143.
25. **Langan-Evans C, Close GL, Morton JP.** Making weight in combat sports. *Strength Cond J*, **2011**; 33(6): 25-39.
26. **Barley OR, Chapman DW, Abbiss CR.** Weight loss strategies in combat sports and concerning habits in mixed martial arts. *Int J Sports Physiol Perform*, **2017**; 1-24.
27. **Artioli GG, Iglesias RT, Franchini E, Gualano B, Kashiwagura DB, Solis MY, et al.** Rapid weight loss followed by recovery time does not affect judo-related performance. *J Sport Sci*, **2010**; 28(1): 21-32.
28. **Kinningham RB and Gorenflo DW.** Weight loss methods of high school wrestlers. *Med Sci Sports Exerc*, **2001**; 33(5): 810-813.
29. **Pallarés J, Martínez-Abellán A, López-Gullón J, Morán-Navarro R, De la Cruz-Sánchez E, Mora-Rodríguez R.** Muscle contraction velocity, strength and power output changes following different degrees of hypohydration in competitive olympic combat sports. *J Int Soc Sports Nutr*, **2016**; 13(1): 10.
30. **Brito CJ, Roas AFCM, Brito ISS, Marins JCB, Córdova C, Franchini E.** Methods of body-mass reduction by combat sport athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*, **2012**; 22(2): 89-97.
31. **Steen SN and Brownell KD.** Patterns of weight loss and regain in wrestlers: Has the tradition changed? *Med Sci Sports Exerc*, **1990**; 22(6): 762-768.
32. **Kurt C and Sagiroglu I.** Rapid weight loss practice and perceived problems during reduction periods of turkish young combat athletes. *Journal of Physical Education and Sport*, **2015**; 15(4): 748-751.
33. **Kordi R, Ziaee V, Rostami M, Wallace WA.** Patterns of weight loss and supplement consumption of male wrestlers in tehran. *Sports Med Arthrosc Rehabil Ther Technol*, **2011**; 3(4): 1-7.
34. **Boisseau N, Vera-Perez S, Poortmans J.** Food and fluid intake in adolescent female judo athletes before competition. *Pediatr Exerc Sci*, **2005**; 17(1): 62-71.

35. **Fogelholm M.** Effects of bodyweight reduction on sports performance. *Sports Med*, **1994**; 18(4): 249-267.
36. **Alderman BL, Landers DM, Carlson J, Scott JR.** Factors related to rapid weight loss practices among international-style wrestlers. *Med Sci Sports Exerc*, **2004**; 36(2): 249-252.
37. **Degoutte F, Jouanel P, Begue R, Colombier M, Lac G, Pequignot J, et al.** Food restriction, performance, biochemical, psychological, and endocrine changes in judo athletes. *Int J Sports Med*, **2006**; 27(01): 9-18.
38. **Kordi R, Maffulli N, Wroble RR, Wallace WA.** *Combat Sports Medicine: Springer Science & Business Media*; **2009**.
39. **Sawka M, Latzka W, Matott R, Montain S.** Hydration effects on temperature regulation. *Int J Sports Med*, **1998**; 19(2): 108-110.
40. **Casa DJ, Armstrong LE, Hillman SK, Montain SJ, Reiff RV, Rich BS, et al.** National athletic trainers' association position statement: Fluid replacement for athletes. *J Athl Train*, **2000**; 35(2): 212-224.
41. **Reljic D, Hässler E, Jost J, Friedmann-Bette B.** Rapid weight loss and the body fluid balance and hemoglobin mass of elite amateur boxers. *J Athl Train*, **2013**; 48(1): 109-117.
42. **Gunga H-C, Wittels P, Günther T, Kanduth B, Vormann J, Röcker L, et al.** Erythropoietin in 29 men during and after prolonged physical stress combined with food and fluid deprivation. *Eur J Appl Physiol*, **1996**; 73(1-2): 11-16.
43. **Stöhr EJ, González-Alonso J, Pearson J, Low DA, Ali L, Barker H, et al.** Dehydration reduces left ventricular filling at rest and during exercise independent of twist mechanics. *J Appl Physiol*, **2011**; 111(3): 891-897.
44. **Houston ME, Marrin DA, Green HJ, Thomson JA.** The effect of rapid weight loss on physiological functions in wrestlers. *Phys Sportsmed*, **1981**; 9(11): 73-78.
45. **Tarnopolsky M, Cipriano N, Woodcroft C, Pulkkinen W, Robinson D, Henderson J, et al.** Effects of rapid weight loss and wrestling on muscle glycogen concentration. *Clin J Sport Med*, **1996**; 6(2): 78-84.
46. **Kraemer WJ, Fry AC, Rubin MR, Triplett-McBride T, Gordon SE, Koziris LP, et al.** Physiological and performance responses to tournament wrestling. *Med Sci Sports Exerc*, **2001**; 33(8): 1367-1378.
47. **Wenos DL and Amato HK.** Weight cycling alters muscular strength and endurance, ratings of perceived exertion, and total body water in college wrestlers. *Percept Mot Skills*, **1998**; 87(3): 975-978.
48. **Rankin JW, Ocel JV, Craft LL.** Effect of weight loss and refeeding diet composition on anaerobic performance in wrestlers. *Med Sci Sports Exerc*, **1996**; 28(10): 1292-1299.
49. **Marttinen RH, Judelson DA, Wiersma LD, Coburn JW.** Effects of self-selected mass loss on performance and mood in collegiate wrestlers. *J Strength Cond Res*, **2011**; 25(4): 1010-1015.
50. **Hickner R, Horswill C, Welker J, Scott J, Roemmich J, Costill D.** Test development for the study of physical performance in wrestlers following weight loss. *Int J Sports Med*, **1991**; 12(06): 557-562.
51. **Greenwood M, Kalman DS, Antonio J.** *Nutritional Supplements in Sports And Exercise*. Totowa, USA: Humana Press; **2008**.

52. **Horswill C, Hickner R, Scott J, Costill D, Gould D.** Weight loss, dietary carbohydrate modifications, and high intensity, physical performance. *Med Sci Sports Exerc*, **1990**; 22(4): 470-476.
53. **Solomon EP.** Çeviren:Süzen LB. İnsan Anatomisi ve Fizyolojisine Giriş. İstanbul: Birol Basın Yayın ve Dağıtım ve Ticaret Limited Şti., **1997**.
54. **Wilmore JH and Costill DL.** Physiology of Sport and Exercise. 3rd Ed.,Hong Kong: Human Kinetics, **2004**.
55. **Schoffstall JE, Branch JD, Leutholtz BC, Swain D.** Effects of dehydration and rehydration on the one-repetition maximum bench press of weight-trained males. *J Strength Cond Res*, **2001**; 15(1): 102-108.
56. **Sinclair J, Newman D, Gittos M, Lawson A.** Circulatory effects of fluid loss and fluid intake during exercise. *Journal of Sports Sciences*, **1983**; 1(3): 175-183.
57. **Fortney S, Wenger C, Bove J, Nadel E.** Effect of hyperosmolality on control of blood flow and sweating. *J Appl Physiol*, **1984**; 57(6): 1688-1695.
58. **Barr SI, Costill DL, Fink WJ.** Fluid replacement during prolonged exercise: Effects of water, saline, or no fluid. *Med Sci Sports Exerc*, **1991**; 23(7): 811-817.
59. **Garcia MC and Vieira T.** Surface electromyography: Why, when and how to use it. *Rev Andal Med Deporte*, **2011**; 4(1): 17-28.
60. **Rainoldi A, Melchiorri G, Caruso I.** A method for positioning electrodes during surface emg recordings in lower limb muscles. *J Neurosci Methods*, **2004**; 134(1): 37-43.
61. **McLaughlin DP, Stamford JA, White DA.** Çeviri Ed:Aktümsek A. İnsan Fizyolojisi. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım Tic. Ltd. Şti., **2010**.
62. **Payton C and Bartlett R.** Biomechanical Evaluation of Movement in Sport and Exercise: The British Association of Sport and Exercise Sciences Guide: Routledge; **2008**.
63. **Cram JR.** In: Criswell Eds. Cram's Introduction To Surface Electromyography. USA: Jones & Bartlett Learning. **2011**.
64. **De Luca CJ.** The use of surface electromyography in biomechanics. *J Appl Biomech*, **1997**; 13(2): 135-163.
65. **Konrad P.** The abc of emg. *A Practical Introduction to Kinesiological Electromyography*, **2005**; 1: 30-35.
66. **De Luca CJ.** A practicum on the use of semg signals in movement sciences. *Delsys Inc.* **2008**.
67. **Cerrah AO, Ertan H, Soylu AR.** Spor bilimlerinde elektromiyografi kullanımı. *Spormetre Beden Eğitimi Ve Spor Bilimleri Dergisi*, **2010**; 8(2): 43-49.
68. **Trigno Wireless System User's Guide.** Delsys Incorporated. **2013**.
69. **De Luca C.** Electromyography. *Encyclopedia of Medical Devices and Instrumentation*. **2006**.
70. **Serfass RC, Stull GA, Alexander JF, Ewing Jr JL.** The effects of rapid weight loss and attempted rehydration on strength and endurance of the handgripping muscles in college wrestlers. *Res Q Exerc Sport*, **1984**; 55(1): 46-52.

71. **Armstrong LE, Costill DL, Fink WJ.** Influence of diuretic-induced dehydration on competitive running performance. *Med Sci Sports Exerc*, **1985**; 17(4): 456-461.
72. **Viitasalo J, Kyröläinen H, Bosco C, Alen M.** Effects of rapid weight reduction on force production and vertical jumping height. *Int J Sports Med*, **1987**; 8(04): 281-285.
73. **Caterisano A, Camaione DN, Murphy RT, Gonino VJ.** The effect of differential training on isokinetic muscular endurance during acute thermally induced hypohydration. *Am J Sports Med*, **1988**; 16(3): 269-273.
74. **Burge CM, Carey MF, Payne WR.** Rowing performance, fluid balance, and metabolic function following dehydration and rehydration. *Med Sci Sports Exerc*, **1993**; 25(12): 1358-1364.
75. **Fogelholm GM, Koskinen R, Laakso J, Rankinen T, Ruokonen I.** Gradual and rapid weight loss: Effects on nutrition and performance in male athletes. *Med Sci Sports Exerc*, **1993**; 25(3): 371-377.
76. **Aydos L.** Güreşçilerde Kısa Süreli Kilo Kaybının Kuvvet ve Dayanıklılık Üzerine Etkilerinin İncelenmesi. *Bed Eğt Spor Bil Der*, **1996**; 1(4): 17-26.
77. **Choma CW, Sforzo GA, Keller BA.** Impact of rapid weight loss on cognitive function in collegiate wrestlers. *Med Sci Sports Exerc*, **1998**; 30(5): 746-749.
78. **Zengin B.** Elit genç bayan judocularında müsabaka öncesi hızlı kilo vermenin genel kuvvet üzerine etkilerinin incelenmesi. *Spor Bilim Derg*, **2003**; 11(3): 123-126.
79. **Jlid MC, Maffulli N, Elloumi M, Moalla W, Paillard T.** Rapid weight loss alters muscular performance and perceived exertion as well as postural control in elite wrestlers. *J Sports Med Phys Fitness*, **2013**; 53: 620-627.
80. **Sagayama H, Yoshimura E, Yamada Y, Ichikawa M, Ebine N, Higaki Y, et al.** Effects of rapid weight loss and regain on body composition and energy expenditure. *Appl Physiol Nutr Metab*, **2013**; 39(1): 21-27.
81. **Rodrigues R, Baroni BM, Pompermayer MG, de Oliveira Lupion R, Geremia JM, Meyer F, et al.** Effects of acute dehydration on neuromuscular responses of exercised and nonexercised muscles after exercise in the heat. *J Strength Cond Res*, **2014**; 28(12): 3531-3536.
82. **Cengiz A.** Effects of self-selected dehydration and meaningful rehydration on anaerobic power and heart rate recovery of elite wrestlers. *J Phys Ther Sci*, **2015**; 27(5): 1441-1444.
83. **Cengiz A, Yaman N, Yaman MS.** Effects of self selected dehydration and meaningful rehydration on hematologic and urinary profiles of elite wrestlers. *The Online Journal of Recreation and Sport*, **2015**; 4(4):1-7
84. **Moghaddami A, Gerek Z, Karimiasl A, Nozohouri H.** The effect of acute dehydration and rehydration on biomechanical parameters of elite wrestling techniques. *Journal of Sports Science*, **2016**; 4: 93-101.
85. **McKenna ZJ and Gillum TL.** Effects of exercise induced dehydration and glycerol rehydration on anaerobic power in male collegiate wrestlers. *J Strength Cond Res*, **2017**; 31(11): 2965-2968.
86. **Bigard A-X, Sanchez H, Claveyrolas G, Martin S, Thimonier B, Arnaud MJ.** Effects of dehydration and rehydration on emg changes during fatiguing contractions. *Med Sci Sports Exerc*, **2001**; 33(10): 1694-1700.

87. **Evetovich TK, Boyd JC, Drake SM, Eschbach LC, Magal M, Soukup JT, et al.** Effect of moderate dehydration on torque, electromyography, and mechanomyography. *Muscle Nerve*, **2002**; 26(2): 225-231.
88. **Hayes LD and Morse CI.** The effects of progressive dehydration on strength and power: Is there a dose response? *Eur J Appl Physiol*, **2010**; 108(4): 701-707.
89. **Costill D, Cote R, Fink W.** Muscle water and electrolytes following varied levels of dehydration in man. *J Appl Physiol*, **1976**; 40(1): 6-11.
90. **International Society for Advancement of Kinanthropometry (ISAK).** International Standards for Anthropometric Assessment. Potchefstroom, RSA: ISAK, **2001**.
91. **Sayers SP, Harackiewicz DV, Harman EA, Frykman PN, Rosenstein MT.** Cross-validation of three jump power equations. *Med Sci Sports Exerc*, **1999**; 31(4): 572-577.
92. **Périard J, Tammam A, Thompson M.** Skeletal muscle strength and endurance are maintained during moderate dehydration. *Int J Sports Med*, **2012**; 33(08): 607-612.
93. **Rivera-Brown AM, De Félix-Dávila RA.** Hydration status in adolescent judo athletes before and after training in the heat. *Int J Sports Physiol Perform*, **2012**; 7(1): 39-46.
94. **Demirkan E, Koz M, Arslan C, Ersöz G, Kutlu M.** The monitoring of weight fluctuation and hydration status in cadet wrestlers (ages 14–17) during a training camp period leading up to competition. *International Journal of Wrestling Science*, **2011**; 1(2): 12-18.
95. **Gutierrez A, Mesa J, Ruiz J, Chiroso L, Castillo M.** Sauna-induced rapid weight loss decreases explosive power in women but not in men. *Int J Sports Med*, **2003**; 24(7): 518-523.
96. **Katch VL, McArdle WD, Katch FI.** Essentials of Exercise Physiology. 4th Ed. Lippincott Williams & Wilkins New York; **2011**.
97. **McMurray R, Proctor C, Wilson W.** Effect of caloric deficit and dietary manipulation on aerobic and anaerobic exercise. *Int J Sports Med*, **1991**; 12(02): 167-172.
98. **Ftaiti F, Grélot L, Coudreuse JM, Nicol C.** Combined effect of heat stress, dehydration and exercise on neuromuscular function in humans. *Eur J Appl Physiol*, **2001**; 84(1-2): 87-94.

9. EKLER

Ek-1

Çalışma Etik Kurul Onayı

ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU ONAYI
ABANT İZZET BAYSAL UNIVERSITY CLINICAL RESEARCHES ETHICS COMMITTEE APPROVAL



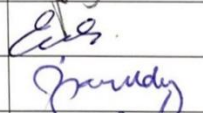
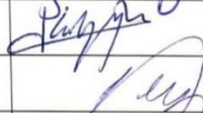
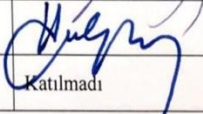
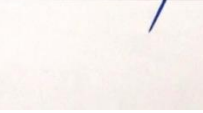


Sayı : 160

23/6/2017

Konu: Kararlar

| | | |
|---|---|--|
| BAŞVURU BİLGİLERİ (APPLICATION INFORMATION) | ARAŞTIRMANIN ADI (TITLE OF THE PROJECT) | Hızlı Kilo Kaybını Kuvvet ve Kas Aktivasyonu Üzerine Etkilerinin İncelenmesi |
| | SORUMLU ARAŞTIRMACI (PRINCIPAL INVESTIGATER) | Yrd.Doç.Dr.Yılmaz UÇAN |
| | DİĞER ARAŞTIRMACILAR (OTHER INVESTIGATERS) | Arş.Gör.Erbil Murat AYDIN |
| | ARAŞTIRMA MERKEZİ (RESEARCH CENTER) | AİBÜ Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu |

| | | |
|---------------------|--|-------------------------|
| KARAR (DECISION) | Karar no (Decision No): 2017/77 | Tarih (Date):08.06.2017 |
| | Yrd.Doç.Dr.Yılmaz UÇAN'ın sorumluluğunda yapılması tasarlanan ve yukarıda başvuru bilgileri verilen araştırma dosyası ve ilgili belgelerin incelenmesi sonucunda araştırmanın gerçekleştirilmesinde etik yönden sakınca olmadığına mevcudun oy birliği/oy çokluğu ile karar verilmiştir. | |

| Üyeler | Uzmanlık alanı | Kurumu | İmza |
|---|----------------------------------|-------------------------|---|
| Prof. Dr. Nimet KABAKUŞ (Başkan) | Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları AD | Tıp Fakültesi | Katılmadı |
| Prof. Dr. Safiye GÜREL (Başkan Yrd.) | Radyoloji AD | Tıp Fakültesi |  |
| Prof. Dr. Özge UZUN (Üye) | Farmakoloji AD | Tıp Fakültesi- |  |
| Doç. Dr. Hüsamettin ÇAKICI (Üye) | Ortopedi ve Travmatoloji AD | Tıp Fakültesi |  |
| Yrd. Doç. Dr. Mervan BEKDAŞ (Üye) | Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları AD | Tıp Fakültesi |  |
| Yrd. Doç. Dr. Erkan KILINÇ (Üye) | Fizyoloji AD | Tıp Fakültesi |  |
| Yrd. Doç. Dr. İsa YILDIZ (Üye) | Anesteziyoloji ve Reanimasyon AD | Tıp Fakültesi |  |
| Yrd.Doç.Dr.Oya KALAYCIOĞLU (Üye) | Bioistatistik | AİBÜ |  |
| Hatice Selen SÖYLEMEZ (Üye) | Eczacı | Özel |  |
| Av.Huri Hülya GÜNEŞ COŞKUN (Üye) | Hukukçu | Özel Hukuk Bürosu |  |
| Abdurrahman ÇANKALOĞLU (Üye) | Öğretmen | İ.B Halk Eğitim Merkezi | Katılmadı |

Ek-2

ASGARİ BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

Bu katıldığınız çalışma bilimsel bir araştırma olup, araştırmanın adı “Hızlı Kilo Kaybını Kuvvet ve Kas Aktivasyonu Üzerine Etkilerinin İncelenmesi” dir. Bu araştırmanın amacı 48 saat içinde %5’lik kilo kaybının kas kuvveti ve kas aktivasyonu üzerine etkilerini incelemektir. Bu çalışmada size aşağıda belirtilen testler ve ölçümler uygulanacaktır.

- Boy ve vücut ağırlıkları Seca marka boy ve ağırlık ölçüm aleti ile ölçülecektir.
- Vücut yağ yüzdelerinin belirlenmesinde ise Biyoelektrik İmpedans kullanılacaktır.
- Besin, sıvı kısıtlaması ve egzersiz ile kilo düşme protokolü uygulanacaktır.
- İdrar yoğunluğunuzu belirlemek için çalışma başladığında sizden her sabah idrar örneği vermeniz istenecektir.
- 1 tekrar maksimal ağırlığının %70 şiddetinde squat testi uygulanacaktır.
- Dikey sıçrama testi uygulanacaktır.
- Handgrip testi uygulanacaktır.
- Kas aktivasyonu ölçümü için elektromiyografi cihazı kullanılacaktır.

Bu çalışmada yer almanız öngörülen süre 4 hafta olup, çalışmada yer alacak gönüllülerin sayısı 16 ‘dır.

Bu çalışma ile ilgili olarak testlere belirtilen saatlerde spor yapmaya uygun kıyafetle gelmek, uygulanacak egzersiz ve test protokollerine özen göstermek, çalışma süresince kuvvet antrenmanı yapmamak ve performansınızı etkileyebilecek takviye ilaç kullanmamak sizin sorumluluklarınızdır.

Bu çalışmada sizin için çalışma süresince kas ağrısı çekmek ve yorgunluk hissi söz konusu olabilir. Ancak sizin için beklenen yararlar arasında, hızlı kilo kaybının kas kuvveti performansını nasıl etkilediğini öğrenerek kendinize kilo düşme yöntemi belirleyebilecek olmanız bulunmaktadır.

Araştırmaya bağlı bir zarar söz konusu olduğunda, bu durumun tedavisi sorumlu araştırmacı tarafından yapılacak, ortaya çıkan masraflar yine sorumlu araştırmacı tarafından üstlenilecektir. Araştırma sırasında sizi ilgilendirebilecek herhangi bir gelişme olduğunda, bu durum size veya yasal temsilcinize derhal bildirilecektir. Araştırma hakkında ek bilgiler almak için ya da çalışma ile ilgili herhangi bir sorun, istenmeyen etki ya da diğer rahatsızlıklarınız için 0507 701 73 18 nolu telefondan Arş.Gör. Erbil Murat AYDIN’a başvurabilirsiniz.

Bu çalışmada yer almanız nedeniyle size hiçbir ödeme yapılmayacaktır; ayrıca, bu çalışma kapsamındaki bütün muayene, tetkik, testler ve tıbbi bakım hizmetleri için sizden veya bağlı bulunduğunuz sosyal güvenlik kuruluşundan hiçbir ücret istenmeyecektir.

Bu araştırmada yer almak tamamen sizin isteğinize bağlıdır. Araştırmada yer almayı reddedebilirsiniz ya da herhangi bir aşamada araştırmadan ayrılabilirsiniz; bu durum herhangi bir cezaya ya da sizin yararlarınıza engel duruma yol aēmayacaktır. Araştırıcı, bilginiz dahilinde veya isteğiniz dışında, uygulanan tedavi Őemasının gereklerini yerine getirmemeniz, ęalıřma programını aksatmanız veya tedavinin etkinliğini artırmak vb. nedenlerle sizi araştırmadan ęıkarabilir. Araştırmanın sonuçları bilimsel amaēla kullanılacaktır; ęalıřmadan ęekilmeniz ya da araştırıcı tarafından ęıkarılmanız durumunda, sizle ilgili tıbbi veriler de gerekirse bilimsel amaēla kullanılabilir.

Size ait tđm tıbbi ve kimlik bilgileriniz gizli tutulacaktır ve araştırma yayımlansa bile kimlik bilgileriniz verilmeyecektir, ancak araştırmanın izleyicileri, yoklama yapanlar, etik kurullar ve resmi makamlar gerektiğinde tıbbi bilgilerinize ulaşabilir. Siz de istediğinizde kendinize ait tıbbi bilgilere ulaşabilirsiniz.

ęalıřmaya Katılma Onayı:

Yukarıda yer alan ve araştırmaya başlanmadan önce gönüllüye verilmesi gereken bilgileri okudum ve szli olarak dinledim. Aklıma gelen tđm soruları araştırıcıya sordum, yazılı ve szli olarak bana yapılan tđm aēıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. ęalıřmaya katılmayı isteyip istemediğime karar vermem iēin bana yeterli zaman tanındı. Bu koşullar altında söz konusu araştırmaya ilişkin bana yapılan katılım davetini hiēbir zorlama ve baskı olmaksızın büyük bir gönüllülük iēerisinde kabul ediyorum.

Bu formun imzalı bir kopyası bana verilecektir.

| | |
|--|--|
| Gönüllünün, Adı-Soyadı: Adresi: Tel.-Faks: Tarih ve İmza: | Aēıklamaları yapan araştırmacının, Adı-Soyadı: Görevi: Adresi: Tel.-Faks: Tarih ve İmza: |
| Velayet veya vesayet altında bulunanlar iēin veli veya vasinin, Adı-Soyadı: Adresi: Tel.-Faks: Tarih ve İmza: | Olur alma işlemine başından sonuna kadar tanıklık eden kuruluş görevlisinin/görüşme tanığının, Adı-Soyadı: Görevi: Adresi: Tel.-Faks: Tarih ve İmza: |

Ek-3

Veri Toplama Formu

Ad-Soyad:

Başlangıç Grubu:

Tarih ve Saat:

Dominant Bacak:

Boy:

Kilo:

Hedef Kilo:

VYV:

1RM Squat:

%50 Squat:

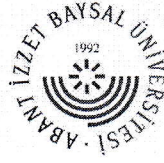
%70 Squat:

| | KONTROL GRUBU | | | | | DENEY GRUBU | | | | |
|-----------------|---------------|-----------|------------|------------|------------|-------------|-----------|------------|------------|------------|
| | Pre-Test | Post Test | Recovery 1 | Recovery 2 | Recovery 3 | Pre-Test | Post Test | Recovery 1 | Recovery 2 | Recovery 3 |
| Kilo | | | | | | | | | | |
| İdrar Gravitesi | | | | | | | | | | |
| HG | | | | | | | | | | |
| CMJ | | | | | | | | | | |
| %70 Squat | | | | | | | | | | |

Ek-4

Kontrol Listesi

| | | |
|----|---|--|
| 1 | İdrar dansitesi ölçme | |
| 2 | Kilo kontrol | |
| 3 | 5 dakika ısınma (8 km/sa) | |
| 4 | Handgrip dinamometresinde el ayarı yap | |
| 5 | 1 dk dinlenme | |
| 6 | 1 dk aralıklarla 3 handgrip denemesi | |
| 7 | Quadriceps tıraşla, zımparala alkolle temizle | |
| 8 | Quadriceps emg sensörleri yerleştir | |
| 9 | Quadriceps MVIC ölçümü yap (3 sn) | |
| 10 | 1 dk dinlenme | |
| 11 | 1 dk aralıklarla 3 CMJ denemesi | |
| 12 | Metronomu 90 a ayarla | |
| 13 | 90° fleksiyonda kalça için lastik ayarla | |
| 14 | Ayak ucuna flaster çek | |
| 15 | %50 şiddette 10 tekrar ısınma | |
| 16 | 5 dk dinlenme | |
| 17 | %70 şiddette max tekrar squat ölçümü yap | |



T.C.
ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA / YÜKSEK LİSANS TEZ ÇALIŞMASI
ORJİNALLİK RAPORU

11/06/2018

AİBÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne

Öğrencinin Adı Soyadı: Erbil Murat AYDIN

Numarası: 15661872736

Anabilim Dalı: Antrenörlük Eğitimi

Lisansüstü Eğitim Düzeyi: Yüksek Lisans
Doktora

Tez Başlığı: Hızlı Kilo Kaybının Kuvvet ve Kas Aktivasyonu Üzerine Etkilerinin İncelenmesi

Yukarıda başlığı yazılı olan tez çalışmasının kapak sayfası, giriş, ana bölümler ve sonuç bölümlerinden oluşan 91 sayfalık kısmına ilişkin 11/06/2018 tarihinde tarafımdan/tez danışmanımca **Turnitin** intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezin benzerlik oranı “alıntılar hariç” yapıldığında % 8 “alıntılar dahil” yapıldığında ise % 9 olarak tespit edilmiştir.

Uygulanan Filtrelemeler:

- 1- Kaynakça Hariç,
- 2- Alıntılar Hariç / Dahil
- 3- 5 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç.

“AİBÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması Ve Kullanılması Uygulama Esasları” nda belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini, aksinin tespit edileceği durumda her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Bilgilerinize arz ederim.

Erbil Murat AYDIN

Öğrencinin Ad Soyad ve İmza

EK: 1 adet tezin tam başlığını öğrencinin ad soyad bilgisini ve tezin toplam sayfa sayısını gösterecek şekilde raporlama işlemi bittikten sonra alınmış ekran görüntüsü eklenecektir.

TEZ DANIŞMAN ONAYI

UYGUNDUR

11/06/2018

Dr. Öğr. Üyesi Yılmaz UÇAN
(Unvan, Ad Soyad, Tarih, İmza)

10. ÖZGEÇMİŞ

Erbil Murat AYDIN 16.03.1985 tarihinde Ankara’da doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Ankara’da tamamladı. 2009 yılında Ankara Üniversitesi Fizik Mühendisliği Bölümünden mezun oldu. 2015 yılında Abant İzzet Baysal Üniversitesi Antrenörlük Eğitimi Anabilim Dalında yüksek lisans eğitimini tamamladı.

