



T.C.  
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
FİZYOLOJİ ANABİLİM DALI

**11-18 YAŞ ARASI ADÖLESAN SAĞLIKLI SPORCU  
BİREYLERDE KONSANTRİK VE EKSANTRİK EGZERSİZLER  
SONUCU OLUŞAN GECİKMİŞ KAS AĞRISININ  
DEĞERLENDİRİLMESİ VE MASAJIN ETKİSİNİN  
İNCELENMESİ**

**İbrahim BOSTAN  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**DANIŞMAN  
Dr. Öğr. Üyesi Cennet AK**

**ISPARTA-2024**

## KABUL ve ONAY SAYFASI

Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü **Fizyoloji Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Programı** çerçevesinde yürütülmüş olan bu çalışma, aşağıdaki jüri tarafından **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 10/01/2024

Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Cennet AK

Süleyman Demirel Üniversitesi, Tıp Fakültesi,  
Temel Tıp Bilimleri Bölümü, Fizyoloji A.B.D.

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Mesut ERGAN

Süleyman Demirel Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi,  
Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Fizyoterapi ve  
Rehabilitasyon A.B.D.

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Murat MENGİ

Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Tıp Fakültesi,  
Temel Tıp Bilimleri Bölümü, Fizyoloji A.B.D.

ONAY: Bu yüksek lisans tezi, Enstitü Yönetim Kurulu'na belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Mukadder İnci BAŞER KOLCU

Enstitü Müdürü

## BEYAN

“11-18 Yaş Arası Adölesan Sağlıklı Sporcu Bireylerde Konsantrik ve Eksantrik Egzersizler Sonucu Oluşan Gecikmiş Kas Ağrısının Değerlendirilmesi ve Masajın Etkisinin İncelenmesi” adlı Yüksek Lisans tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi’ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmayla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

Hazırlayan

**İbrahim BOSTAN**

Danışman

**Dr. Öğr. Üyesi Cennet AK**

## TEŞEKKÜR

Tez çalıőmamın tım s¼reci boyunca sabır ve hoőg¼r¼yle yardımcı olan ve yol g¼sterici olan tez danıőmanım Dr. Öğr. Üyesi Cennet AK'a, emeği geçen Dr. Öğr. Üyesi Mesut ERGAN ve Dr. Öğr. Üyesi Murat MENĐİ hocalarıma,

Y¼ksek lisans eğitimim boyunca emeklerini unutamayacağım baőta Prof. Dr. Nurhan G¼MRAL ve Arő. Gör. Dr. Oğuzhan KAVRIK olmak üzere tım saygıdeğer hocalarıma,

Çalışmanın yapılmasının tım s¼reci boyunca yaptığı yardımlar ve sağladığı kolaylıklar ile nedeni ile can dostum Tunahan ARI'ya,

Hayatım boyunca eğitim konusundaki destekleri hiç eksilmeyen annem Fatime BOSTAN, babam Kadir BOSTAN ve kardeőim İrem NAKIŐCI'ya,

Tez çalışmam boyunca beni hep destekleyen, her daim yanımda hissettiğim sevgili eőim Nimet BOSTAN'a,

Kendisine ayıracağım en g¼zel zamanlardan ayırarak çalışmaya odaklandığım ve bu s¼rete bana hep enerji veren oğlum Ömer'e teőekk¼rlerimi sunarım.

**İbrahim BOSTAN**

**ISPARTA, 2024**

## ÖZET

### **11-18 Yaş Arası Adölesan Sağlıklı Sporcu Bireylerde Konsantrik ve Eksantrik Egzersizler Sonucu Oluşan Gecikmiş Kas Ağrısının Değerlendirilmesi ve Masajın Etkisinin İncelenmesi**

Bu çalışmanın amacı, egzersize bağlı kas hasarı sonrası kaslarda oluşan gecikmiş kas ağrısının ve kas kuvveti, ödem gibi antropometrik ölçümlerin değerlendirilmesini yapmak, aynı zamanda bu ağrının azaltılmasında masajın etkisini incelemektir.

Çalışmaya adölesan yaş grubunda sağlıklı ve sporcu 30 birey dahil edilmiştir. Randomize olarak eşit şekilde masaj ve kontrol grubuna ayrılan bireylere baskın olmayan ekstremitede quadriceps femoris kası için yapılan ve eksantrik kasılmalar içeren zorlayıcı egzersiz sonrası ağrı, kas kuvveti, eklem hareket açıklığı ve ödem değerlendirmesi yapılarak 4 gün boyunca takip edilmiştir. Çalışma grubuna masaj uygulaması toplamda 3 kez 15'er dakikalık süre ile uygulanmıştır. Antropometrik değerlendirmeler, 4 gün boyunca toplam 6 kez yapılmış ve günün hep aynı saatlerinde tekrarlanmıştır.

Eksantrik egzersiz sonrası yapılan değerlendirmeler sonucunda çalışma grubunda ağrı hissinin daha az olduğu görülmüştür. Masaj uygulamasının eklem hareket açıklığı ve ödem takibi için yapılan çevre ölçümlerinde etkisi olduğu görülmekte ancak bu fark istatistiksel olarak anlamlı görülmemektedir. Kas kuvvet değerlendirmesinde anlamlı farklılığın ise eksantrik egzersiz sonrası 72. saatte ortaya çıktığı görülmektedir.

Sonuç olarak yapılan bu çalışma ile masajın gecikmiş kas ağrısı tedavisinde etkili olduğu ayrıca diğer antropometrik ölçümleri de olumlu yönde etkilediği ortaya konmuştur. Bu çalışma aynı zamanda gecikmiş kas ağrısı ile ilgili çalışmalara kaynak oluşturabilmesi bakımından önemli görülmektedir. Ayrıntılı değerlendirmeler yapabilmek için daha fazla sayıda ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

**Anahtar Kelimeler:** Gecikmiş Kas Ağrısı, Masaj, Eksantrik Egzersiz

## **ABSTRACT**

### **Evaluation of Delayed Onset Muscle Soreness After Concentric and Eccentric Exercises in Adolescent Healthy Athletes Aged 11-18 and Examining the Effect of Massage**

The aim of this study is to evaluate the delayed onset muscle soreness that occurs in the muscles after exercise induced muscle damage and anthropometric measurements such as muscle strength and edema, and also to examine the effect of massage in reducing this pain.

Individuals who were randomly divided equally into massage and control groups were evaluated for pain, muscle strength, joint range of motion and edema after a challenging exercise involving eccentric contractions for the quadriceps femoris muscle in the non-dominant extremity and were followed for 4 days. Massage application was applied to the study group 3 times in total for 15 minutes each. Anthropometric evaluations were made a total of 6 times over 4 days and were repeated at the same times of the day.

As a result of the evaluations made after eccentric exercise, it was observed that the feeling of pain was less in the study group. It seems that massage application has an effect on circumference measurements made for joint range of motion and edema but this difference is not statistically significant. A significant difference in muscle strength evaluation was observed at the 72<sup>nd</sup> hour after eccentric exercise.

As a result, this study revealed that massage is effective in the treatment of delayed onset muscle soreness and positively affects other anthropometric measurements. This study is also considered important as it serves as a source for future studies on delayed onset muscle soreness. More studies are needed to make detailed evaluations.

**Keywords:** Delayed Onset Muscle Soreness, Massage, Eccentric Exercise

# İÇİNDEKİLER

|   | <u>Sayfa</u> |
|---|--------------|
| <b>BEYAN</b> .....  | <b>i</b>     |
| <b>TEŞEKKÜR</b> .....                                     | <b>ii</b>    |
| <b>ÖZET</b> .....   | <b>iii</b>   |
| <b>ABSTRACT</b> .....                                     | <b>iv</b>    |
| <b>İÇİNDEKİLER</b> .....                                  | <b>v</b>     |
| <b>TABLolar DİZİNİ</b> .....                              | <b>vii</b>   |
| <b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....                              | <b>viii</b>  |
| <b>SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....               | <b>ix</b>    |
| <b>1. GİRİŞ</b> .....                                     | <b>1</b>     |
| <b>2. GENEL BİLGİLER</b> .....                            | <b>3</b>     |
| 2.1. Kas Doku .....                                       | 3            |
| 2.1.1. Kalp Kası .....                                    | 3            |
| 2.1.2. Düz Kas .....                                      | 3            |
| 2.1.3. İskelet Kası .....                                 | 3            |
| 2.1.3.1. İskelet Kasının Fizyolojisi.....                 | 4            |
| 2.2. Kas Kasılma Çeşitleri .....                          | 4            |
| 2.2.1. İzometrik Kasılma .....                            | 4            |
| 2.2.2. İzokinetik Kasılma.....                            | 5            |
| 2.2.3. İzotonik Kasılma.....                              | 5            |
| 2.2.3.1. Konsantrik Kasılma.....                          | 5            |
| 2.2.3.2. Eksantrik Kasılma .....                          | 6            |
| 2.3. Egzersize Bağlı Kas Hasarı .....                     | 6            |
| 2.4. Gecikmiş Kas Ağrısı .....                            | 8            |
| 2.5. Gecikmiş Kas Ağrısında Patofizyolojik Teoriler ..... | 10           |
| 2.5.1. Laktik Asit Teorisi .....                          | 10           |
| 2.5.2. Kas Spazmı Teorisi.....                            | 10           |
| 2.5.3. Konnektif Doku Hasarı Teorisi .....                | 11           |
| 2.5.4. Kas Hasarı Teorisi .....                           | 11           |
| 2.5.5. İnflamasyon Teorisi .....                          | 11           |
| 2.5.6. Enzim Aklı Teorisi .....                           | 12           |
| 2.6. Gecikmiş Kas Ağrısında Tedavi Yöntemleri .....       | 12           |

|  |           |
|--|-----------|
| 2.6.1. Germe .....   | 12        |
| 2.6.2. Pasif / Aktif Dinlenme .....                              | 12        |
| 2.6.3. Beslenme.....   | 13        |
| 2.6.4. Antienflamatuvar İlaçlar .....                            | 13        |
| 2.6.5. Soğuk Uygulama .....                                      | 14        |
| 2.6.6. Kompresyon.....   | 14        |
| 2.6.7. Elektroterapi .....                                       | 15        |
| 2.6.8. Kontrast Su Terapisi .....                                | 15        |
| 2.6.9. Masaj.....  | 15        |
| 2.7. Hipotezler .....  | 16        |
| <b>3. GEREÇ ve YÖNTEM.....</b>                                   | <b>17</b> |
| 3.1. Araştırmanın Yeri ve Zamanı .....                           | 17        |
| 3.2. Örneklem Büyüklüğü Hesaplama .....                          | 17        |
| 3.3. Çalışmanın Evreni .....                                     | 17        |
| 3.4. Dahil Edilme ve Dışlanma Kriterleri.....                    | 17        |
| 3.5. Araştırma Verilerinin Toplanması ve Değerlendirilmesi ..... | 18        |
| 3.5.1. Sosyodemografik Bilgilerin Alınması .....                 | 18        |
| 3.5.2. Ağrı Değerlendirmesi .....                                | 18        |
| 3.5.3. Kas Kuvvet Değerlendirmesi.....                           | 18        |
| 3.5.4. Ödem Değerlendirmesi .....                                | 19        |
| 3.5.5. Eklem Hareket Açıklığı Değerlendirmesi .....              | 19        |
| 3.6. Gecikmiş Kas Ağrısı Oluşturma.....                          | 20        |
| 3.7. Çalışma Protokolü .....                                     | 20        |
| 3.8. Masaj Tedavisi .....  | 21        |
| 3.9. Verilerin İstatiksel Olarak Değerlendirilmesi .....         | 21        |
| <b>4. BULGULAR .....</b>   | <b>22</b> |
| <b>5. TARTIŞMA .....</b>   | <b>35</b> |
| <b>SONUÇ ve ÖNERİLER.....</b>                                    | <b>40</b> |
| <b>KAYNAKLAR .....</b>   | <b>42</b> |
| <b>EKLER.....</b>  | <b>48</b> |
| Ek 1. Etik Kurul Kararı .....                                    | 48        |
| Ek 2. Olgu Rapor Formu .....                                     | 49        |
| <b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>   | <b>52</b> |

## TABLolar DİZİNİ

|   | <u>Sayfa</u> |
|---|--------------|
| <b>Tablo 3.1.</b> Görsel Analog Skala .....   | 18           |
| <b>Tablo 3.2.</b> Kas Kuvvetinin Modifiye MRC Skalasına Göre Sınıflandırılması.....   | 19           |
| <b>Tablo 4.1.</b> Hastalara ait Demografik Bilgiler .....   | 22           |
| <b>Tablo 4.2.</b> Çalışma Grupları ile Ağrı Değerlendirilmesi (GAS)-İstirahat<br>Değişkeninin Karşılaştırılması .....         | 23           |
| <b>Tablo 4.3.</b> Çalışma Grupları ile Ağrı Değerlendirilmesi (GAS)-Aktivite Sırası<br>Değişkeninin Karşılaştırılması .....   | 24           |
| <b>Tablo 4.4.</b> Çalışma Grupları ile Eklem Hareket Açıklığı Ölçümü- EHA Fleksiyon<br>Değişkeninin Karşılaştırılması .....   | 26           |
| <b>Tablo 4.5.</b> Çalışma Grupları ile Eklem Hareket Açıklığı Ölçümü- EHA<br>Ekstensiyon Değişkeninin Karşılaştırılması ..... | 27           |
| <b>Tablo 4.6.</b> Çalışma Grupları ile Çevre Ölçümü- Patella Üst Seviye Değişkeninin<br>Karşılaştırılması .....               | 28           |
| <b>Tablo 4.7.</b> Çalışma Grupları ile Çevre Ölçümü - Patella 5 cm Üstü Değişkeninin<br>Karşılaştırılması .....               | 30           |
| <b>Tablo 4.8.</b> Çalışma Grupları ile Çevre Ölçümü- Patella 10 cm Üstü Değişkeninin<br>Karşılaştırılması .....               | 31           |
| <b>Tablo 4.9.</b> Kas Kuvvet Ölçümü Değerlendirme Zamanları ile Çalışma Gruplarının<br>Karşılaştırılması .....                | 33           |

## ŞEKİLLER DİZİNİ

|   | <b><u>Sayfa</u></b> |
|---|---------------------|
| <b>Şekil 2.1.</b> Kas Kasılma Şekilleri .....   | 4                   |
| <b>Şekil 4.1.</b> Ağrı Değerlendirilmesi (GAS)-İstirahat ile Grupların Karşılaştırılması ...          | 24                  |
| <b>Şekil 4.2.</b> Ağrı Değerlendirilmesi (GAS)-Aktivite Sırası ile Grupların Karşılaştırılması .....  | 25                  |
| <b>Şekil 4.3.</b> Eklem Hareket Açıklığı Ölçümü-EHA Fleksiyon ile Grupların Karşılaştırılması .....   | 27                  |
| <b>Şekil 4.4.</b> Eklem Hareket Açıklığı Ölçümü-EHA Ekstensiyon ile Grupların Karşılaştırılması ..... | 28                  |
| <b>Şekil 4.5.</b> Çevre Ölçümü- Patella Üst Seviye ile Grupların Karşılaştırılması .....              | 29                  |
| <b>Şekil 4.6.</b> Çevre Ölçümü- Patella 5 cm Üstü ile Grupların Karşılaştırılması .....               | 31                  |
| <b>Şekil 4.7.</b> Çevre Ölçümü- Patella 10cm Üstü ile Grupların Karşılaştırılması .....               | 32                  |

## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

|                          |  |
|--------------------------|--|
| <b>ADP</b>               | : Adenozin Di Fosfat                         |
| <b>ANP</b>               | : Atrial Natriüretik Peptit                  |
| <b>AST</b>               | : Aspartat Aminotransferaz                   |
| <b>ATP</b>               | : Adenozin Tri Fosfat                        |
| <b>BNP</b>               | : Beyin Natriüretik Peptit                   |
| <b>Ca<sup>+2</sup></b>   | : Kalsiyum İyonu                             |
| <b>COX2</b>              | : Siklooksijenaz                             |
| <b>DOMS</b>              | : Delayed Onset Muscle Soreness              |
| <b>EBKH</b>              | : Egzersize Bağlı Kas Hasarı                 |
| <b>EHA</b>               | : Eklem Hareket Açıklığı                     |
| <b>GAS</b>               | : Görsel Analog Skala                        |
| <b>GDNF</b>              | : Glial Hücreden Türetilen Nörotrofik Faktör |
| <b>GKA</b>               | : Gecikmiş Kas Ağrısı                        |
| <b>HL</b>                | : Hidrolizin                                 |
| <b>HP</b>                | : Hidroksiprolin                             |
| <b>KK</b>                | : Kreatin Kinaz                              |
| <b>LDH</b>               | : Laktat Dehidrogenaz                        |
| <b>Mg<sup>+2</sup></b>   | : Magnezyum İyonu                            |
| <b>mRNA</b>              | : Mesajcı Ribonükleik Asit                   |
| <b>Na<sup>+2</sup></b>   | : Sodyum İyonu                               |
| <b>NSAİİ</b>             | : Non-Steroid Antienflamatuvar İlaç          |
| <b>P</b>                 | : Fosfat                                     |
| <b>SBF</b>               | : Sinir Büyüme Faktörü                       |
| <b>TENS</b>              | : Trans Kuteneal Elektrik Sinir Stimülasyonu |
| <b>VKİ</b>               | : Vücut Kitle İndeksi                        |
| <b>VO<sub>2</sub>max</b> | : Maksimum Oksijen Hacmi                     |

# 1. GİRİŞ

Gecikmiş kas ağrısı (GKA), 1902 yılında Hough tarafından kullanılmaya başlanmış ve “egzersize yeni başlayan kişilerin kaslarında egzersizi takip eden 8-10 saat hissedilen ayrıca yorgunluk dışında da etkileri olan sendrom” olarak tanımlanmıştır (1).

GKA, alışılmamış ve yorucu egzersizden sonra 24 içinde meydana gelir ve 24-48 saat arasında tepe noktasına ulaşır ve etkisi 5-7 gün kadar sürebilir (2,3). Ağrı ve rahatsızlık hissi ile birlikte görülür. Aynı zamanda kas kuvvetinde ve eklem hareket açıklığında (EHA) azalma, ağrının olduğu kaslarda ödem görülmektedir (4,5).

GKA, “yüksek şiddetli yüklenmeler sırasında yüksek germe potansiyeli ve kas lifi içerisindeki zayıf miyofibrillerde oluşan mikro yırtıklar nedeni ile hissedilen kas hasarı” olarak tanımlanmaktadır. GKA egzersizin tipine bağlı olduğu kadar, egzersiz şiddetine ve süresine de bağlıdır (6).

GKA çoğunlukla kas boyunun uzadığı yani eksantrik egzersizler sonrası oluşmaktadır. Bunun için ayrıca egzersizin alışılmamış ya da mevcut egzersiz şiddetinin üzerinde olması gerekmektedir. Eksantrik kasılma diğer kasılma tiplerinden daha yorucu, daha fazla hasarı meydana gelmesine yol açabilen bir kasılma tipidir (7). Eksantrik kasılmalarda daha fazla güç oluşmasına rağmen, aktif kasılan kas miktarı daha azdır (8). Kontraktil ve kontraktil olmayan yapılara binen yükün artması ile kasta bozunma daha fazla görülür (9).

Eksantrik kas kasılması, kasa uygulanan kuvvet, kasın kendisi tarafından üretilen anlık kuvveti aştığında meydana gelir ve kas-tendon sisteminin kasılma sırasında zorla uzamasına neden olur (10). İskelet kasları, vücudun ağırlığını yerçekimine karşı desteklemek ve şoku absorbe etmek veya konsantrik kasılmalara hazırlık olarak elastik geri tepme enerjisini depolamak için eksantrik olarak kasılır (11).

GKA'nı açıklayan mekanizmalar birden fazladır. Yaklaşık bir asırdır alışılmamış ve zorlayıcı egzersizin özellikle kasın boyunun uzadığı çalışmaların

ardından gecikmiş kas ağrısının oluştuğu bilinmektedir. Ancak mekanizmaların etkinlik bakımından GKA'ndaki rolü kesinlik kazanmamıştır (12).

GKA'nın tedavisinde; masaj, düşük şiddetli egzersiz, ısınma egzersizleri, farmakolojik müdahaleler, beslenme müdahaleleri, ultrason ve soğuk uygulama sıkça tercih edilen yöntemlerindendir (13). GKA kas hasarıyla tetiklenir ve masaj kas kan akışını artırabilir ve kas ödemi azaltabilir (14,15).

Masajın GKA'nı egzersizden sonraki 72 saat boyunca azalttığı bilinmektedir. Hatta egzersizden 96 saat sonrasına kadar önemli derecede etkisi olduğunu belirten çalışmalar da bulunmaktadır (16.)

Mevcut bilgi ve çalışmalara baktığımızda gecikmiş kas ağrısı ve masaj tedavisi ile ilgili çalışmalar kısıtlı değildir. Ancak mevcut çalışmalar; cinsiyet, meslek grupları ve aktivite düzeyi gibi durumları içermektedir. Bu çalışmanın amacı adölesan sağlıklı sporcu bireylerde egzersize bağlı kas hasarının (EBKH); GKA, EHA, ödem ve kas kuvveti üzerine masajın etkisinin incelenmesi üzerinedir.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Kas Doku

Kaslar organizmanın hareket fonksiyonunu gerçekleştiren yapılardır. Biyokimyasal enerjiyi mekanik enerji haline çevirerek kuvvet oluşturur ve böylece hareketleri gerçekleştirir. Bu nedenle kas fiziolojisi kısaca kasların kasılma ve gevşemesinin fiziolojisidir (17).

Kaslar yapı ve fonksiyon açısından üç gruba ayrılır: Kalp kası, düz kas ve iskelet kası. Vücudumuzdaki kasların yüzde 80'i iskelet kasıdır (17).

#### 2.1.1. Kalp Kası

Kalp kası çizgili kas grubunda bulunur. Ancak fonksiyonel olarak bir sinsityum oluşturur ve aktivitesi otonom sinir sistemi tarafından düzenlenir. Yani fonksiyonel olarak düz kasa benzerken yapısal olarak çizgili kaslara benzemektedir (17).

#### 2.1.2. Düz Kas

İstem dışı olarak kasılır ve otonom sinir sistemi tarafından uyarılırlar ve içi boş organları içeren solunum, sindirim, dolaşım, ürogenital sistemlerde yer alan kas tipidir (18). Enine çizgileri bulunmaz bu yüzden çizgili görünümüleri yoktur ve sinsityum oluştururlar ve düzensiz olarak uyarı oluşturan pacemaker hücreler içerirler (17).

#### 2.1.3. İskelet Kası

İskelet kasları, iyi gelişmiş enine çizgiler içerir. Mikroskobik görünümünde açık ve koyu bölgeler düzenlidir ve çizgili izlenimleri bulunmaktadır. Bu nedenle iskelet kaslarına çizgili kaslar da denmektedir. Lifleri arasında fonksiyonel bir bağlantı yoktur. Spinal sinirlerle uyarılırlar ve istemli olarak çalışmaktadır (17,18).

### 2.1.3.1. İskelet Kasının Fizyolojisi

İskelet kası birbirinden bağımsız kas liflerinden oluşur. Her kas lifi sarkolemma adı verilen hücre membranı çevrilmiş tek bir kas hücresidir. Çok sayıda kas lifi demetler halinde bir araya gelerek fasikülü oluşturur. Fasiküller de demetler halinde bir araya gelerek iskelet kasını oluşturur. Her bir kas lifinin ince bir bağ dokusu ile saran yapıya endomisyum denir. Benzer şekilde kas fasikülleri saran bağ dokuya perimisyum, iskelet kasını saran bağ dokuya ise epimisyum adı verilir (17).

Kas lifleri yüzlerce hatta binlerce miyofibril içerir. Miyofibriller aktin ve miyozinlerden meydana gelmektedir. İnce filamentlerin yapısında Troponin ve Tropomiyozin bulunur. Protein olan bu maddelerin kasılmada önemli etkileri bulunmaktadır (19,20).

## 2.2. Kas Kasılma Çeşitleri

Kaslar, egzersiz ve hareket tipine göre farklı kasılma şekillerinde kasılırlar. Farklı kasılma tiplerinde, kas uzunluğu ve gerim miktarında farklılık meydana gelmektedir.



Şekil 2.1. Kas Kasılma Şekilleri (21)

### 2.2.1. İzometrik Kasılma

İzometrik kasılma, kasın boyunun sabit kalmasına rağmen geriliminin veya kuvvetinin artırıldığı bir kasılma şeklidir. Başka bir deyişle, kasın kısalmadan kasılması izometrik kasılma olarak adlandırılır. Bu tip kasılma sırasında, kasın gerilimi, yer çekimine karşı direnç oluşturarak veya bulunduğu pozisyonu koruyarak artırılır. İzometrik kasılma, hareket olmadığı için statik bir kasılma olarak da bilinir. Fiziksel anlamda bir iş üretilmez ve kasılma enerjisi genellikle ısıya dönüşür. İzometrik kasılmanın örnekleri arasında ayakta durma, belirli bir ağırlığı belirli bir

yükseklikte tutma veya güreşte kullanılan bazı kavrayışlar bulunabilir. Bu tür egzersizler, kas kuvvetini artırmak, dayanıklılığı geliştirmek ve belirli pozisyonlarda güçlü durmayı sağlamak amacıyla yaygın olarak kullanılır (17).

### **2.2.2. İzokinetik Kasılma**

İzokinetik kasılma, bir eklem etrafında sürekli hızda hareket eden bir kas kasılma tipidir. Bu teknik, hareketin hızını özel bir dinamometre kullanarak sabit tutar. Dinamometre, hareket boyunca her açıda uygulanan kuvvetle eşit bir dirence sahiptir. Bu benzersiz yöntem, dinamik hareketlerdeki kassal kuvvetin ölçümüne olanak tanır ve optimal yüklenmeyi sağlar. Bu sayede kasın performansını değerlendirmek ve geliştirmek için daha kesin verilere ulaşmak mümkün olur. İzokinetik kasılma, spor rehabilitasyonu, performans artırma ve kas gücü değerlendirmelerinde kullanılan etkili bir yöntemdir. (22).

### **2.2.3. İzotonik Kasılma**

İzotonik kasılma, kas geriliminin sabit tutularak uzunluğunun veya boyunun kısalmasıyla meydana gelen bir kasılma şeklidir. Başka bir ifadeyle, kasın gerilimi sabit bir düzeyde tutulurken, kas uzunluğu kısalarak kasılma gerçekleşir. İzotonik kasılmada, kasın hareket etmesi söz konusudur. Bu, bir eklemden gerçekleşen hareketle birlikte kasın uzunluğunun değişmesi anlamına gelir (17).

İzotonik kasılma konsantrik ve eksantrik kasılma olarak ikiye ayrılır.

#### **2.2.3.1. Konsantrik Kasılma**

Konsantrik kasılma, kas tonusunun sabit kaldığı ancak kas boyunun kısalması sürecine verilen isimdir. Bu tip kasılma, kasın bir kuvvet uygulayarak kısalması ve bir eklemden hareketin gerçekleştiği aşamadır. Konsantrik kasılma, tipik olarak bir kasın bir dirence karşı çalışarak kısalması ve bu süreçte enerji üretmesi anlamına gelir. Örneğin; sandalyede oturur pozisyonda dizimizi bükülü pozisyondan düz pozisyona aldığımızda quadriceps femoris kası konsantrik kasılır. Böylelikle kasın boyunda kısalma görülür (22).

### **2.2.3.2. Eksantrik Kasılma**

Eksantrik egzersizler, kasın gerginlik altında uzadığı hareketleri içerir. Bu tip egzersizler, günlük yaşamda veya spor aktivitelerinde sıkça gerçekleşen hareketlerin önemli bir parçasını oluşturur ve kas eğitim programlarına çeşitlilik katar. Eksantrik kas kasılması, kasın kendisi tarafından üretilen anlık kuvvetin aşıldığı durumlarda ortaya çıkar ve bu kasılma esnasında kas-tendon sisteminde uzama ile karakterizedir. (23).

Eksantrik kasılmanın amaçlarından biri de hareketi yavaşlatmaktır. Örneğin basamak inerken quadriseps kası eksantrik olarak kasılır diz fleksiyonunu yavaşlatır (24).

Konsantrik veya izometrik kasılmalarla karşılaştırıldığında, eksantrik kas hareketleri, benzersiz adaptasyonlardan sorumlu olabilecek çeşitli benzersiz özelliklere sahiptir (25,26). Belirli bir açısal hız için eksantrik kasılma sırasında diğer kasılma türlerine kıyasla daha büyük kuvvetler üretilir (27). Ek olarak, eksantrik kasılmalar, konsantrik kasılmalara göre daha az motor ünite aktivasyonu gerektirir ve belirli bir kas kuvveti için daha az oksijen ve enerji tüketir (28). Aslında, konsantrik egzersizde eksantrik egzersize göre dört kat daha fazla metabolik maliyet görülür (29).

Aslında, eksantrik kasılmanın iki ana tanımlayıcı özelliği olan "en yüksek kuvvetler ve daha düşük enerji gereksinimi", bu kasılma rejimini geleneksel kas antrenmanına mantıklı bir alternatif haline getirmektedir. Bugüne kadar, eksantrik egzersizin faydalarının kas fonksiyonunun çok ötesinde olduğu kabul edilmektedir. Çünkü bu antrenman tarzının sinirsel dürtü veya sağlıkla ilgili faktörler üzerinde bir dizi olumlu yansımaya neden olduğu gösterilmiştir. Uzun yıllardır eksantrik rejim, spor antrenmanlarında maksimum kas kuvveti, güç ve koordinasyonu geliştirmek için büyük ölçüde kullanılmıştır (30,31).

### **2.3. Egzersize Bağlı Kas Hasarı**

Egzersize Bağlı Kas Hasarı (EBKH), fiziksel aktiviteyi amatör olarak yapanlardan profesyonel olarak yapanlara kadar herkesi ilgilendirir. Çalışmalara baktığımızda, yapılan egzersizin türüne göre kasta bir hasar oluşturduğu, aynı

zamanda kalp kasında enfarktüse benzer hasara sebep olabileceği ileri sürülmüştür (32).

EBKH, literatürde sıklıkla "kas hasarı" olarak ifade edilmektedir. Bu hasar, görüntüleme teknikleri kullanılarak ve kastaki enzim aktivitelerinin plazmadaki oranlarının takip edilmesi ile tespit edilmektedir (32).

EBKH, temelde iki ana mekanizma ile açıklanmaktadır. İlki, bireyin alışık olmadığı veya normal aktivite düzeyinin üzerinde bir egzersiz yapması; ikincisi ise dokulardaki zedelenme sonucu ortaya çıkan bazı metabolik ve kimyasal olaylardır. EBKH, özellikle miyofibril düzeyde Z bandındaki kopmalar sonucu gelişmektedir. Alışık olunmayan veya yoğun egzersiz sırasında bu Z bandında kopmalar ve mikro yırtılmalar meydana gelebilir. Bu durum, kas lifinin yapısındaki belli bölgelerde hasara neden olarak kas hasarını tetikler (32).

Enzimlerin hücre içindeki belirli konumları, hücre hasarının derecesini belirlemede kritik bir rol oynar. Yalnızca belirli bir dokuda faaliyet gösteren veya bu dokuda çok daha yüksek aktivite sergileyen enzimlere "dominant enzim" denir. Bu tür bir enzimin serumdaki aktivitesindeki artış, genellikle hasar görmüş dokuyu işaret eder. EBKH tespitinde takip edilen en önemlisi ve en çok kullanılan madde Kreatin Kinaz (KK)'dir (33).

Plazma KK aktivitesinin; kas yaralanmaları, akut miyokart enfarktüsü sonrasında ve proteinlerin enerji metabolizmasında kullanıldığı durumlarda arttığı gözlemlenmektedir. Bunun yanı sıra, EBKH oluştuğunda, plazma ve serumda hücre içinde bulunan kreatin kinazın aktivitesinde bir artış meydana gelir (32). KK en fazla olduğu yer iskelet kasında aktiftir. Egzersize bağlı kas hasarı durumlarında, KK aktivitesi, çeşitli faktörlerden etkilenebilmektedir. Bu etkileyen faktörler arasında cinsiyet, yaş, egzersizin tipi gibi değişkenler bulunmaktadır. Ayrıca, farklı ırklardan gelen bireyler arasında gözlemlenen farklılık da bilinmektedir (34). Farklı ırklar arasındaki EBKH ve KK aktivitesi konusundaki belirli farklılıkların, kas kitlesi veya fiziksel aktivite alışkanlıklarıyla doğrudan ilişkilendirilemediğini gösteren çalışmalar bulunmaktadır (35,36).

Bununla birlikte, yapılan çalışmalarda eksantrik egzersizin konsantrik egzersizden daha fazla kas hasarına yol açtığını gösteren bulgular mevcuttur. Diz

kasının eksantrik kasılma ve tekrar sayıları üzerine odaklanan bir araştırmada, tekrar sayısının artmasıyla birlikte serum KK seviyelerinin de arttığını tespit etmişlerdir (37).

Sinirsel elektriksel stimülasyonu yoluyla eksantrik kasılma uygulanan kasta hasarsız mekanik hiperaljezi gözlenmesi sebebi ile (38), GKA mekanizmasında kas hasarı ve/veya inflamasyondan dışında farklı bir faktörün etkili olacağı düşünülmüş. Kas lifleri ve/veya uydu hücreleri tarafından üretilen sinir büyüme faktörünün (SBF) ve glial hücreden türetilen nörotrofik faktörün (GDNF) GKA oluşumunda etkili olduğu düşünülmektedir (39).

EBKH ve bunu takip eden inflamasyon birçok araştırmadan sonra rapor edilmiştir ve bu nedenle GKA'nın en yaygın kabul gören nedenidir (39).

#### **2.4. Gecikmiş Kas Ağrısı**

Gecikmiş kas ağrısı (GKA) ile ilgili en eski veriler 1902 yılına dayanmaktadır ve Amerikalı bir doktor olan Theodore Hough tarafından ortaya atılmıştır (1). Gecikmiş kas hasarı, alışılmadık veya yorucu egzersizler sonrası, kasların sert ve hassas hale gelmesi ve kaslarda oluşan ağrı olarak tarif edilir. GKA sonrası genellikle medikal bir bakıma ihtiyaç duyulmamaktadır (4).

Yabancı literatürde "Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS)" olarak adlandırılan durum, özellikle eksantrik egzersizler sonrasında iskelet kaslarında meydana gelen gecikmiş kas ağrısını ifade eder. GKA'na bağlı olarak, kaslardaki ağrı ve sertlik, egzersizi takip eden ilk 24 saatte görülmeye başlar. Bu durum 24 ile 48 saat arasında zirveye ulaşır ve birkaç gün içinde azalmaya başlar (18).

GKA genellikle sert ve hassas bir hissiyatla karakterize edilir, buna ek olarak mobilitede veya esneklikte azalma yaşanabilir. Bu ağrı bazen günlük yaşam aktivitelerini etkilemezken bazen de bireyin hareketlerini kısıtlayıcı olabilir (23). GKA, eklem hareket açıklığını, zirve torku (kuvvet) üretimini ve kas aktivitesini azaltarak performansı olumsuz etkilemektedir. Bu durum, genellikle aşırı aktivitesi, kaslara aşırı yüklenme veya yeterli ısınma ve soğuma eksikliği gibi faktörlere bağlı olarak ortaya çıkabilir. GKA'nın şiddeti ve süresi bireyden bireye farklılık gösterse de uygun tedavi ve rehabilitasyon ile genellikle iyileşme sağlanabilir (6).

Herhangi bir iskelet kası, boyu uzamış pozisyonda yapılan egzersiz seansı sonrasında GKA semptomları gösterebilir. Hassasiyet; genellikle, kas tendon kavşağına yakın distal bölgede kendini göstermektedir. Newham ve arkadaşları, ağrı reseptörlerinin kasın konnektif dokusunda ve tendon bölgesinde yerleşim gösterdiğini ve hasarın, kas tendon bölgesinde lokalize olduğunu belirtmişlerdir. Kasın distal bölgesinde ağrı/hassasiyet görülmesinin nedeni, kasın uzun eksenindeki lif acılaşmalarının bu bölgede daha fazla olmasından kaynaklanmaktadır. Dolayısıyla, kas bu bölgelerde mekanik travmalara daha açık hale gelmektedir (40).

GKA hem antrene hem de antrene olmayan bireylerde ortaya çıkabilmesine rağmen, genellikle düzenli antrenman yerine alışılmadık yüksek şiddetli fiziksel aktiviteyle ilişkilidir, özellikle geniş bir eksantrik komponent içeren aktivitelerle bağlantılıdır. Yapılan fiziksel aktivite türüne göre ağrının seyri değişebilmektedir (41,42).

Sporcular, antrenman yoğunluğunun arttığı dönemlerde genellikle GKA ile karşılaşabilirler. Bu durum, vücudun beklenmedik streslere uyum sağlama çabasıyla ilişkilidir ve genellikle aşırı fiziksel aktiviteye bağlı olarak kas hasarının bir sonucudur (12). Yani gecikmiş kas ağrısı, yalnızca yorucu egzersize ilk kez başlayanlarda değil, spora ara veren antrene sporcularda ve antrenman yoğunluğu artıran ve egzersiz programı içerisine eksantrik egzersiz ekleyen sporcularda da görülebilmektedir.

Kas gücü konusunda yapılan çalışmalarda, kadınlar ve erkekler arasında fark olduğu ve kadınların kas kuvvetlerinin daha zayıf olduğu görülmüştür. Egzersize bağlı kas hasarı (EBKH)'ndan sonra toparlanma sürecinin; katılımcıların yaşları, antrenman durumları, egzersiz protokollerinin türü ve şiddeti gibi çeşitli faktörlere bağlı olup olmadığı henüz kesin bir şekilde belirlenmemiştir. Ancak, genel olarak EBKH sonrası iyileşme sürecinde cinsiyet farkının büyük olmadığı, GKA üzerinde cinsiyet farkının belirlenmediği yönünde bulgular vardır. Bu durum, kas hasarının iyileşmesine yönelik vücudun tepkisinin ve iyileşme sürecinin temelde benzer olduğunu göstermektedir (23).

Yorucu egzersizlerin özellikle eksantrik kasılmaları içeren hareketlerle birlikte yapıldığı aktiviteler sonrası oluşan gecikmiş kas ağrısına eşlik eden farklı

semptomlar da bulunmaktadır. Bunlardan en sık görülenleri, etkilenen bölgede ödem, aşırı hassasiyet, eklemde sertlik ve etkilenen kasta kuvvetin azalmasıdır (4,5).

EBKH sonrası gelişen GKA'nda eklem hareket açıklığında azalma, maksimum güçte azalma görülmektedir. Bunlara bağlı olarak kas performansı ve kassal aktivitelerde değişiklik görülebilmektedir (43).

## **2.5. Gecikmiş Kas Ağrısında Patofizyolojik Teoriler**

GKA ile ilgili günümüze kadar birkaç mekanizma önerilmiştir. Literatüre göre, GKA'nı açıklamaya çalışan temelde altı farklı teorinin bulunmaktadır (44). Bu teoriler şunlardır: laktik asit teorisi, kas spazmı teorisi, konnektif doku hasarı teorisi, kas hasarı teorisi, inflamasyon teorisi ve enzim çıkış teorileridir.

### **2.5.1. Laktik Asit Teorisi**

Laktik Asit Teorisi, egzersizden sonraki süreç içerisinde devam eden laktik asit birikmesine dayanan bir teoridir. Diğer bir deyişle, metabolik atık ürünü olan laktik asidin birikimi, zararlı uyarıcılara neden olarak gecikmiş evrede ağrı hissedilmesine yol açmaktadır (4). Ancak, laktik asidin egzersizi takip eden 24 saat içinde dinlenme seviyesine geri dönmesi ve yanıtları konsantrik kas aktivitelerinde benzer olması, bu teorinin eleştirilmesine neden olan iki önemli noktadır.

### **2.5.2. Kas Spazmı Teorisi**

Kas Spazmı Teorisi, eksantrik kas aktivitelerini takiben dinlenme aşamasında artan kas kasılmalarına dayanmaktadır (5). Bu teori, dinlenme aşamasında meydana gelen artan kas kasılmalarının, lokal spazmların motor ünitelerde oluşmasına yol açtığını öne sürer. İlgili bölgede görülen mikro kanamaların ağrıya sebep olduğu, ağrının kas spazmına yol açtığı, kas spazmının da mikro kanamayı tetiklediği belirtilmektedir (12,45).

Çalışmalar incelendiğinde, ağırlı kasta elektromiyografik inceleme sonucunda anlamlı bir farklılığın olmadığını belirten çalışmalar varken (46), ağrı ile elektromiyografik farklılığın ayırt edici olduğunu belirten çalışmalar da bulunmaktadır (47).

### **2.5.3. Konnektif Doku Hasarı Teorisi**

Konnektif Doku Hasarı Teorisi, kas fibril parçalarını saran zarların etkisini değerlendirmeye odaklanan bir teoridir. Bu teori, konnektif dokunun içeriğinin Tip I (yavaş kasılan) kas fibril tipinde güçlü olduğunu, ancak Tip II (hızlı kasılan) kas fibril tipinde daha zayıf olduğunu belirtir. Bu durumda, eksantrik egzersiz sonrası konnektif dokuların gerilimine bağlı olarak GKA gelişebilir (1,48). Hidroksiprolin (HP) ve hidrolizin (HL) kollajen yapısına katılmakta ve bu amino asitlerin bozunması ilgili bölgede hasarı göstermektedir (49). Ancak, HP ve HL miktarlarının kollajenin yapımında ve yıkımında artması bu mekanizmanın belirsizliğini korumasına sebep olmaktadır (12).

### **2.5.4. Kas Hasarı Teorisi**

Hough tarafından sunulan Gecikmiş Kas Ağrısı (GKA)'nın oluşumunu açıklamaya yönelik bir başka mekanizma, kas hasarı teorisidir. Bu teoride Hough, özellikle eksantrik egzersizlerin ardından kas dokusunda "z" çizgisi bölgesinde meydana gelen kopmaları vurgular. Oluşan bu hasarlar, eksantrik kasılma sırasında uyarı veren aktif motor ünitelerinin azalmasıyla birlikte motor ünite başına düşen gerilimi artırır. Aktivite sonrasında değerlendirilen belirli enzimler, özellikle kalp kasında ve iskelet kasında bol miktarda bulunan kreatin kinaz (KK) enziminin kandaki konsantrasyonundaki artışı destekleyerek bu teoriyi güçlendirmektedir (5).

### **2.5.5. İnflamasyon Teorisi**

İnflamatuar Teorisi, eksantrik kasılma sonrasında inflamatuvar sürecin başlaması ve ilgili kasta ödem gelişimine dayanır (50,51). Bradikinin, histamin ve prostaglandin gibi inflamatuvar mediatörler, hasarlı bölgede birikir ve monositleri ile nötrofilleri protein ve yağların parçalanması için harekete geçirir (52). Bu sürecin ardından, eksantrik kas aktivitelerinin etkisiyle kılcal kan damarlarının geçirgenliğinin artması sonucunda protein açısından zengin sıvıların kas içine geçişi kolaylaşır (51). Bu durum, sarkolemanın bozulması ve ozmotik basıncın artması ile, hipersensitif hale gelmesine ve ağrıya sebep olmaktadır (53,54). Yapılan çalışmalara göre, bu mekanizmanın GKA sorumlu olup olmadığı konusu hala tartışmalıdır (12).

### **2.5.6. Enzim Aklı Teorisi**

Eksantrik egzersizlerin şiddeti, kas fibril yapısında bozulmalara neden olabilir ve zar geçirgenliğini etkileyebilir. Bu bağlamda, bir teori, eksantrik egzersizlerin etkisiyle kas hücre zarında meydana gelen hasar sonucunda kas içinde depo halinde bulunan kalsiyum iyonunun ( $Ca^{+2}$ ) birikmesi üzerine kurulmuştur. Bu teoride,  $Ca^{+2}$ 'nin aktif bir şekilde kas hücre zarına geri salınımını sağlayan adenozin trifosfat (ATP) üretiminin mitokondri seviyesinde inhibe olduğu düşünülmektedir. Ayrıca, geri salınımı gerçekleştirilmeyen  $Ca^{+2}$  iyonunun proteaz ve fosfolipazları aktive ettiği varsayılmaktadır (3,4). Proteaz ve fosfolipaz aktivitesinin artmasıyla birlikte, Z-bandında bulunan kas proteinlerinin yıkımı artar. Bu durum, ağrı siniri uçlarında kimyasal uyarılara neden olarak ağrı oluşumuna katkıda bulunabilir (55).

## **2.6. Gecikmiş Kas Ağrısında Tedavi Yöntemleri**

### **2.6.1. Germe**

Germe egzersizleri, sadece kas yorgunluğunu önlemekle kalmayıp, aynı zamanda kas yorgunluğunun etkilerini ortadan kaldırabilir. Ancak, germe egzersizlerinin bağ dokulara zarar vermeden, dikkatli bir şekilde uygulanması önemlidir (56). Pasif germe, kasa binen yükün daha etkili bir şekilde absorbe edilmesine ve non-kontraktıl yapıların dirençlere karşı işini kolaylaştırabilir. Sonuç olarak, germe ile tonusu azaltılan iskelet kas liflerinde oluşabilecek mikro yırtık riski en aza indirgenir (57). Ancak, eğer sporcuda GKA oluşmuşsa, germe hareketleri uygulanmasına yönelik kasıtlar kısıtlıdır (58). Germenin belirgin kısa veya uzun vadeli bir iyileştirme yöntemi olarak belirgin bir yararı olmadığı da ifade edilmektedir (23).

### **2.6.2. Pasif / Aktif Dinlenme**

Bir yetişkin için ideal olarak 7-9 saat arasındaki uyku, pasif bir dinlenme durumudur. Günün yorgunluğu nedeniyle uykuya geçmek bazen zor olabilir, bu nedenle sporcuların düzenli bir gece uykusu alışkanlığı kazanmaları önemlidir. Uyku, genel performans, iyileşme ve sağlık üzerinde büyük bir etkiye sahip olduğu için bu alışkanlık sporcular için kritik bir öneme sahiptir. Meditasyon ve kitap okuma gibi

aktiviteler, zihinsel rahatlama ve stresin azaltılması için etkili olabilir, bu da sporcuların genel sağlık ve performanslarını olumlu yönde etkileyebilir (18).

Aktif toparlanma, özellikle antrenmanlardan hemen sonra başvuru edilen etkili bir yöntemdir. Araştırmalar, ağır ve maksimum eforlu antrenmanlardan sonra oturmak yerine hafif egzersizler yapmanın, kanda ve kaslardaki laktik asidin atılmasını hızlandırdığını göstermektedir (18).

Performans değerlerine aktif toparlanmanın etkilerini araştıran bazı araştırmalarda aktif toparlanmanın olumlu bir etkisinin olmadığını bildiren araştırmalar olduğu gibi, anlamlı etkisinin olduğunu bildiren çalışmalar da mevcuttur (59,60).

### **2.6.3. Beslenme**

Karaciğer ve kas glikojen depolarının hızlı ve etkili bir şekilde yeniden dolması için orta ve yüksek seviyeli glikemik indeksli besinler önerilmektedir (18).

Egzersizden hemen sonra alınan karbonhidrat, uzun süreli toparlanma üzerinde önemli derecede etkilidir. Bu, glikojen depolarının yeniden doldurulmasına ve enerji seviyelerinin restorasyonuna yardımcı olabilir. Sıvı alımının da performansın devamı için önemli olduğu unutulmamalıdır. Ancak, protein, yağ takviyeleri ve bunların içeceklerle ilave edilmesi, performans açısından herhangi bir belirgin katkı sağlamamaktadır (18).

### **2.6.4. Antienflamatuvar İlaçlar**

Gecikmiş kas ağrısı (GKA) tedavisinde antienflamatuvar ilaçların kullanımı belirsizlik göstermektedir. Özellikle brufen, diflofenak, aspirin ve naproksen gibi nonsteroid antienflamatuvar ilaçlar kas hasarı ve gecikmiş kas ağrısında yaygın olarak kullanılmaktadır. Nonsteroid antienflamatuvar ilaçların (NSAİİ) siklooksijenaz (COX) yolu vasıtasıyla araşidonik asit metabolizmasını inhibe ettiği, böylece, endoperoksit ve prostoglandinlerin birleşimini durdurduğu düşünülmektedir. Enflamatuvar cevaplarda azalma, kas ödemi ve intramüsküler basıncı azaltmaktadır. Ancak, bazen NSAİİ enflamasyon ile karışıp, iyileşme metotlarını engelleyerek hastalık etkisi yaratabilmektedir (40).

### **2.6.5. Soğuk Uygulama**

Soğuk uygulamalar genellikle yumuşak doku yaralanmasının enflamatuvar yanıtı olan şişlik, kanama ve ağrı gibi istenmeyen etkilerini azaltmak için kullanılmaktadır. Terapötik olarak amaç, yaralanmış olan dokuda ağrının azalması (6), dokudaki metabolik faaliyetlerin azaltılması, kan akımı ile kanamanın geri çekilmesini sağlamaktır (61-64).

Buz masajı olarak yapılan tek başına tedavilerin kas hasarı ve ağrısı konusundaki etkileri oldukça sınırlıdır. Yalnızca egzersizi takip eden süreç içinde hemen uygulanan buz masajı uygulamasının gecikmiş kas ağrısında kısa süreli etkisi bulunmaktadır. Burada aynı zamanda kas gücünde azalma da belirtilmiştir. Benzer şekilde egzersizden hemen sonra, 24 saat sonra ya da 48 saat sonra uygulanan 15 dakikalık buz masajının kadınlarda gecikmiş kas ağrısı ve eklem hareket açıklığında anlamlı bir etkisi olmadığı görülmüş (65).

### **2.6.6. Kompresyon**

Kompresyon terapisi, egzersiz sırasında ve sonrasında kompresyon giysileri veya dinamik kompresyon cihazlarıyla uygulanabilir. Ancak, birçok çalışma, egzersiz sırasında kompresyon giysisi giymenin etkisinin sınırlı olduğunu ve anlık performans, performans iyileşmesi ve GKA üzerinde yararlı etkilerin kanıtlanamadığını belirtmektedir. Egzersiz sonrası kullanılan kompresyon kıyafetinin, inflamatuvar belirteçlere olan etkisi veya rejenerasyon üzerindeki etkisi, uygulama basıncı veya giyme süresi ile net bir ilişki gösterilememiştir (66-68).

Çalışmalar kompresyon giysilerinin kas hasarı iyileşmesinde etkili olduğunu, ancak performans artışında sınırlı etkisi olduğunu göstermektedir. Dinamik kompresyon cihazlarının etkisi ise çelişkilidir, çünkü uygulama zamanı, süresi, basıncındaki farklılıklar ve araştırılan popülasyonun egzersiz şekli ve antrenman durumu gibi metodolojik tasarımlardaki geniş çeşitlilik çelişkili bulgulara yol açmaktadır (23).

### **2.6.7. Elektroterapi**

Elektroterapi, genellikle tedavi amacıyla kullanılan bir yöntemdir ve elektrik akımları ile elektromanyetik dalgaları içerir. Bu yöntem, yaygın olarak rehabilitasyon amaçları için kullanılsa da sporcularda kas güçlendirmek amacıyla da kullanılabilir (18).

Elektroterapi; Transkutanöz Elektrik Sinir Stimülasyonu (TENS), diadinamik akımlar, orta frekanslı (interferansiyel) akım gibi çeşitli modaliteleri içerir. Bu yöntemler, kompleks bölgesel ağrı tedavileri arasında yer alır ve fizik tedavi uygulamaları ile birlikte uygulanabilir (69).

### **2.6.8. Kontrast Su Terapisi**

Kontrast su terapisi, sıcak ve soğuk su uygulamasının ardışık olarak yapılmasını içeren bir metottur. Bu yöntem, kan damarlarının gevşeyip daralması ile kan akış hızını ve dokuların ısısını değiştirerek kas spazmı, inflamasyon, şişme gibi fizyolojik tepkilerin azaltılması amacıyla kullanılmaktadır. Bu süreçte damarlardaki gevşeme ve daralmaya "pumping action" (pompalama aksiyonu) denilmektedir. Genellikle, soğuk su 10-15 derece arasında, sıcak su ise vücut ısısı olan 36-38 derece ile 42 derece arasında uygulanmaktadır. Kontrast su terapisi, egzersiz sonrası laktat toparlanması ve GKA'nın azaltılması için etkili bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, kontrast su terapisinin egzersiz sonrası GKA'na ek olarak yorgunluk üzerinde olumlu etkilerinin olduğu da belirtilmektedir. (70).

Kontrast banyolar, girdap banyoları, fluidoterapi ve hafif masaj gibi uygun şekilde uygulanan yöntemler, dokuda meydana gelen ödem ve ağrının giderilmesinde kullanılabilir. Fibromiyalji sendromu olan hastalar üzerinde yapılan bir çalışmaya göre, hastalarda ağrı şiddetinde azalma ve ağrı eşik değerlerinde artış gözlemlenmiştir (18).

### **2.6.9. Masaj**

Kas performansını arttırıp ağrıyı ortadan kaldırmak için kullanılan terapötik masaj ise ödemi azaltır, kas tonusunu düzenler, kas performansını ve iyilik halini arttırır (71,72). Eksantrik egzersizi takip eden kalsiyum homeostazının bozulması ve

kas liflerine kalsiyum akını, yaralanan bölgenin kan akımını arttırarak aynı bölgenin oksijenlenmesini sağlar (40). Masaj uygulaması, hasar gören dokuda laktat ve hidrojen iyonu gibi toksik etki yaratan iyonların ortamdaki uzaklaştırılmasına katkıda bulunur (73).

GKA üzerinde masaj uygulamasının mekanizmasını açıklamak için üç temel teori göz önünde bulundurulmuştur. İlk olarak, parasempatik sinir sistemi aktivitesinin modülasyonu teorisi önemlidir. İkinci olarak, masajın KK ve LDH gibi kas hasarı biyokimyasal belirteçlerini hızla temizlemeye yardımcı olmasıyla kanda ve lenfatik akıştaki artış teorisi dikkate alınmıştır. Üçüncü olarak ise, masajın ağrıyı azaltmadaki rolündeki psikofizyolojik yanıt teorisi önemli bir rol oynamaktadır (23).

## **2.7. Hipotezler**

Mevcut çalışma kapsamında, adölesan sağlıklı sporcu bireylerde EBKH sonrası GKA ve diğer antropometrik ölçümler üzerinde değişiklikleri ve masajın etkisinin incelenmesi amacıyla aşağıdaki hipotezler geliştirilmiştir:

1. Gruplar arasında EBKH sonrası masaj uygulaması sonrası GKA ve diğer antropometrik değerler bakımından bir farklılık yoktur.
2. Gruplar arasında karşılaştırma yapıldığında masajın GKA üzerine olumlu etkisi bulunmaktadır.
3. EBKH sonrası yapılan masajın EHA üzerinde olumlu etkisi vardır.
4. EBKH sonrası yapılan masaj, ödem oluşumu ya da ödemin azalmasında olumlu etkisi bulunmaktadır.
5. EBKH sonrası yapılan masajın kas kuvvetinin yeniden toparlanması bakımından olumlu etkisi bulunmaktadır.
6. EBKH sonrası yapılan masaj uygulamasının değerlendirme yapılan yöntemlerden birkaçı üzerinde olumlu etkisi bulunmaktadır.

### **3. GEREÇ ve YÖNTEM**

#### **3.1. Araştırmanın Yeri ve Zamanı**

Araştırma, çalışmanın yapıldığı Aralık 2023 tarihinde Antalya’da bulunan Döşemealtı Trabzonspor Futbol Okulu’nda oynayan futbolcular ile yapılmıştır. Araştırma, futbol okulunun antrenmanlarını da yapmış olduğu Kepez Spor Tesisleri’nde yapılmıştır.

#### **3.2. Örneklem Büyüklüğü Hesaplama**

Belirleme yapılırken G Power (3.1.9.7) uygulaması kullanılmış olup; %95 güven sınırında 0.05 hata payı ile çalışmanın güç oranını %90 olarak elde etmek için hesaplanmıştır. Hesaplama sonucunda, her grup için en az 15 kişinin dahil edilmesi gerekmekte olduğu bulunmuş iki grup için 30 bireyin yeterli olduğu hesaplanmıştır.

#### **3.3. Çalışmanın Evreni**

Çalışmaya, Antalya’da bulunan Döşemealtı Trabzonspor Futbol Okulu’nda lisanslı olarak kayıtlı olan ve futbol oynayan 11-18 yaş arası kişiler dahil edilmiştir. Çalışmanın başında gönüllü 34 katılımcı başvurdu. Ancak 2 kişi devamsızlık sebebi araştırmadan dışlanırken, 2 kişi de çalışma sırasında gecikmiş kas ağrısı oluşmaması sebebi ile çalışma dışında tutulmuştur. Çalışma 30 katılımcı ile tamamlanmıştır.

Randomizasyon, öncesinde 3 adet masaj ve 3 adet kontrol grubu olarak hazırlanmış kağıtların olduğu bir kutudan, katılımcıların kendileri tarafından kura usulü ile çekilerek sağlanmıştır.

#### **3.4. Dahil Edilme ve Dışlanma Kriterleri**

Katılımcıların araştırmaya dahil edilme kriterleri:

- Gönüllü olmak
- Erkek olmak
- 11-18 yaş aralığında olmak
- Alt ekstremitede herhangi bir ortopedik veya nörolojik hastalığı olmamak

Katılımcıların araştırmaya dışlanma kriterleri:

- Çalışmayı reddetmek
- Son 6 ay içinde herhangi bir kas-iskelet sistemi yaralanması geçirmek
- Çalışmadan 12 saat öncesi ve çalışma süresince kafein ve alkol tüketimi, ilaç kullanımı kuralına uymamak

### 3.5. Araştırma Verilerinin Toplanması ve Değerlendirilmesi

#### 3.5.1. Sosyodemografik Bilgilerin Alınması

Bireylerin yaş, boy, kilo değerleri ve cinsiyet özellikleri veri kayıt formuna ilk değerlendirildikleri gün kaydedildi. Dominant ve dominant olmayan taraf belirlendikten sonra uygulamalar dominant olmayan tarafa yapıldı.

#### 3.5.2. Ağrı Değerlendirmesi

Görsel Analog Skalası (GAS); katılımcıların kas ağrılarını değerlendirmek için kullanıldı. 100 mm'lik üzerinde hiçbir sayı ya da belirtecin olmadığı horizontal bir çizgi üzerinde başlangıç "0=ağrı yok", son kısım ise "10=dayanılmaz bir ağrı var" olarak katılımcılara belirtildi (Tablo 3.1.). Katılımcılardan ağrısının şiddetini çizgi üzerinde işaretlemesi istendi. "0" ile bireyin işaretlediği nokta arası cetvel ile ölçülüp sayısal veri olarak kaydedildi (74). Kas ağrısı; istirahat ve hareket sırasında şeklinde değerlendirildi.

**Tablo 3.1.** Görsel Analog Skala

|          |   |   |   |   |   |                         |   |   |   |    |
|----------|---|---|---|---|---|-------------------------|---|---|---|----|
| 0        | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6                       | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Ağrı yok |   |   |   |   |   | Dayanılmaz bir ağrı var |   |   |   |    |

#### 3.5.3. Kas Kuvvet Değerlendirmesi

Kas kuvvet değerlendirme, katılımcılar sandalyede dizler 90 derece fleksiyonda oturma pozisyonunda oturdu. Baskın olmayan tarafta dizini kuvvetli bir şekilde kilitlemesi istendi. Araştırmacının eli tibia distal ön tarafında, katılımcının hareketinin tersi yönde hareketi engelleyici şekilde pozisyonlandı. Modifiye Medical

Research Council (MRC) Kas Kuvvet Skalası'na göre kas kuvvet sonucu veri dosyasına kaydedildi.

**Tablo 3.2.** Kas Kuvvetinin Modifiye MRC Skalasına Göre Sınıflandırılması (75).

| <b>Modifiye MRC Derecesi</b> | <b>Kuvvet Derecesi</b>                                       |
|------------------------------|--|
| 5                            | Normal kuvvet.   |
| 5-                           | Güçlü, zayıflık zorlukla tespit edilir.                      |
| 4+                           | Kesin ama hafif zayıflık.                                    |
| 4                            | Eklem yer çekimi ve bir miktar dirence karşı hareket eder.   |
| 4-                           | Minimum direnç uygular.                                      |
| 3+                           | Geçici direnç uygular ancak aniden düşer.                    |
| 3                            | Yer çekimine karşı hareket eder.                             |
| 3-                           | Yer çekimine karşı hareket eder ancak hareketi tamamlayamaz. |
| 2                            | Yer çekimi ortadan kaldırdırca hareket mevcut.               |
| 1                            | Hafif kontraksiyon.  |
| 0                            | Kontraksiyon yok.  |

#### **3.5.4. Ödem Değerlendirmesi**

Quadriceps Femoris kasında ödem değerlendirme yapılmıştır. Ölçümde esnek olmayan mezura kullanılmıştır. Ölçümler patellar seviye, patella 5 cm üstü ve patella 10 cm üstünden yapılmıştır. Ölçümlerde hata payını azaltmak için, her bölgeden ikişer kez yapılmış olup ortalaması kaydedilmiştir. Değerlendirme öncesinde patellar seviye, 5 ve 10 cm üstü işaretlenmiştir. Değerlendirmede katılımcılar uzun oturma pozisyonunda elleri ile arkadan destek alarak ve bacaklarında bir kasılma olmadan yapılmıştır (76).

#### **3.5.5. Eklem Hareket Açıklığı Değerlendirmesi**

Eklem hareket açıklığı (EHA) ölçümü, Baseline 12-1002 manuel gonyometre aleti ile yapılmıştır. Gonyometre ölçüm yapılırken hem diz fleksiyon hem de ekstensiyon yönünde ölçümü yapılmıştır. Ölçüm, yüzüstü pozisyonda katılımcının aktif hareketi ile yapılmıştır. Katılımcıya komut sonrası topuğunu kalçasına götürmesi istenmiş ve aynı zamanda gonyometre ile ölçüm yapılmıştır.

Gonyometrenin pivot noktası femur lateral kondiline, sabit kolu femur lateral çizgisine yerleştirilip, hareketli kol fibula lateralini takip ederek son noktadaki açı değerlendirilmiştir. Ölçümlerde yalnızca aktif EHA değerlendirilmiş olup pasif EHA değerlendirilmemiştir (76).

### 3.6. Gecikmiş Kas Ağrısı Oluşturma

Her katılımcı için Quadriceps Femoris kasının bir maksimum tekrarı Mayhew ve arkadaşlarının formülüne göre hesaplandı (77). Cep telefonuna indirilen “1 Rep Max” uygulaması üzerinden katılımcıların bir maksimum değerleri saptandı. Katılımcılara quadriceps femoris kası için tahmini bir ağırlık uygulandı ve bu ağırlığı kaç kez kaldırdığı sayıldı.

$$1R M=100w / (52,2+41,9e^{-0,055r})$$

RM: Maksimum tekrar, w: Kaldırılan ağırlık, r: Kaldırılan tekrar sayısı

Formülde yerine yerleştirilerek ulaşılmak istenen bir maksimum tekrar değeri elde edildi. Böylece bir kez kaldırıp ikinci kez kaldıramadıkları ağırlık her katılımcı için ayrı ayrı hesaplanmış oldu. Bu ağırlığın %70'i protokol ağırlığı olarak belirlendi (40).

Çalışma sırasında katılımcılar sandalyede dizleri 90 derece fleksiyon pozisyonunda oturtuldu. Her bir katılımcı için ağırlıkları ayrı ayrı hesaplanan kum torbaları dominant olmayan bacak distaline bağlandı. Aktif olarak tam ekstensiyon ve fleksiyon yaparak istendi. Bu şekilde sıralı olarak konsantrik ve eksantrik kasılma sağlanmış oldu. Her bir hareketin 3 saniye sürmesi sağlandı. Toplam hareket sayısı 10 tekrar ve 7 set şeklinde tamamlandı. Setler arasında 1 dakikalık dinlenme periyotları bırakıldı.

### 3.7. Çalışma Protokolü

Çalışma, katılımcıların art arda katılabileceği 4 gün için planlandı. İlk gün; demografik bilgilerin alınmış, çalışma ve kontrol grubunun belirlenmiş, değerlendirmelerin yapılması, gecikmiş kas ağrısı protokolünün uygulanması, çalışma grubuna masaj tedavisi uygulanmış ve iki gruba da yeniden değerlendirmeler yapılmıştır. İkinci ve üçüncü gün; çalışma grubuna masaj tedavisini uygulanması ve

yeniden değerlendirmelerin yapılmasını, kontrol grubuna ise yalnızca değerlendirme yapılmıştır. Dördüncü gün ise her iki gruba da yalnızca değerlendirmeler yapılmış, çalışma grubuna masaj tedavisi uygulanmamıştır. Çalışma saatleri, tedavi ve değerlendirmeler arasında 24 saat olacak şekilde planlanmıştır. Yani değerlendirmeler; birinci gün, 24., 48. ve 72. saatte yapılmıştır (78).

Ek olarak, tüm çalışma süreci tamamlandıktan sonra kontrol grubundaki katılımcılardan isteyenlere, sosyal ve duygusal olarak iyi hissetmeleri, kurada masaj çıkmamasından dolayı kendilerini kötü hissetmemeleri için çalışma grubundaki katılımcılar ile aynı sürede masaj uygulamıştır.

### **3.8. Masaj Tedavisi**

Masaj, masaj yağı kullanılarak klasik masaj olarak uygulandı. Uygulama katılımcı oda sıcaklığında kapalı bir ortamda sırt üstü yatar pozisyonda iken uygulandı. Masaj, herhangi bir yardımcı araç olmadan el ile fizyoterapist tarafından uygulandı. Masajda stroking ve kneading hareketleri kullanıldı. Masaj uygulamasına egzersiz yapılan quadriceps femoris kasına stroking hareketi ile başlandı. Stroking hareketi derin ve yüzeysel hareketlerden oluşmaktadır ve derin sıvazlama hareketi kalbe doğru, geri dönüşler ise yüzeysel sıvazlama ile yapıldı. Kneading hareketi parmakların palmar yüzüyle yapılan dairesel hareketler ile uygulandı. Masaj uygulaması her bir çalışma grubu katılımcısı için 15 dakika olacak şekilde uygulandı (79).

### **3.9. Verilerin İstatiksel Olarak Değerlendirilmesi**

Veriler IBM SPSS Statistics Standard Concurrent User V 26 (IBM Corp., Armonk, New York, ABD) istatistik paket programında değerlendirilmiştir. Tanımlayıcı istatistikler birim sayısı (n), yüzde (%), ortalama  $\pm$  standart sapma değerleri olarak verilmiştir. Ölçümlerin gruplara göre karşılaştırılmasında Karışık Düzen ANOVA analizi kullanılmıştır. Karışık Düzen ANOVA analizlerinde ana etkilerin karşılaştırılmasında Bonferroni düzeltmesi uygulanmıştır. Kategorik iki değişkenin analizinde bağımlı olmalarından dolayı McNemar testi kullanılmıştır.  $p < 0.05$  değeri istatistiksel olarak önemli kabul edilmiştir.

## 4. BULGULAR

Toplam 30 bireyin dahil edildiği çalışmamızda alınan demografik bilgiler ve yapılan değerlendirmeler sonucunda bazı istatistiksel sonuçlara ulaşılmıştır. Bu istatistiksel veriler aşağıdaki gibi tablolar ve grafikler ile birlikte verilmiştir.

**Tablo 4.1.** Hastalara ait Demografik Bilgiler

| alışma Grupları | İstatistikler |               |               |
|------------------|---------------|---------------|---------------|
|                  | Total         | alışma Grubu | Kontrol Grubu |
| Katılımcı Sayısı | 30            | 15            | 15            |
| Yaş              | 13,8          | 13,86         | 13,73         |
| Boy              | 161,4±14,07   | -             | -             |
| Kilo             | 52,17±14,93   | -             | -             |
| VKİ              | 19,56         | 20,04         | 19,08         |
| Dominant Taraf   |               |               |               |
| Sol              | 9 (%30)       | 5 (%33,3)     | 4 (%26,6)     |
| Sağ              | 21 (%70)      | 10 (%66,6)    | 11 (%73,7)    |

*n*: Hasta sayısı, %: Yüzde, *ortalama ve standart sapma* değer olarak verilmiştir.

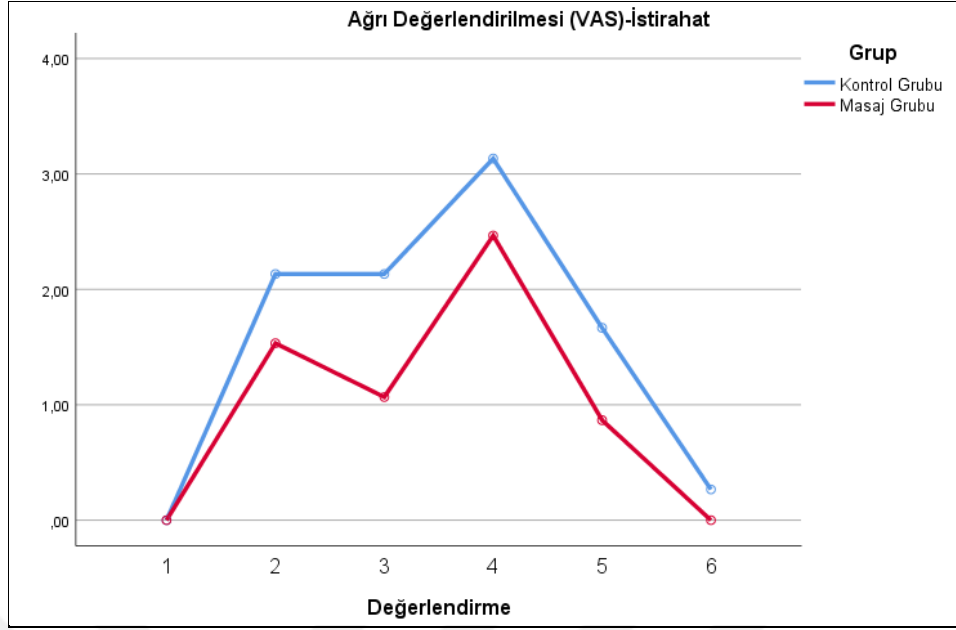
Araştırmaya 15 kişi kontrol, 15 kişi çalışma grubunda olmak üzere toplam 30 birey dahil edilmiştir. Katılımcıların yaş ortalamaları 13,8, boy ortalamaları 161,4, kilo ortalamaları 52,17, vücut kitle endeksi (VKİ) ortalamaları 19,56'dır. Ayrı ayrı incelendiğinde çalışma grubunda VKİ ortalaması 20,04 kg/m<sup>2</sup>, kontrol grubunda ise 19,08 kg/m<sup>2</sup> 'dir. Katılımcıların %73,3'ü sağ, %26,7'si sol tarafını baskın olarak kullanmaktadır. Yine ayrı ayrı incelendiğinde; çalışma grubunda %66,6 sağ, %33,3 sol taraf baskın iken, kontrol grubunda %73,7 sağ, %26,6 sol taraf baskındır.

**Tablo 4.2.** Çalışma Grupları ile Ağrı Değerlendirilmesi (GAS)-İstirahat Değişkeninin Karşılaştırılması

|  | Grup   |  | Test İstatistikleri † |              |              |
|--|--|--|-----------------------|--------------|--------------|
|  | Kontrol  | Masaj  | F                     | p            | $\eta^2$     |
|  | n=15   | n=15   |                       |              |              |
| <b>Ağrı Değerlendirilmesi (GAS)- İstirahat</b> |  |  |                       |              |              |
| <b>Değerlendirme 1</b>                         | 0±0 <sup>a</sup>                                       | 0±0 <sup>ac</sup>                                      | -                     | -            | -            |
| <b>Değerlendirme 2</b>                         | 2,13±1,6 <sup>b</sup>                                  | 1,53±0,99 <sup>b</sup>                                 | 1,528                 | 0,227        | 0,052        |
| <b>Değerlendirme 3</b>                         | 2,13±1,6 <sup>b</sup>                                  | 1,07±0,88 <sup>c</sup>                                 | <b>5,120</b>          | <b>0,032</b> | <b>0,155</b> |
| <b>Değerlendirme 4</b>                         | 3,13±1,41 <sup>c</sup>                                 | 2,47±1,13 <sup>d</sup>                                 | 2,053                 | 0,163        | 0,068        |
| <b>Değerlendirme 5</b>                         | 1,67±1,4 <sup>b</sup>                                  | 0,87±0,64 <sup>bc</sup>                                | 4,065                 | 0,053        | 0,127        |
| <b>Değerlendirme 6</b>                         | 0,27±0,46 <sup>a</sup>                                 | 0±0 <sup>a</sup>                                       | <b>5,091</b>          | <b>0,032</b> | <b>0,154</b> |
| Test İstatistikleri ‡                          | <b>F=19,569; p&lt;0,001; <math>\eta^2=0,803</math></b> | <b>F=18,236; p&lt;0,001; <math>\eta^2=0,792</math></b> |                       |              |              |
|  | <b>F=81,811; p&lt;0,001; <math>\eta^2=0,745</math></b> |  |                       |              |              |

F: Mixed Desing ANOVA, Etki Büyüklüğü ( $\eta^2$ ), ‡Gruplar içi karşılaştırma, †Gruplar arası karşılaştırma Tanıtıcı istatistikler ortalama ± standart sapma olarak verildi. Koyu olarak belirlenen bölümler istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0,05). Harflendirme <sup>a, b, c</sup> sütun bazlı yapılmıştır. Aynı harfler arasında farklılık yoktur.

Tablo 4.2.'de belirtildiği üzere çalışma grupları ile ağrı değerlendirilmesi (GAS)-istirahat değişkeninin ortak etkisi incelemiştir. Ağrı değerlendirilmesi (GAS)-istirahat değişkeni için grup zaman etkileşimi istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0,05). Kontrol grubunda değerlendirme zamanlarına göre istatistiksel olarak farklılık vardır (p<0,05). 4. değerlendirmede en yüksek ortalamaya sahiptir. Masaj grubunda değerlendirme zamanlarına göre istatistiksel olarak farklılık vardır (p<0,05). En yüksek ortalamaya 4. değerlendirme sahip iken en düşük ortalamaya ise 1. ve 6. değerlendirme sahiptir. 3. ve 6. değerlendirme zamanlarında gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık vardır (p=0,032). 3. ve 6.değerlendirme zamanlarında kontrol grubunun ortalaması masaj grubunun ortalamasından daha yüksektir.



Şekil 4.1. Ağrı Değerlendirilmesi (GAS)-İstirahat ile Grupların Karşılaştırılması

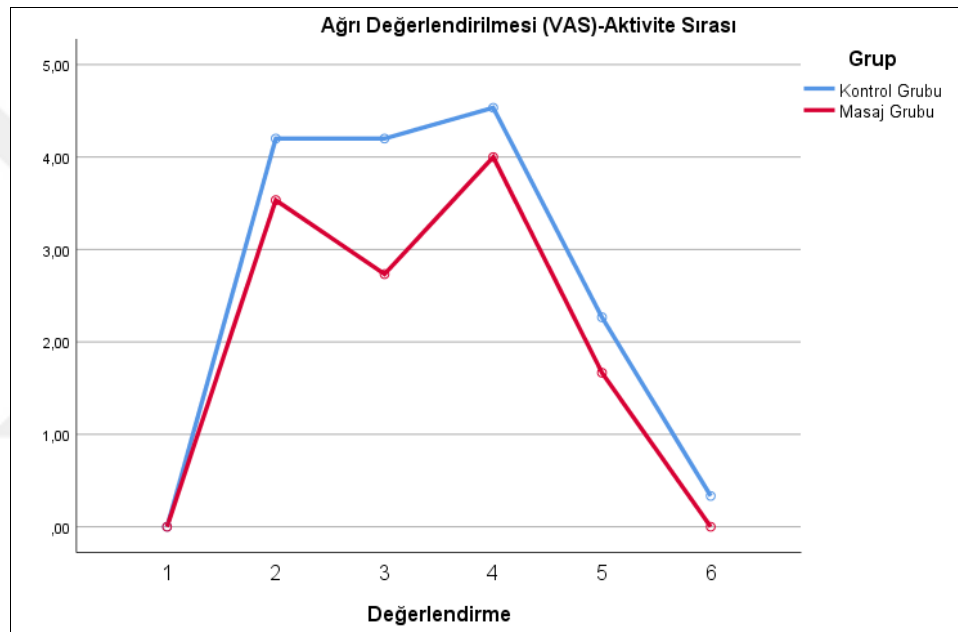
Tablo 4.3. Çalışma Grupları ile Ağrı Değerlendirilmesi (GAS)-Aktivite Sırası Değişkeninin Karşılaştırılması

|  | Grup  |                        | Test İstatistikleri † |              |              |
|--|---|------------------------|-----------------------|--------------|--------------|
|  | Kontrol   | Masaj                  | F                     | p            | $\eta^2$     |
|  | n=15  | n=15                   |                       |              |              |
| <b>Ağrı Değerlendirilmesi (GAS)- Aktivite Sırası</b> |   |                        |                       |              |              |
| <b>Değerlendirme 1</b>                               | 0±0 <sup>a</sup>  | 0±0 <sup>a</sup>       | -                     | -            | -            |
| <b>Değerlendirme 2</b>                               | 4,2±2,08 <sup>b</sup>                                   | 3,53±1,46 <sup>b</sup> | 1,036                 | 0,318        | 0,036        |
| <b>Değerlendirme 3</b>                               | 4,2±2,08 <sup>b</sup>                                   | 2,73±1,16 <sup>c</sup> | <b>5,694</b>          | <b>0,024</b> | <b>0,169</b> |
| <b>Değerlendirme 4</b>                               | 4,53±1,41 <sup>b</sup>                                  | 4±1,36 <sup>bc</sup>   | 1,112                 | 0,301        | 0,038        |
| <b>Değerlendirme 5</b>                               | 2,27±1,28 <sup>c</sup>                                  | 1,67±0,98 <sup>c</sup> | 2,085                 | 0,160        | 0,069        |
| <b>Değerlendirme 6</b>                               | 0,33±0,62 <sup>a</sup>                                  | 0±0 <sup>a</sup>       | <b>4,375</b>          | <b>0,046</b> | <b>0,135</b> |
| Test İstatistikleri ‡                                | <b>F=33,523; p&lt;0,001; <math>\eta^2=0,875</math></b>  |                        |                       |              |              |
|  | <b>F=224,826; p&lt;0,001; <math>\eta^2=0,889</math></b> |                        |                       |              |              |

F: Mixed Desing ANOVA, Etki Büyüklüğü ( $\eta^2$ ), ‡Gruplar içi karşılaştırma, †Gruplar arası karşılaştırma Tanıtıcı istatistikler ortalama ± standart sapma olarak verildi. Koyu olarak belirlenen bölümler istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0,05). Harflendirme <sup>a, b, c</sup> sütun bazlı yapılmıştır. Aynı harfler arasında farklılık yoktur.

Çalışma grupları ile ağrı değerlendirilmesi (GAS)-aktivite sırası değişkeninin ortak etkisi incelemiştir (Tablo 4.3). Ağrı değerlendirilmesi (GAS)-aktivite sırası

değişkeni için grup zaman etkileşimi istatistiksel olarak anlamlıdır ( $p<0,05$ ). Kontrol grubunda değerlendirme zamanlarına göre istatistiksel olarak farklılık vardır ( $p<0,05$ ). En yüksek ortalamaya 4. değerlendirme sahip iken en düşük ortalamaya ise 1. değerlendirme sahiptir. Masaj grubunda değerlendirme zamanlarına göre istatistiksel olarak farklılık vardır ( $p<0,05$ ). En yüksek ortalamaya 4. değerlendirme sahip iken en düşük ortalamaya ise 1. ve 6. değerlendirme sahiptir. 3. ve 6. değerlendirme zamanlarında gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık vardır ( $p=0,024$ ,  $p=0,046$ ). 3. ve 6. değerlendirme zamanlarında kontrol grubunun ortalaması masaj grubunun ortalamasından daha yüksektir.



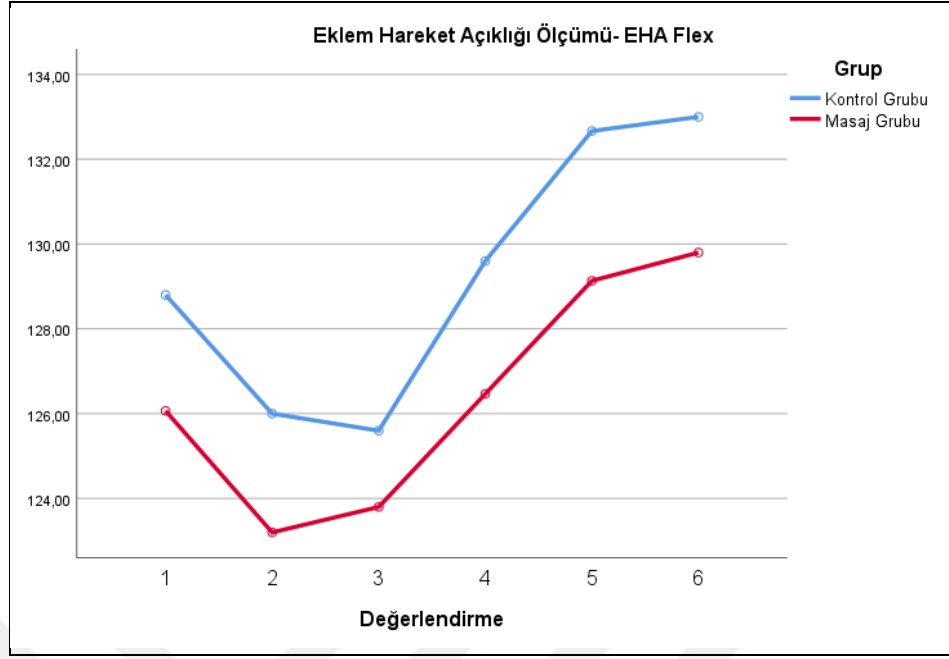
**Şekil 4.2.** Ağrı Değerlendirilmesi (GAS)-Aktivite Sırası ile Grupların Karşılaştırılması

**Tablo 4.4.** Çalışma Grupları ile Eklem Hareket Açıklığı Ölçümü- EHA Fleksiyon Değişkeninin Karşılaştırılması

|   | Grup  |                          | Test İstatistikleri †                                  |       |          |
|---|---|--------------------------|--|-------|----------|
|   | Kontrol   | Masaj                    | F  | p     | $\eta^2$ |
|   | n=15  | n=15                     |  |       |          |
| <b>Eklem Hareket Açıklığı Ölçümü- EHA Flexion</b> |   |                          |  |       |          |
| <b>Değerlendirme 1</b>                            | 128,80±5,18 <sup>a</sup>                                  | 126,06±5,72 <sup>a</sup> | 1,878  | 0,181 | 0,063    |
| <b>Değerlendirme 2</b>                            | 126,0±4,81 <sup>b</sup>                                   | 123,20±5,04 <sup>b</sup> | 2,420  | 0,131 | 0,080    |
| <b>Değerlendirme 3</b>                            | 125,60±4,77 <sup>b</sup>                                  | 123,80±5,22 <sup>b</sup> | 0,969  | 0,333 | 0,033    |
| <b>Değerlendirme 4</b>                            | 129,60±4,46 <sup>a</sup>                                  | 126,46±6,10 <sup>a</sup> | 2,573  | 0,120 | 0,084    |
| <b>Değerlendirme 5</b>                            | 132,66±5,24 <sup>c</sup>                                  | 129,13±6,30 <sup>c</sup> | 2,786  | 0,106 | 0,090    |
| <b>Değerlendirme 6</b>                            | 133,0±4,94 <sup>c</sup>                                   | 129,80±6,08 <sup>c</sup> | 2,499  | 0,125 | 0,082    |
| Test İstatistikleri ‡                             | <b>F=28,966; p&lt;0,001; <math>\eta^2=0,858</math></b>    |                          | <b>F=25,740; p&lt;0,001; <math>\eta^2=0,843</math></b> |       |          |
|   | <b>F=19486,944; p&lt;0,001; <math>\eta^2=0,999</math></b> |                          |  |       |          |

F: Mixed Desing ANOVA, Etki Büyüklüğü ( $\eta^2$ ), ‡Gruplar içi karşılaştırma, †Gruplar arası karşılaştırma Tanıtıcı istatistikler ortalama ± standart sapma olarak verildi. Koyu olarak belirlenen bölümler istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0,05). Harflendirme <sup>a, b, c</sup> sütun bazlı yapılmıştır. Aynı harfler arasında farklılık yoktur.

Tablo 4.4.'te belirtildiği üzere çalışma grupları ile eklem hareket açıklığı ölçümü- EHA Fleksiyon değişkeninin ortak etkisi incelemiştir. Eklem hareket açıklığı ölçümü- EHA Fleksiyon değişkeni için grup zaman etkileşimi istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0,05). Kontrol grubunda değerlendirme zamanlarına göre istatistiksel olarak farklılık vardır (p<0,05). En yüksek ortalamaya 6.değerlendirme sahip iken en düşük ortalamaya ise 2. ve 3. değerlendirme sahiptir. Masaj grubunda değerlendirme zamanlarına göre istatistiksel olarak farklılık vardır (p<0,05). En yüksek ortalamaya 6. değerlendirme sahip iken en düşük ortalamaya ise 3. değerlendirme sahiptir.



Şekil 4.3. Eklem Hareket Açıklığı Ölçümü-EHA Fleksiyon ile Grupların Karşılaştırılması

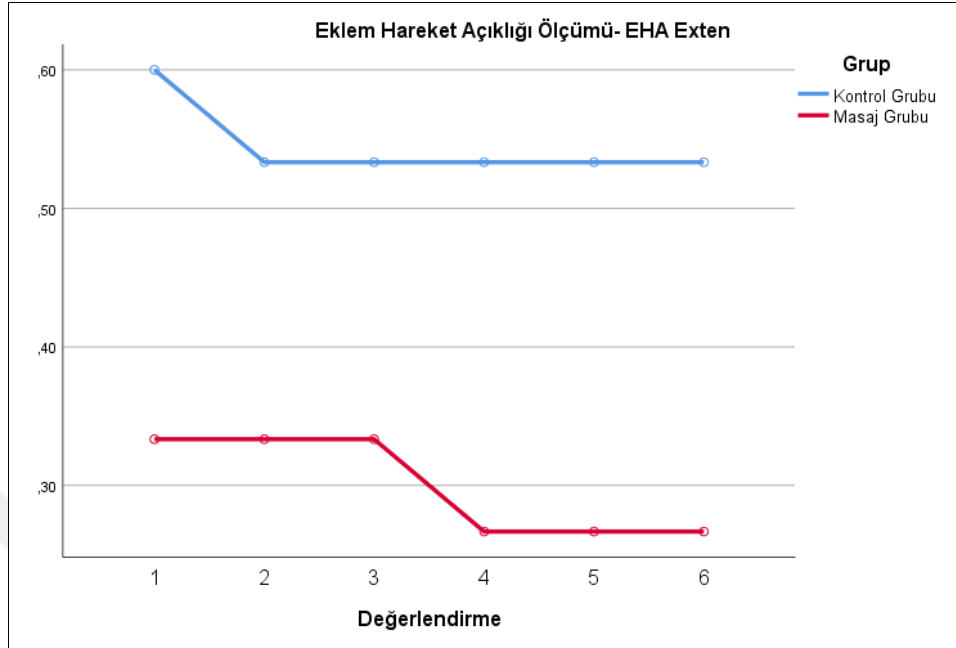
Tablo 4.5. Çalışma Grupları ile Eklem Hareket Açıklığı Ölçümü- EHA Ekstensiyon Değişkeninin Karşılaştırılması

|   | Grup                             |           | Test İstatistikleri † |       |          |
|---|----------------------------------|-----------|-----------------------|-------|----------|
|   | Kontrol                          | Masaj     | F                     | p     | $\eta^2$ |
|   | n=15                             | n=15      |                       |       |          |
| <b>Eklem Hareket Açıklığı Ölçümü- EHA Ekstensiyon</b> |                                  |           |                       |       |          |
| <b>Değerlendirme 1</b>                                | 0,60±1,40                        | 0,33±0,89 | 0,384                 | 0,541 | 0,014    |
| <b>Değerlendirme 2</b>                                | 0,53±1,18                        | 0,33±0,89 | 0,270                 | 0,607 | 0,010    |
| <b>Değerlendirme 3</b>                                | 0,53±1,18                        | 0,33±0,89 | 0,270                 | 0,607 | 0,010    |
| <b>Değerlendirme 4</b>                                | 0,53±1,18                        | 0,26±0,79 | 0,521                 | 0,476 | 0,018    |
| <b>Değerlendirme 5</b>                                | 0,53±1,18                        | 0,26±0,79 | 0,521                 | 0,476 | 0,018    |
| <b>Değerlendirme 6</b>                                | 0,53±1,18                        | 0,26±0,79 | 0,521                 | 0,476 | 0,018    |
| Test İstatistikleri ‡                                 | $F=0,964; p=0,394; \eta^2=0,067$ |           |                       |       |          |
|   | $F=4,860; p=0,529; \eta^2=0,148$ |           |                       |       |          |

F: Mixed Desing ANOVA, Etki Büyüklüğü ( $\eta^2$ ), ‡Gruplar içi karşılaştırma, †Gruplar arası karşılaştırma Tanıtıcı istatistikler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak verildi. Koyu olarak belirlenen bölümler istatistiksel olarak anlamlıdır ( $p<0,05$ ). Harflendirme <sup>a, b, c</sup> sütun bazlı yapılmıştır. Aynı harfler arasında farklılık yoktur.

Çalışma grupları ile eklem hareket açıklığı ölçümü- EHA Ekstensiyon değişkeninin ortak etkisi incelemiştir.

EHA Ekstensiyon değişkeni için grup zaman etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı değildir.



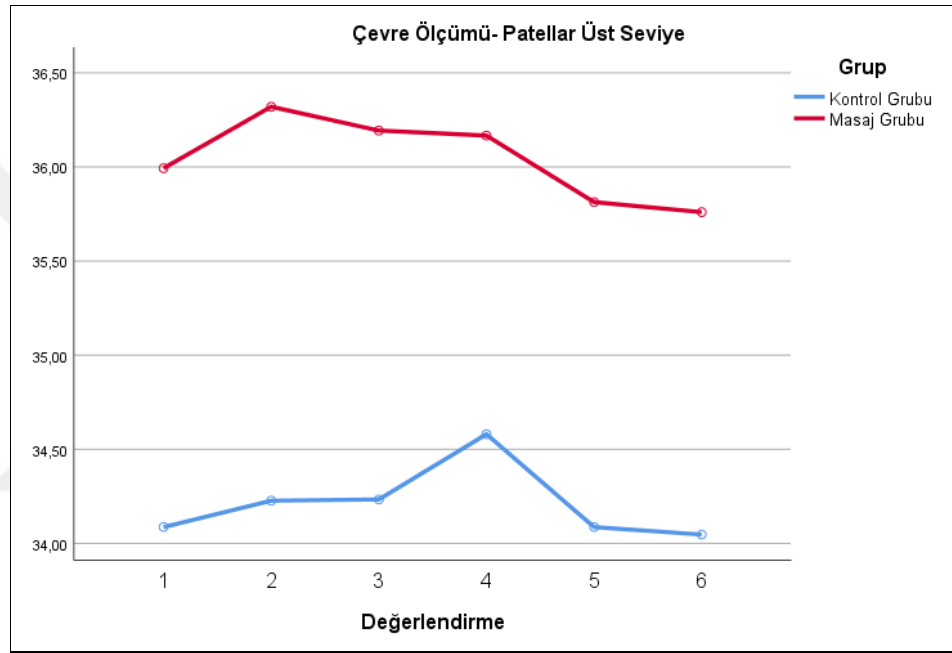
Şekil 4.4. Eklem Hareket Açıklığı Ölçümü-EHA Ekstensiyon ile Grupların Karşılaştırılması

Tablo 4.6. Çalışma Grupları ile Çevre Ölçümü- Patella Üst Seviye Değişkeninin Karşılaştırılması

|  | Grup   |                           | Test İstatistikleri † |       |          |
|--|--|---------------------------|-----------------------|-------|----------|
|  | Kontrol  | Masaj                     | F                     | p     | $\eta^2$ |
|  | n=15   | n=15                      |                       |       |          |
| <b>Çevre Ölçümü- Patellar Üst Seviye</b> |  |                           |                       |       |          |
| <b>Değerlendirme 1</b>                   | 34,09±4,18 <sup>b</sup>                                  | 35,99±3,63 <sup>bc</sup>  | 1,780                 | 0,193 | 0,060    |
| <b>Değerlendirme 2</b>                   | 34,22±4,23 <sup>ab</sup>                                 | 36,32±3,65 <sup>a</sup>   | 2,101                 | 0,158 | 0,070    |
| <b>Değerlendirme 3</b>                   | 34,32±4,30 <sup>ab</sup>                                 | 36,19±3,63 <sup>b</sup>   | 1,851                 | 0,185 | 0,062    |
| <b>Değerlendirme 4</b>                   | 34,58±4,23 <sup>a</sup>                                  | 36,17±3,71 <sup>abc</sup> | 1,314                 | 0,261 | 0,045    |
| <b>Değerlendirme 5</b>                   | 34,09±4,21 <sup>b</sup>                                  | 35,81±3,68 <sup>c</sup>   | 1,432                 | 0,242 | 0,049    |
| <b>Değerlendirme 6</b>                   | 34,05±4,14 <sup>b</sup>                                  | 35,76±3,65 <sup>c</sup>   | 1,444                 | 0,240 | 0,049    |
| Test İstatistikleri ‡                    | <b>F=3,436; p=0,018; <math>\eta^2=0,417</math></b>       |                           |                       |       |          |
|  | <b>F=9,130; p&lt;0,001; <math>\eta^2=0,655</math></b>    |                           |                       |       |          |
|  | <b>F=2433,623; p&lt;0,001; <math>\eta^2=0,989</math></b> |                           |                       |       |          |

F: Mixed Desing ANOVA, Etki Büyüklüğü ( $\eta^2$ ), ‡Gruplar içi karşılaştırma, †Gruplar arası karşılaştırma Tanıtıcı istatistikler ortalama ± standart sapma olarak verildi. Koyu olarak belirlenen bölümler istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0,05). Harflendirme <sup>a, b, c</sup> sütun bazlı yapılmıştır. Aynı harfler arasında farklılık yoktur.

Çalışma grupları ile çevre ölçümü- patella üst seviye değişkeninin ortak etkisi incelemiştir. Çevre ölçümü- patella üst seviye değişkeni için grup zaman etkileşimi istatistiksel olarak anlamlıdır ( $p<0,05$ ). Kontrol grubunda değerlendirme zamanlarına göre istatistiksel olarak farklılık vardır ( $p<0,05$ ). En yüksek ortalamaya 4. değerlendirme sahip iken en düşük ortalamaya ise 6. değerlendirme sahiptir. Masaj grubunda değerlendirme zamanlarına göre istatistiksel olarak farklılık vardır ( $p<0,05$ ). En yüksek ortalamaya 2. değerlendirme sahip iken en düşük ortalamaya ise 6. değerlendirme sahiptir.



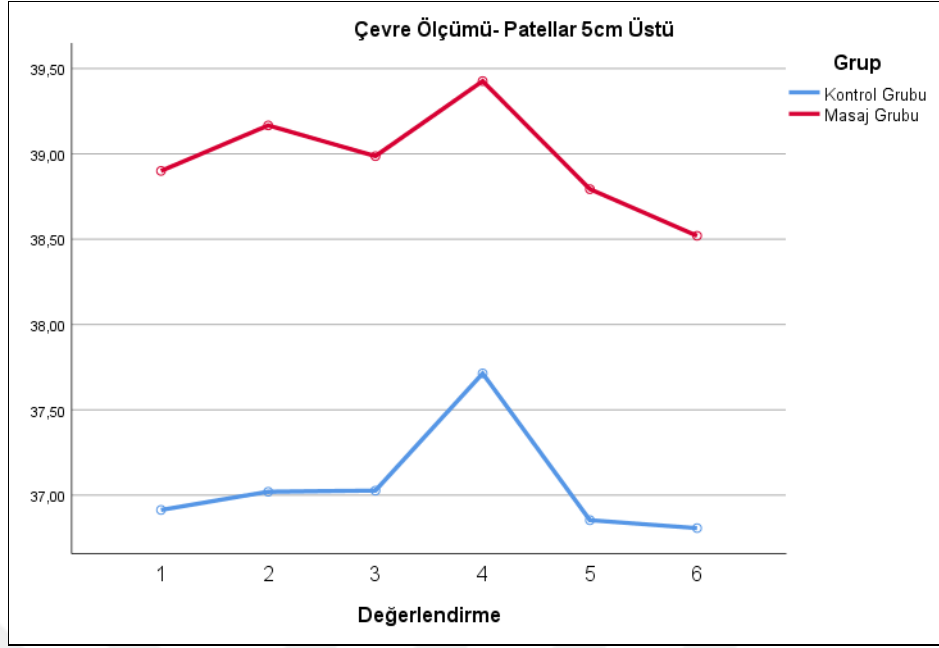
Şekil 4.5. Çevre Ölçümü- Patella Üst Seviye ile Grupların Karşılaştırılması

**Tablo 4.7.** Çalışma Grupları ile Çevre Ölçümü - Patella 5 cm Üstü Değişkeninin Karşılaştırılması

|                                       | Grup   |  | Test İstatistikleri † |       |          |
|---------------------------------------|--|--|-----------------------|-------|----------|
|                                       | Kontrol  | Masaj  | F                     | p     | $\eta^2$ |
|                                       | n=15   | n=15   |                       |       |          |
| <b>Çevre Ölçümü- Patella 5cm Üstü</b> |  |  |                       |       |          |
| <b>Değerlendirme 1</b>                | 36,91±5,02 <sup>a</sup>                                  | 38,90±4,33 <sup>a</sup>                                    | 1,348                 | 0,255 | 0,046    |
| <b>Değerlendirme 2</b>                | 37,02±5,17 <sup>ab</sup>                                 | 39,17±4,38 <sup>b</sup>                                    | 1,507                 | 0,230 | 0,051    |
| <b>Değerlendirme 3</b>                | 37,03±5,17 <sup>a</sup>                                  | 38,99±4,36 <sup>a</sup>                                    | 1,260                 | 0,271 | 0,043    |
| <b>Değerlendirme 4</b>                | 37,71±5,32 <sup>b</sup>                                  | 39,43±4,49 <sup>b</sup>                                    | 0,907                 | 0,349 | 0,031    |
| <b>Değerlendirme 5</b>                | 36,85±5,28 <sup>a</sup>                                  | 38,79±4,23 <sup>a</sup>                                    | 1,234                 | 0,276 | 0,042    |
| <b>Değerlendirme 6</b>                | 36,81±5,20 <sup>a</sup>                                  | 38,52±4,07 <sup>a</sup>                                    | 1,011                 | 0,323 | 0,035    |
| Test İstatistikleri ‡                 | <b>F=4,706; p=0,004;<br/><math>\eta^2=0,495</math></b>   | <b>F=11,205;<br/>p&lt;0,001; <math>\eta^2=0,700</math></b> |                       |       |          |
|                                       | <b>F=1920,345; p&lt;0,001; <math>\eta^2=0,986</math></b> |  |                       |       |          |

F: Mixed Desing ANOVA, Etki Büyüklüğü ( $\eta^2$ ), ‡Gruplar içi karşılaştırma, †Gruplar arası karşılaştırma Tanıtıcı istatistikler ortalama ± standart sapma olarak verildi. Koyu olarak belirlenen bölümler istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0,05). Harflendirme <sup>a, b, c</sup> sütun bazlı yapılmıştır. Aynı harfler arasında farklılık yoktur.

Çalışma grupları ile Çevre ölçümü- patella 5 cm üstü değişkeninin ortak etkisi incelemiştir. Çevre ölçümü- patella 5 cm üstü değişkeni için grup zaman etkileşimi istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0,05). Kontrol grubunda değerlendirme zamanlarına göre istatistiksel olarak farklılık vardır (p<0,05). En yüksek ortalamaya 4. değerlendirme sahip iken en düşük ortalamaya ise 6. değerlendirme sahiptir. Masaj grubunda değerlendirme zamanlarına göre istatistiksel olarak farklılık vardır (p<0,05). En yüksek ortalamaya 4. değerlendirme sahip iken en düşük ortalamaya ise 6. değerlendirme sahiptir.



Şekil 4.6. Çevre Ölçümü- Patella 5 cm Üstü ile Grupların Karşılaştırılması

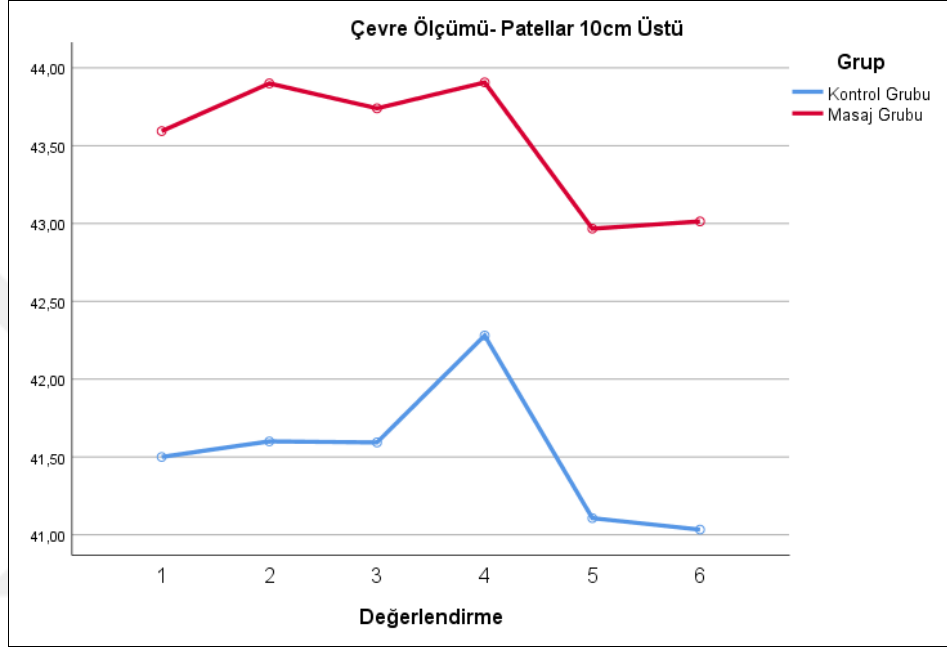
Tablo 4.8. Çalışma Grupları ile Çevre Ölçümü- Patella 10 cm Üstü Değişkeninin Karşılaştırılması

|  | Grup                                |                           | Test İstatistikleri † |       |          |
|--|-------------------------------------|---------------------------|-----------------------|-------|----------|
|  | Kontrol                             | Masaj                     | F                     | p     | $\eta^2$ |
|  | n=15                                | n=15                      |                       |       |          |
| <b>Çevre Ölçümü- Patella 10cm Üstü</b> |                                     |                           |                       |       |          |
| Değerlendirme 1                        | 41,50±5,97 <sup>ab</sup>            | 43,59±4,46 <sup>abc</sup> | 1,184                 | 0,286 | 0,041    |
| Değerlendirme 2                        | 41,60±5,94 <sup>ab</sup>            | 43,90±4,40 <sup>a</sup>   | 1,452                 | 0,238 | 0,049    |
| Değerlendirme 3                        | 41,59±5,94 <sup>ab</sup>            | 43,74±4,45 <sup>b</sup>   | 1,253                 | 0,273 | 0,043    |
| Değerlendirme 4                        | 42,28±6,13 <sup>a</sup>             | 43,91±4,53 <sup>ab</sup>  | 0,683                 | 0,415 | 0,024    |
| Değerlendirme 5                        | 41,11±6,12 <sup>b</sup>             | 42,97±4,56 <sup>bc</sup>  | 0,891                 | 0,353 | 0,031    |
| Değerlendirme 6                        | 41,03±5,95 <sup>b</sup>             | 43,01±4,50 <sup>c</sup>   | 1,057                 | 0,313 | 0,036    |
| Test İstatistikleri ‡                  | $F=6,121; p<0,001; \eta^2=0,560$    |                           |                       |       |          |
|  | $F=13,023; p<0,001; \eta^2=0,731$   |                           |                       |       |          |
|  | $F=1948,509; p<0,001; \eta^2=0,986$ |                           |                       |       |          |

F: Mixed Desing ANOVA, Etki Büyüklüğü ( $\eta^2$ ), ‡Gruplar içi karşılaştırma, †Gruplar arası karşılaştırma Tanıtıcı istatistikler ortalama ± standart sapma olarak verildi. Koyu olarak belirlenen bölümler istatistiksel olarak anlamlıdır ( $p<0,05$ ). Harflendirme <sup>a, b, c</sup> sütun bazlı yapılmıştır. Aynı harfler arasında farklılık yoktur.

Çalışma grupları ile Çevre ölçümü - patella 10 cm üstü değişkeninin ortak etkisi incelemiştir. Çevre ölçümü- patella 10 cm üstü değişkeni için grup zaman

etkileşimi istatistiksel olarak anlamlıdır ( $p<0,05$ ). Kontrol grubunda değerlendirme zamanlarına göre istatistiksel olarak farklılık vardır ( $p<0,05$ ). En yüksek ortalamaya 4. değerlendirme sahip iken en düşük ortalamaya ise 6. değerlendirme sahiptir. Masaj grubunda değerlendirme zamanlarına göre istatistiksel olarak farklılık vardır ( $p<0,05$ ). En yüksek ortalamaya 4. değerlendirme sahip iken en düşük ortalamaya ise 5. değerlendirme sahiptir.



**Şekil 4.7.** Çevre Ölçümü- Patella 10cm Üstü ile Grupların Karşılaştırılması

**Tablo 4.9.** Kas Kuvvet Ölçümü Değerlendirme Zamanları ile Çalışma Gruplarının Karşılaştırılması

|                        |    |       | Grup          |             | Toplam | $\chi^2$ | p     |
|------------------------|----|-------|---------------|-------------|--------|----------|-------|
|                        |    |       | Kontrol Grubu | Masaj Grubu |        |          |       |
| <b>Değerlendirme 1</b> | 4  | n     | 2             | 2           | 4      | 0,667    | 0,881 |
|                        |    | %     | 50,0%         | 50,0%       | 100,0% |          |       |
|                        | 4+ | n     | 7             | 5           | 12     |          |       |
|                        |    | %     | 58,3%         | 41,7%       | 100,0% |          |       |
|                        | 5- | n     | 1             | 1           | 2      |          |       |
|                        |    | %     | 50,0%         | 50,0%       | 100,0% |          |       |
| 5                      | n  | 5     | 7             | 12          |        |          |       |
|                        | %  | 41,7% | 58,3%         | 100,0%      |        |          |       |
| <b>Değerlendirme 2</b> | 4- | n     | 0             | 1           | 1      | 2,267    | 0,519 |
|                        |    | %     | 0,0%          | 100,0%      | 100,0% |          |       |
|                        | 4  | n     | 7             | 8           | 15     |          |       |
|                        |    | %     | 46,7%         | 53,3%       | 100,0% |          |       |
|                        | 4+ | n     | 6             | 3           | 9      |          |       |
|                        |    | %     | 66,7%         | 33,3%       | 100,0% |          |       |
| 5-                     | n  | 2     | 3             | 5           |        |          |       |
|                        | %  | 40,0% | 60,0%         | 100,0%      |        |          |       |
| <b>Değerlendirme 3</b> | 4- | n     | 1             | 0           | 1      | 1,059    | 0,787 |
|                        |    | %     | 100,0%        | 0,0%        | 100,0% |          |       |
|                        | 4  | n     | 8             | 9           | 17     |          |       |
|                        |    | %     | 47,1%         | 52,9%       | 100,0% |          |       |
|                        | 4+ | n     | 4             | 4           | 8      |          |       |
|                        |    | %     | 50,0%         | 50,0%       | 100,0% |          |       |
| 5-                     | n  | 2     | 2             | 4           |        |          |       |
|                        | %  | 50,0% | 50,0%         | 100,0%      |        |          |       |
| <b>Değerlendirme 4</b> | 3+ | n     | 0             | 1           | 1      | 6,887    | 0,142 |
|                        |    | %     | 0,0%          | 100,0%      | 100,0% |          |       |
|                        | 4- | n     | 1             | 0           | 1      |          |       |
|                        |    | %     | 100,0%        | 0,0%        | 100,0% |          |       |
|                        | 4  | n     | 12            | 7           | 19     |          |       |
|                        |    | %     | 63,2%         | 36,8%       | 100,0% |          |       |
| 4+                     | n  | 1     | 6             | 7           |        |          |       |
|                        | %  | 14,3% | 85,7%         | 100,0%      |        |          |       |
| 5-                     | n  | 1     | 1             | 2           |        |          |       |
|                        | %  | 50,0% | 50,0%         | 100,0%      |        |          |       |

**Tablo 4.9.** Kas Kuvvet Ölçümü Değerlendirme Zamanları ile Çalışma Gruplarının Karşılaştırılması (Devamı)

|                 |    |   | Grup           |                 | Toplam | $\chi^2$ | p            |
|-----------------|----|---|----------------|-----------------|--------|----------|--------------|
|                 |    |   | Kontrol Grubu  | Masaj Grubu     |        |          |              |
| Değerlendirme 5 | 4  | n | 8              | 2               | 10     | 7,267    | 0,064        |
|                 |    | % | 80,0%          | 20,0%           | 100,0% |          |              |
|                 | 4+ | n | 5              | 5               | 10     |          |              |
|                 |    | % | 50,0%          | 50,0%           | 100,0% |          |              |
|                 | 5- | n | 1              | 3               | 4      |          |              |
|                 |    | % | 25,0%          | 75,0%           | 100,0% |          |              |
|                 | 5  | n | 1              | 5               | 6      |          |              |
|                 |    | % | 16,7%          | 83,3%           | 100,0% |          |              |
| Değerlendirme 6 | 4  | n | 4 <sub>a</sub> | 1 <sub>a</sub>  | 5      | 8,971    | <b>0,030</b> |
|                 |    | % | 80,0%          | 20,0%           | 100,0% |          |              |
|                 | 4+ | n | 6 <sub>a</sub> | 1 <sub>b</sub>  | 7      |          |              |
|                 |    | % | 85,7%          | 14,3%           | 100,0% |          |              |
|                 | 5- | n | 1 <sub>a</sub> | 2 <sub>a</sub>  | 3      |          |              |
|                 |    | % | 33,3%          | 66,7%           | 100,0% |          |              |
|                 | 5  | n | 4 <sub>a</sub> | 11 <sub>b</sub> | 15     |          |              |
|                 |    | % | 26,7%          | 73,3%           | 100,0% |          |              |
| Toplam          |    | n | 15             | 15              | 30     |          |              |
|                 |    | % | 50,0%          | 50,0%           | 100,0% |          |              |

n: Birey sayısı, %: Yüzde değer olarak verilmiştir. &: McNemar; Koyu olarak belirlenen bölümler istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0,05). Satır bazlı harflendirme yapılmıştır. Aynı harfler arasında farklılık yoktur.

Kas Kuvvet Ölçümü değerlendirmelerinde, 6. değerlendirme zamanında (4. gün) gruplara göre istatistik olarak anlamlı farklılık vardır (p=0,030). Farklılık 6. değerlendirme zamanında 4+ ve 5 gruplarındadır.

## 5. TARTIŞMA

Bu çalışmanın amacı, yaşları 11-18 arasında bulunan adölesan sağlıklı sporcu bireylerde konsantrik ve eksantrik egzersizler sonrasında oluşan gecikmiş kas ağrısını ve antropometrik sonuçları değerlendirmek ve ayrıca masajın bu değerlendirmeler üzerine etkisini incelemektir. Çalışmada öncelikle sosyodemografik bilgiler alınarak katılımcıların; yaş, kilo, boy, VKİ ve baskın taraf bilgileri alınarak analiz edilmiştir.

Mevcut çalışma, yaşları 11 ile 18 arası değişen 30 katılımcı ile gerçekleştirilmiştir. 30 katılımcının 15'i çalışma grubunda diğer 15'i ise kontrol grubunda yer almaktadır. Randomizasyon tamamen kura usulü ile yapılmıştır. Katılımcıların tamamı erkek bireylerden oluşmaktadır. Çalışmaya katılan katılımcıların toplam yaş ortalaması 13,8 iken; çalışma grubunda yaş ortalaması 13,86, kontrol grubunda ise 13,73'tür. Çalışmaya katılan bireylerde, çalışma ve kontrol grubu arasında yaş ortalamaları bakımından anlamlı bir fark bulunmamıştır.

Çalışmaya katılan bireylerin vücut kitle indeksleri karşılaştırıldığında; tüm grupların toplam VKİ ortalaması 19,56 kg/m<sup>2</sup>'dir. Çalışma grubunda VKİ ortalaması 20,04 kg/m<sup>2</sup>, kontrol grubunda ise 19,08 kg/m<sup>2</sup>'dir. Çalışmada VKİ bakımından iki grup arasında anlamlı bir fark bulunmamaktadır. Bu durumda, çalışma değerlendirilirken VKİ değişkeni çalışmadaki diğer verileri etkilememesi bakımından önemlidir.

Katılımcıların baskın tarafları incelendiğinde; tüm katılımcıların %73,3 (22 kişi)'ünün sağ tarafı baskın iken %26,7 (8 kişi)'sinin sol tarafı daha baskındır. Aynı ayrı incelendiğinde çalışma grubunun %66,6 (10 kişi)'sında baskın taraf sağ; %33,3 (5 kişi)'ünde baskın taraf soldur. Kontrol grubunda ise; %73,3 (11 kişi)'inde baskın taraf sağ, %26,6 (4 kişi)'sında baskın taraf soldur. Çalışma ve kontrol grupları karşılaştırıldığında baskın taraf bakımından anlamlı bir fark bulunmamaktadır. Baskın tarafın saptanması istatistiksel veri alınması bakımından ve aynı zamanda çalışmanın yapılacağı ekstremitenin baskın olmayan taraf seçilmesi bakımından önemlidir.

Çalışmada, kontrollü egzersize bağlı kas hasarı oluşturulduğunda; ağrı, kas kuvveti, çevre ölçümü ve eklem hareket açıklığı değerlerine bakıldığında gecikmiş kas ağrısı olduğu ve enflamatuvar sürecin antropometrik değerlerde değişikliğe sebep olduğu görülmektedir. Bu sonuçlara dayanarak, birinci gün 1. ve 2. değerlendirmeler arasında yapılan gecikmiş kas ağrısı oluşturma protokolünün amacına ulaştığı görülmektedir.

Mevcut çalışmada, ağrı bakımından katılımcıların değerleri incelenmiş, katılımcılara yönelik her bir değerlendirme evresinde, ağrısını 0= ağrı yok ve 10= çok şiddetli ağrı var olarak belirtmesi istenerek tamamlanmıştır. Çalışma sonucunda, istirahat sürecinde ağrı bakımından anlamlı farklılık 3. ( $p=0,032$ ) ve 6. ( $p=0,032$ ) değerlendirme sürelerinde gerçekleştiği görülmektedir. Aktivite sırasında ağrı değerlendirildiğinde ise anlamlı farklılık yine 3. ( $p=0,024$ ) ve 6. ( $p=0,046$ ) değerlendirmelerde görülmektedir.

EBKH sonrası masajın GKA üzerine etkisi ile ilgili çalışmalara bakıldığında; alışılmadık egzersizden hemen sonra yapılan masaj uygulamasını takiben yapılan değerlendirmede anlamlı farklılık bulunmamaktadır (80). Mevcut çalışmamızda görülen bu anlamlı farklılığın sebebinin psikosomatik bir rahatlamağa bağlı olabileceği düşünülebilir.

İmtiyaz ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmaya göre; 30 sağlıklı kadın atlet üzerinde yapılan çalışmada, ağırlık ile tekrarlı dirsek fleksiyonu yaparak oluşturulan GKA sonrası uygulanan 15 dakikalık masaj uygulamaları sonucunda GKA değerlendirmesi incelenmiş ve en anlamlı etkinin egzersiz sonrası 48. (3. gün) ve 72. saatte (4. gün) görüldüğü belirtilmiştir (81). Çalışmamızda da 72. saatte (4. gün) çalışma grubu ile kontrol grubu arasında anlamlı farklılık bulunmuş, 48. saatte (3. gün) farklılık görülmüş ancak anlamlı değildir.

GKA sonrası yapılan masajın yürüyüş ve ağrı üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada, 21 kişi çalışmaya katılmış, 5 katlı bir bina 20 kez iniş ve çıkış yapılarak EBKH oluşturulmuştur. Masaj uygulaması baskın tarafta gastrocnemius kasına yapılmış olup çalışma sonucuna göre hem yürüyüş parametreleri bakımından hem de ağrı değerlendirmesi bakımından masaj grubu ve kontrol grubu arasında anlamlı farklılık görülmüştür (82).

GKA'nı hafifletmede masajın ve aktif egzersizin incelendiği randomize kontrollü çalışmaya, yaş ortalaması 32 olan 20 sağlıklı gönüllü kadın katılımcı dahil edilmiştir. Trapezius kası için silkme hareketi şeklinde elastik direnç bantları ile 10 dakika 10 tekrar 10 set şeklinde egzersiz yaptırılmıştır. Katılımcıların rasgele şeklinde her omzuna farklı tedavi şekli uygulanmıştır. Ağrı yoğunluğu ve basınç ağrı eşliğinin değerlendirildiği bu çalışmada ağrının akut dönemde rahatlaması açısından her iki tedavi arasında anlamlı bir fark olmadığı, her ikisinin de kullanılabilceği belirtilmiştir (83).

Egzersize bağlı oluşan kas hasarı sonrası kasların kasılabilme güçleri azalabilmektedir. Bu sebeple, gecikmiş kas ağrısının etkilerinin incelendiği çalışmalarda eklem hareket açıklığında azalma görüldüğü belirtilmektedir (84). Araştırmamızda, çalışma yapılan bölgede diz eklem hareket açıklığı fleksiyon yönünde değerlendirildiğinde, masaj grubundaki eklem hareket açıklığındaki azalmanın kontrol grubuna kıyasla daha az olduğu görülmektedir. Bu fark en fazla 48. saatte (3. gün) görülmektedir. Ancak bu farklılık anlamlı ölçüde bir fark oluşturmamaktadır. Çalışma grubunda değerlendirmeler arasında anlamlı fark bulunmakta ve bu anlamlı farklılık en fazla 6. değerlendirmede (4. gün) görülmektedir. Grup içinde değerlendirme zamanlarına göre anlamlı farklılık kontrol grubunda da 4. gün yapılan 6. değerlendirmede görülmektedir.

Mevcut çalışmada, eklem hareket açıklığı ekstensiyon yönünde değerlendirildiğinde, çalışma ve kontrol grubu arasında anlamlı bir farklılık görülmemiştir. Eklem hareket açıklığında ekstensiyon yönünde gruplar içerisinde de anlamlı bir fark bulunmamıştır.

EBKH sonrası gelişen GKA ile ilgili çalışmalara bakıldığında çevre ölçümleri ile ilgili farklı sonuçlar bulunduğu görülmektedir. Bakovski ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada, 14 sağlıklı erkek katılımcı ile dirsek fleksiyonu hareketi içeren bir GKA protokolü sonrası çalışma grubuna 10 dakikalık bir masaj uygulaması yapılıyor ve GKA, EHA ve ödem değerlendirmesi yapılıyor. Çalışma sonucuna göre, egzersizden 30 dakika sonrası uygulanan masajın GKA üzerine etkisinin olduğu ancak EHA ve ödem açısından anlamlı bir farklılığın olmadığı belirtilmiştir (85). Zainuddin ve arkadaşlarının yaptığı 10 katılımcıdan oluşan başka bir çalışmaya göre

de dirsek fleksör kasları üzerinde GKA oluşturmaya yönelik müdahale sonrası masaj uygulamasının sonucu olarak masajın GKA ve ödem konusunda etkili bir yöntem olduğu ancak kas fonksiyonunu etkilemediği belirtilmiştir (86).

Mevcut çalışmaya katılan bireyler arasında da ödem değerlendirmesi yapıldığında patella, patella 5 cm üstü ve patella 10 cm üstü ayrı ayrı değerlendirilmiş ancak çalışma ve kontrol grubu arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

Ödem değerlendirmesi için yapılan çevre ölçümünde farklılığın görülme sebebi, masaj yapılan bölgede hem kan dolaşımının hem de lenfatik dolaşımın artması ile ilgili bölgede alışılmadık egzersiz sonrası gelişen enflamatuvar süreci kısaltmak ve hücreler arasında sıvı birikimini en aza indirerek ödem gelişiminin azaltılmasıdır. Ödem gelişiminin azaltılması hem EHA'nın azaltılmasını önlemekte hem de kassal aktivitenin azalmasının önüne geçmektedir.

Mevcut çalışmamızda ödem değerlendirmesi bakımından çalışma ve kontrol grubu arasında anlamlı bir farklılığın bulunmamasının sebebinin katılımcıların tamamının antrene bireylerden olması sebebiyle olduğu düşünülebilir. Çünkü antrene bireylerin kondisyonlarının ileri düzey olması ve fiziksel aktivite düzeylerinin yüksek olması sebebiyle alışılmadık egzersiz sonrası ödem oluşumu bakımından anlamlı bir fark olmadığı düşünülebilir (87).

Mevcut çalışmada kas kuvveti bakımından gruplar arasında karşılaştırma yapılmış ve farklılık bulunmuştur. Masaj ve kontrol grubunda yapılan 4., 5. ve 6. değerlendirmelerde masajın EBKH sonrası masaj uygulamasını takiben kas kuvveti değerlendirmesinde etkisi görülmüş olup, 4. gün yapılan 6. değerlendirmede anlamlı bir farklılık bulunmuştur.

Hu J.C. ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada EBKH sonrası görülen antropometrik değişiklikleri incelemiş ve masaj müdahalesi sonrası maksimum gücün zorlayıcı egzersizden 72 saat sonra görüldüğünü belirtmiştir (80). İmtiyaz ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada ise, 45 sağlıklı ve atletik olmayan kadın katılımcılarla bir çalışma yapılmış ve sonucunda kas kuvvetinin test edildiği maksimum izometrik güç ve tepe güç değeri bakımından 24., 48 ve 72. saat

değerlendirmeler yapılmış ancak çalışma ve kontrol grubu arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır (81).

Hilbert ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada masajın gecikmiş kas ağrısı üzerine etkisi incelenmiş. Çalışmaya 18 gönüllü masaj grubu ve kontrol grubu olarak ikiye ayrılmış ve 2, 6, 24 ve 48. saatte ağrı, kas performansı ve EHA değerlendirmeleri yapılmıştır. Çalışma sonucuna göre kas performansı bakımından gruplar arasında herhangi bir zamanda anlamlı bir farklılık görülmemiştir. Yalnızca egzersizden 48 saat sonra yapılan değerlendirmede çalışma grubunda ağrının kontrol grubundan daha düşük olduğu belirtilmiştir (43).

Çalışmanın limitasyonu olarak kas kuvvet değerlendirmesinde kullanılan yöntem, klinik olarak en sık kullanılan değerlendirme yöntemi olsa da dijital bir dinamometre kullanımı daha objektif sonuçlar vererek yanılma payını daha da azaltabilirdi. Çalışma süresi boyunca tüm katılımcılar, futbol okulundaki antrenmanlarına devam etmişlerdir. Bu süreçte antrenmandaki aktivitelerin kolaylığı ve yoruculuğu her bir katılımcı için aynı olamayabileceği için değerlendirmelerin sonuçları ve yorumlanması bakımından etkisi olmuş olabilir. Ek olarak, ağrı değerlendirmesinde katılımcıların GAS üzerinde işaretledikleri ağrı derecesine ek olarak algometre cihazı ile basınç ağrı eşiği ölçümünün de yapılması subjektif görüşü azaltmada katkı sağlayabilirdi.

## SONUÇ ve ÖNERİLER

GKA ile ilgili patofizyolojik teoriler yaklaşık yüz yıldır ortaya atılmakla birlikte günümüzde hala kesin olarak bir mekanizmanın geçerliliği kabul edilmemiştir. En olası teorinin birden fazla teorinin birlikte GKA'nı tetiklediği düşüncesidir.

Masaj hem akut ağrı hem de GKA tedavisinde kullanılan en klasik tedavi yöntemidir. Masajın şekli farklı coğrafya ve kültürlere göre değişiklik gösterse de sonucunda masaj yapılan bölgedeki dolaşımı artırması, metabolik atıkların hızla uzaklaştırması ve rahatlama bakımından oldukça etkili ve ucuz bir tedavi yöntemidir.

Kontrollü olarak egzersize bağlı kas hasarı ile gecikmiş kas ağrısı oluşturulan 30 katılımcıdan oluşan ve çalışma ve kontrol grubu olarak eşit katılımcıya sahip olarak iki gruba ayrılan çalışmamız, 6 değerlendirme ve 3 masaj tedavisi içermiş ve toplam 4 ardışık gün sürerek tamamlanmıştır. Tüm bu değerlendirmeler sonrası sonuçlar analiz edilerek birtakım sonuçlara ulaşılmıştır.

- Masaj ve kontrol grupları arasında yaş, kilo, boy, VKİ ve baskın taraf verilerini içeren sosyodemografik özellikler bakımından anlamlı bir farklılık görülmemiştir.
- EBKH sonrası GKA değerlendirildiğinde, ağrının GAS ile değerlerinde anlamlı farklılığın birinci gün masaj tedavisinin hemen sonrasında ve 72. saatte olduğu görülmüştür. Bu sonuçlar hem dinlenme sırasında hem de aktivite sırasında benzer sonuçlar vermiştir. Bu sonuç bize GKA'nın hafifletilmesinde masajın etkili bir yöntem olarak kullanılabilineceğini göstermiştir.
- Masaj ve kontrol gruplarının diz eklemi EHA ölçüldüğünde hem fleksiyon yönünde hem de ekstensiyon yönünde aralarında farklılık görülse de bu farklılığın anlamlı olmadığı görülmüştür.
- Zorlayıcı aktivite sonrası, ilgili bölgede ödem artışı her iki grupta da tespit edilmiştir. Ancak gruplar arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır.

Bunun sebebinin katılımcıların hem genç hem de antrene bireylerden oluşması kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

- Kas kuvvet değerlendirmesi Modifiye Medical Research Council Kas Kuvveti Değerlendirme ölçeğine göre manuel kas testi ile yapılmış ve sonuç olarak 72. saatte yapılan değerlendirmede anlamlı bir farklılık görülmüştür. 24. ve 48. saatlerde yapılan kas kuvveti değerlendirmelerinde de gruplar arasında farklılığa bakıldığında masajın etkisi görülmekte ancak bu farklılık anlamlı değildir.
- Bu farklılığın anlamlı olmamasının sebebi olarak, katılımcıların sağlıklı ve sporcu bireylerden oluşması düşünülebilir. Örneklem büyüklüğünün genişletilerek ve katılımcı sayısının artırılarak daha fazla çalışma yapılmasının daha anlamlı sonuçlar doğuracağı düşünülebilir.

Mevcut literatürde adölesan sağlıklı sporcu bireylerde EBKH sonrası GKA ve antropometrik ölçümlerin değerlendirildiği çalışmalar kısıtlıdır. Çalışmamız, alışılmamış aktivite veya yoğun eksantrik kasılma içeren egzersiz sonrası gelişen şikayetlere masajın etkisinin olabileceği hakkında fikir vermektedir. Literatürde benzer çalışma sayısının az bulunduğu ve daha fazla çalışma yapılmasına ihtiyaç olduğu görülmüştür.

## KAYNAKLAR

1. Hough T. Ergographic studies in muscular soreness. *Am J Physiol* 1902;7(1):1-17.
2. Lee J, Goldfarb AH, Rescino MH, Hegde S, Patrick S, Apperson K. Eccentric exercise effect on blood oxidative-stress markers and delayed onset of muscle soreness. *Med Sci Sports Exerc* 2002;34(3):443-8.
3. Armstrong RB. Initial events in exercise-induced muscular injury. *Med Sci Sports Exerc* 1990;22(4):429-35.
4. Armstrong, R. B. Mechanisms of exercise-induced delayed onset muscular soreness: A brief review. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 1984;16(6), 529–538.
5. Cleak, M. J., ve Eston, R. G. Muscle soreness, swelling, stiffness and strength loss after intense eccentric exercise. *British Journal of Sports Medicine*, 1992;26(4), 267-272.
6. Gulick DT, Kimura IF. Delayed onset muscle soreness: what is it and how do we treat it? 1996;5(3):234-43.
7. Hody S, Rogister B, Leprince P, Wang F, Croisier JL. Muscle fatigue experienced during maximal eccentric exercise is predictive of the plasma creatine kinase (CK) response *Scand J Med Sci Sports* 2013;23(4):501-7.
8. Enoka RM. Eccentric contractions require unique activation strategies by the nervous system. *J Appl Physiol* 1996;81, 2339-46.
9. Brentano M, Martins Krue L. A review on strength exercise-induced muscle damage: applications, adaptation mechanisms and limitations. *J Sports Med Phys Fitness*, 2011;51, 1-10.
10. Lindstedt, S. L., LaStayo, P. C., and Reich, T. E. When active muscles lengthen: properties and consequences of eccentric contractions. *News Physiol. Sci.* 2001;16, 256–261.
11. LaStayo, P. C., Woolf, J. M., Lewek, M. D., Snyder-Mackler, L., Reich, T., and Lindstedt, S. L. Eccentric muscle contractions: their contribution to injury, prevention, rehabilitation, and sport. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* 2003;33, 557–571.
12. Cheung K, Hume PA, Maxwell L. Delayed onset muscle soreness: treatment strategies and performance factors. *Sports Med* 2003;33(2):145-64.
13. Gatterer H, Peters P, Philippe M, Burtscher M. The effect of pulsating electrostatic field application on the development of delayed onset of muscle soreness (DOMS) symptoms after eccentric exercise. *J Phys Ther Sci.* 2015;27(10):3105-7.
14. Weerapong, P., Hume, P. A., and Kolt, G. S. The mechanisms of massage and effects on performance, muscle recovery and injury prevention. *SportsMed.* 2005;35, 235–256.

15. Bakar, Y., Coknaz, H., Karli, U., Semsek, O., Serin, E., and Pala, O. O. Effect of manual lymph drainage on removal of blood lactate after submaximal exercise. *J. Phys. Ther. Sci.* 2015;27, 3387–3391.
16. Guo, J., Li, L., Gong, Y., Zhu, R., Xu, J., Zou, J., et al. Massage alleviates delayed onset muscle soreness after strenuous exercise: a systematic review and meta-analysis. *Front Physiol.* 2017;8:747.
17. Köylü H., *Klinik Anlatımlı Tıbbi Fizyoloji*. Ankara: Ankara Nobel Tıp Kitabevleri (4. Baskı) 2020.
18. Var SM. *Kontrast Su Terapisi ve Elektroterapi Uygulamalarının Bireysel ve Takım Sporlarında Gecikmiş Kas Ağrısına Etkileri*. Ankara: Ankara Üniversitesi; 2016.
19. Guyton AC, Hall JE. *Tıbbi Fizyoloji (12.Baskı)*, Ankara: Nobel Tıp Kitabevleri. 2013: 71-74.
20. Widmaier EP, Raff H, Strang KT. *Vander İnsan Fizyolojisi (10.Baskı)*, İzmir: Güven Kitabevi. 2010:281-309.
21. <https://healthybodyathome.com/isometric-vs-isotonic-contraction/> Erişim Tarihi 20.12.2023
22. Gürol B., Yılmaz İ. İzokinetik Kuvvet Antremanı, *Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 2013;XI(1) 1-11.
23. Kurt G., *Sağlıklı gönüllülerde gecikmiş kas ağrısında farklı fizyoterapi yöntemlerinin etkisi*. Kütahya: T.C. Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi; 2020.
24. Serbest K., Eldoğan O. *İskelet Kaslarının Yapısı ve Biyomekaniği*. 2014:41-51.
25. Guilhem, G., Cornu, C., and Guevel, A. Neuromuscular and muscle-tendon system adaptations to isotonic and isokinetic eccentric exercise. *Ann. Phys. Rehabil. Med.* 2010;53:319–341.
26. Duchateau, J., and Baudry, S. Insights into the neural control of eccentric contractions. *J. Appl. Physiol.* 2014;116:1418–1425.
27. Hortobagyi, T., and Katch, F. I. Eccentric and concentric torque-velocity relationships during arm flexion and extension. Influence of strength level. *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.* 1990;60:395–401.
28. Abbott, B. C., Bigland, B., and Ritchie, J. M. The physiological cost of negative work. *J. Physiol.* 1952;117:380–390.
29. Overend, T. J., Versteegh, T. H., Thompson, E., Birmingham, T. B., and Vandervoort, A. A. Cardiovascular stress associated with concentric and eccentric isokinetic exercise in young and older adults. *J. Gerontol. Ser. A Biol. Sci. Med. Sci.* 2000;55:B177–B182.
30. Paschalis, V., Nikolaidis, M. G., Giakas, G., Theodorou, A. A., Sakellariou, G. K., Fatouros, I. G., et al. Beneficial changes in energy expenditure and lipid profile after eccentric exercise in overweight and lean women. *Scand. J. Med. Sci. Sports.* 2010;20:e103–e111.

31. Paschalis, V., Nikolaidis, M. G., Theodorou, A. A., Deli, C. K., Raso, V., Jamurtas, A. Z., et al. The effects of eccentric exercise on muscle function and proprioception of individuals being overweight and underweight. *J. Strength. Cond. Res.* 2013;27:2542–2551.
32. Hazar S., Egzersize Bağlı İskelet ve Kalp Kas Hasarı, *Spor metre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 2014: II(3)119-126.
33. Murray R.K., Granner D.K., Mayes P.A., Rodwel V.W.; Harper'ın Biyokimyası, İstanbul, 24.Baskı, Barış Kitabevi, 2010;24-68.
34. Black Hr., Qualich H., Gareleck Cb., “Racial Differences In Serum Creatin Kinase Levels”. *Ame J. Med.* 1983;81:478-487
35. Serwood Ra., Lambert A., Newham Dj., Wasif Ws., Peters Tj. “The Effect Of Eccentric Exercise On Serum Creatin Kinas Activity In Different Ethnic Groups”, *Ahh Clin Biochem*; 1996;33:324-329.
36. Olerud Je., Homer Ld., Carrol Hw., “Incidence Of Acute Exertional Rhabdomyolysis”. *Arch Int Med* 1976;136:692-697.
37. Brown S., Day S., Donnelly A., “Indirect Evidence Of Human Skeletal Muscle Damage And Collogen Breakdown After Eccentric Muscle Action”, *J Sport Science.*, 1999;17(5):397-402.
38. Hayashi K, Abe M, Yamanaka A, Mizumura K, Taguchi T. Degenerative Histological Alteration Is Not Required For The Induction Of Muscular Mechanical Hyperalgesia After Lengthening Contraction In Rats. *J Physiol Sci* 2015;65(Suppl):277.
39. Mizumura K., Taguchi T. Delayed Onset Muscle Soreness: Involvement Of Neurotrophic Factors. *J Physiol Sci.* 2016;66:43–52.
40. Kaba H., Gecikmiş Kas Ağrısında İki Farklı Tedavi Yönteminin Karşılaştırılması: Kesikli Magnetik Alan Tedavisi ve Düşük Seviyeli Lazer Terapi. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi;2020.
41. Barnett, A. Using recovery modalities between training sessions in elite athletes. Does it help? *Sports Medicine*, 2006;36(9):781–796.
42. Connolly, D. A., Sayers, S. P., ve McHugh, M. P. Treatment and Prevention of Delayed Onset Muscle Soreness. *Journal of Strenght and Conditioning Research*, 2003;17(1):197–208.
43. Hilbert JE., Sforzo GA., Swensen T., The Effects of Massage on Deleyed Onset Muscle Soreness. 2003;37(1):72-5.
44. Lee J, Goldfarb AH, Rescino MH, Hegde S, Patrick S, Apperson K. Eccentric exercise effect on blood oxidative-stress markers and delayed onset of muscle soreness. *Med Sci Sports Exerc* 2002;34(3):443-8.
45. De Vries HA. Quantitative electromyographic investigation of the spasm theory of muscle pain. *Am J Phys Med* 1966;45(3):119-34.
46. Newham DJ, Jones DA, Edwards RH. Larg delayed plasma creatine kinase changes after stepping exercise. *Muscle Nerve* 1983;6(5):380-5.

47. Bobbert MF, Hollander AP, Huijing PA. Factors in delayed onset muscular soreness of man. *Med Sci Sports Exerc* 1986;18(1):75-81.
48. Stauber WT. Eccentric action of muscles: physiology, injury, and adaptation. *Exerc Sport Sci Rev* 1988;17:157-85.
49. Brown SJ, Child RB, Day SH, Donnelly AE. Indices of skeletal muscle damage and connective tissue breakdown following eccentric muscle contractions. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1997;75(4):369-74.
50. Smith LL. Acute inflammation: the underlying mechanism in delayed onset muscle soreness? *Med Sci Sports Exerc* 1991;23(5):542-51. 28.
51. Francis KT, Hoobler T. Effects of aspirin on delayed muscle soreness. *J Sports Med Phys Fitness* 1987;27(3):333-7.
52. Hasson SM, Daniels JC, Divine JG, Niebuh BR, Richmond S, Stein PG, et al. Effect of ibuprofen use on muscle soreness, damage, and performance: a preliminary investigation. *Med Sci Sports Exerc* 1993;25(1):9-17.
53. Fridén J, Sfakianos PN, Hargens AR. Muscle soreness and intramuscular fluid pressure: comparison between eccentric and concentric load. *J Appl Physiol* 1986;61(6):2175-9.
54. Aydınlı I. Physiopathology of Pain-Review. *Turk J Phys Med Rehab* 2005;51(Suppl B):B8-B13.
55. Dokumacı B, & Cakır-Atabey H. Delayed Onset Muscle Soreness and Mechanisms: Relation with Oxidative Stress. *Turkiye Klinikleri Journal of Sports Sciences*, 2016.
56. Fox, Bowers, Foss. *Beden Eğitimi ve Sporun Fizyolojik Temelleri (Çev. Mesut Cerit)*. Spor Yayınevi ve Kitabevi, Ankara. 1988;96-125.
57. Ullrich K, Gollhafer An. Physiologische Aspekte Und Effectivitat Unterschiedlicher Dehnmethode. *Deutsche Sportmedizin Für Sport.* 1994;45:336-345.
58. Böning D. Muskelkater. Institut Für Sportmedizin, Universitatlinikum Benjamin Franklin, Freie Universitat Berlin. *Deutsche Zeitschrift Für Sportmedizin.* 2000;51:63,64.
59. Lane KN, Wenger HA. Effect of selected recovery conditions on performance of repeated bouts of intermittent cycling separated by 24 hours. *J Strength Cond Res* 2004;18(4):855-60.
60. Jemni M, Sands WA, Friemel F, Delamarche P. Effect of active and passive recovery on blood lactate and performance during simulated competition in high level gymnasts. *Can J Appl Physiol* 2003;28(2):240-56.
61. Meeusen R, Lievens P. The use of cryotherapy in sports injuries. *Sports Med* 1986;3:398-414.
62. Swenson C, Sward L, Karlsson J. Cryotherapy in sports medicine. *Scand J Med Sci Sports* 1996;6:193-200.

63. Zachazewski JE, Quillen WS, Magee DJ. Athletic injuries and rehabilitation. Philadelphia (PA): WB Saunders. 1996.
64. Merrick MA, Rankin JM, Andres FA, et al. A preliminary examination of cryotherapy and secondary injury in skeletal muscle. *Med Sci Sports Exerc* 1999;31:1515-21.
65. Yackzan L, Adams C, Francis KT. The effects of ice massage onv delayed muscle soreness. *Am J Sports Med* 1984;12:159-65.
66. Heiss, R., Lutter, C., Freiwald, J., Hoppe, M. W., Grim, C., Poettgen, K., Hotfiel, T. Advances in Delayed-Onset Muscle Soreness (DOMS) – Part II : Treatment and Prevention. *Sportverletzung · Sportschaden*, 2019;33(01), 21–29.
67. Hotfiel, T., Freiwald, J., Hoppe, M., Lutter, C., Forst, R., Grim, C., Heiss, R. Advances in Delayed-Onset Muscle Soreness (DOMS): Part I: Pathogenesis and Diagnostics. *Sportverletzung · Sportschaden*, 2018;32(04), 243–250.
68. Winke, M., ve Williamson, S. Comparison of a Pneumatic Compression Device to a Compression Garment During Recovery from DOMS. *International Journal of Exercise Science*, 2018;11(3), 375–383.
69. Dinçer K. Kompleks Bölgesel Ağrı Sendromu In Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon, 2. Baskı (Eds M Beyazova, YG Kutsal). Ankara, Güneş Tıp Kitabevleri, 2011;s66-69.
70. Bieuzen F, Bleakley CM, Costello JT, Contrast Water Therapy and Exercise Induced Muscle Damage: A Systematic Review and Meta-Analysis. 2013; 8(4):e62356.
71. Ernst E. Does post-exercise massage treatment reduce delayed onset muscle soreness? A systematic review. *Br J Sports Med*. 1998;32(3):212-4.
72. Kargarfard M, Lam ET, Shariat A, Shaw I, ve ark. Efficacy of massage on muscle soreness, perceived recovery, physiological restoration and physical performance in male bodybuilders. *J Sports Sci*. 2016;34(10):959-65.
73. Tiidus PM, Shoemaker JK. Effleurage massage, muscle blood flow and long-term post-exercise strength recovery. *Int J Sports Med*. 1995;16(7):478-83.
74. Baroni BM, Leal Junior EC, De Marchi T, Lopes AL, ve ark. Low level laser therapy before eccentric exercise reduces muscle damage markers in humans. *Eur J Appl Physiol*. 2010;110(4):789-96.
75. Wollaars MM, Post MW, van Asbeck FW, Brand N. Spinal cord injury pain: the influence of psychologic factors and impact on quality of life. *The Clinical journal of pain*. 2007;23(5):383-91.
76. Otman A.S., Köse N., Tedavi hareketlerinde temel değerlendirme prensipleri Ankara: Pelikan Yayınevi (7. baskı), 2015.
77. Mayhew JL, Ball TE, Arnold MD, Bowen JC. Relative muscular endurance performance as a predictor of bench press strength in college men and women. *The Journal of Strength & Conditioning Research*. 1992;6(4):200-6.

78. Glasgow PD, Ferris R, Bleakley CM. Cold water immersion in the management of delayed-onset muscle soreness: Is dose important? A randomised controlled trial. *Physical Therapy in Sport*. 2014;15(4):228-33.
79. Yüksel İ., Masaj Teknikleri, Ankara: Hipokrat Kitabevi (4. Baskı), 2018.
80. Hu, J. C., Ma, L. H., Shi, Q. Z., Zhang, F., Tnag, H., Wang, C. X., et al. The effects of different massage interventions on delayed onset muscle soreness. *Chin. J. Rehabil. Med.* 2010;3, 265–267.
81. Imtiyaz S., Veqar Z., Shareef M. Y. To compare the effect of vibration therapy and massage in prevention of delayed onset muscle soreness (DOMS). *J. Clin. Diagn. Res.* 2015;8, 133–136.
82. Han JH., Kim MJ., Yang HJ., Lee YJ., Sung YH. Effects of therapeutic massage on gait and pain after delayed onset muscle soreness. 2014;30;10(2):136-40.
83. Andersen LL, Jay K, Andersen CH, Jakobsen MD, Sundstrup E, Topp R, Behm DG. Acute effects of massage or active exercise in relieving muscle soreness: randomized controlled trial. *J Strength Cond Res.* 2013 Dec;27(12):3352-9.
84. Clarkson PM, Hubal MJ. Exercise-induced muscle damage in humans. *American journal of physical medicine & rehabilitation.* 2002;81(11):p52-S69.
85. Bakowski P, Musielak B, Sip P, Biegański G. Wpływ masazu na powysiłkowa bolesność mięśni [Effects of massage on delayed-onset muscle soreness]. *Chir Narzadow Ruchu Ortop Pol.* 2008 Jul-Aug;73(4):261-5.
86. Zainuddin Z, Newton M, Sacco P, Nosaka K. Effects of massage on delayed-onset muscle soreness, swelling, and recovery of muscle function. *J Athl Train.* 2005 Jul-Sep;40(3):174-80.
87. Eniseler N., Çocuk ve gençlerde futbol antrenmanı, TFF FGM Futbol Eğitim Yayınları, İstanbul 2009;8.

## EKLER

### Ek 1. Etik Kurul Kararı



T.C.  
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ  
Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanlığı

Sayı : 72867572-050.01.04-

Konu : Etik Kurul Kararı

Sayın Dr.Öğr. Üyesi Cennet AK  
Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi  
Isparta

Sorumlu araştırmacı olduğunuz "11-18 Yaş Arası Adölesan Sağlıklı Sporcu Bireylerde Konsantrik ve Eksantrik Egzersizler Sonucu Oluşan Gecikmiş Kas Ağrısının Değerlendirilmesi ve Masajın Etkisinin İncelenmesi" isimli çalışmanızın kurulumuz tarafından uygun görüldüğüne ilişkin 14.12.2023 tarih ve 282 sayılı Süleyman Demirel Üniversitesi Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurul Kararı yazımız ekinde gönderilmiştir.

Bilgilerinizi rica ederim.

Prof. Dr. Mekin SEZİK  
Etik Kurul Başkanı

Eki :Etik Kurul Kararı (2 Sayfa)

## Ek 2. Olgu Rapor Formu



### OLGU RAPOR FORMU

#### 1. Genel Bilgiler

Tarih: .. /.. /20..

Adı Soyadı:

Yaş-Doğum Tarihi:

Boy:

Telefon:

Kilo:

BMI(kg/m<sup>2</sup>):

Dominant Taraf:

#### 2. Ağrı Değerlendirmesi (GAS)

##### Değerlendirme 1

0 \_\_\_\_\_ 10 İstirahatte

0 \_\_\_\_\_ 10 Aktivite sırasında

##### Değerlendirme 2

0 \_\_\_\_\_ 10 İstirahatte

0 \_\_\_\_\_ 10 Aktivite sırasında

##### Değerlendirme 3

0 \_\_\_\_\_ 10 İstirahatte

0 \_\_\_\_\_ 10 Aktivite sırasında

##### Değerlendirme 4 (24.saat)

0 \_\_\_\_\_ 10 İstirahatte

0 \_\_\_\_\_ 10 Aktivite sırasında

### Değerlendirme 5 (48.saat)

0 \_\_\_\_\_ 10 İstirahatte

0 \_\_\_\_\_ 10 Aktivite sırasında

### Değerlendirme 6 (72.saat)

0 \_\_\_\_\_ 10 İstirahatte

0 \_\_\_\_\_ 10 Aktivite sırasında

### 3. Eklem Hareket Açıklığı Ölçümü

|               | Değerlendirme 1 |  | Değerlendirme 2 |  | Değerlendirme 3 |  | Değerlendirme 4 |  | Değerlendirme 5 |  | Değerlendirme 6 |  |
|---------------|-----------------|--|-----------------|--|-----------------|--|-----------------|--|-----------------|--|-----------------|--|
| EHA flexion   |                 |  |                 |  |                 |  |                 |  |                 |  |                 |  |
| EHA extension |                 |  |                 |  |                 |  |                 |  |                 |  |                 |  |

### 4. Çevre Ölçümü

|                          | Patellar üst seviye |  | Patella 5 cm üstü |  | Patella 10 cm üstü |  |
|--------------------------|---------------------|--|-------------------|--|--------------------|--|
| Değerlendirme1           |                     |  |                   |  |                    |  |
| Değerlendirme2           |                     |  |                   |  |                    |  |
| Değerlendirme3           |                     |  |                   |  |                    |  |
| Değerlendirme4 (24.saat) |                     |  |                   |  |                    |  |
| Değerlendirme5 (48.saat) |                     |  |                   |  |                    |  |
| Değerlendirme6 (72.saat) |                     |  |                   |  |                    |  |

### 5. Kas Kuvvet Ölçümü

|                       | Değerlendirme 1 | Değerlendirme 2 | Değerlendirme 3 | Değerlendirme 4 (24.saat) | Değerlendirme 5 (48.saat) | Değerlendirme 6 (72.saat) |
|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| M. Quadriceps Femoris |                 |                 |                 |                           |                           |                           |

| <b>Modifiye MRC Derecesi</b> | <b>Kuvvet Derecesi</b>                                       |
|------------------------------|--|
| <b>5</b>                     | Normal kuvvet.   |
| <b>5-</b>                    | Güçlü, zayıflık zorlukla tespit edilir.                      |
| <b>4+</b>                    | Kesin ama hafif zayıflık.                                    |
| <b>4</b>                     | Eklem yer çekimi ve bir miktar dirence karşı hareket eder.   |
| <b>4-</b>                    | Minimum direnç uygular.                                      |
| <b>3+</b>                    | Geçici direnç uygular ancak aniden düşer.                    |
| <b>3</b>                     | Yer çekimine karşı hareket eder.                             |
| <b>3-</b>                    | Yer çekimine karşı hareket eder ancak hareketi tamamlayamaz. |
| <b>2</b>                     | Yer çekimi ortadan kaldırılınca hareket mevcut.              |
| <b>1</b>                     | Hafif kontraksiyon.  |
| <b>0</b>                     | Kontraksiyon yok.  |

## ÖZGEÇMİŞ

**Adı Soyadı:** İbrahim BOSTAN

**Öğrenim Durumu:**

| Derece   | Bölüm/Program                 | Üniversite                    | Yıl  |
|----------|-------------------------------|-------------------------------|------|
| Lisans   | Fizyoterapi ve Rehabilitasyon | Dumlupınar Üniversitesi       | 2015 |
| Y.Lisans | Fizyoloji (Tıp)               | Süleyman Demirel Üniversitesi |      |

### BİLİMSEL AKTİVİTELER

#### **Kurs, Sempozyum, Kongre, Çalıştay, Toplantı, Konferans, Panel Katılımları**

1. II. Ulusal Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Öğrenci Kongresi, İzmir.
2. Çocuk Fizyoterapistleri Derneği; 3.Pediyatrik Rehabilitasyon Kongresi, Ankara.
3. Spina Bifida'lı Çocuklarda Ortopedik Tedavi ve Rehabilitasyon, Ankara.
4. Water Spesific Therapy – Halliwick Consept Aqua Therapy Course, İstanbul.
5. 1.Ulusal Hippoterapi Kongresi, Konya.
6. Prof. Hıfzı Özcan 7. Uluslararası Cerebral Palsy ve Gelişim Bozuklukları Kongresi, İstanbul.
7. **Bostan İ.**, Ak C., Adölesan Sağlıklı Bireylerde Gecikmiş Kas Ağrısının ve Masajın Etkisinin İncelenmesi. p735-736 Çankaya International Congress On Scientific Research April 10-12.2023, Ankara.