

# **Enstrümental Yardımlı Yumuşak Doku Mobilizasyonu ve Foam Roller'ın Gecikmiş Kas Ağrısı Üzerindeki Etkilerinin Karşılaştırılması**

**Erdoğan Çetintaş**

Lisansüstü Eğitim, Öğretim ve Araştırma Enstitüsüne Fizyoterapi ve  
Rehabilitasyon Yüksek Lisans Tezi olarak sunulmuştur.

Doğu Akdeniz Üniversitesi  
Şubat 2022  
Gazimağusa, Kuzey Kıbrıs

Lisansüstü Eğitim, Öğretim ve Araştırma Enstitüsü onayı

---

Prof. Dr. Ali Hakan Ulusoy  
L.E.Ö.A. Enstitüsü Müdürü

Bu tezin Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Yüksek Lisans derecesinin gerekleri doğrultusunda hazırlandığını onaylarım.

---

Doç. Dr. Berkiye Kırmızıgil  
Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölüm  
Başkanı

Bu tezi okuyup değerlendirdiğimizi, tezin nitelik bakımından Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Yüksek Lisans derecesinin gerekleri doğrultusunda hazırlandığını onaylarız.

---

Doç. Dr. Berkiye Kırmızıgil  
Tez Danışmanı

---

Değerlendirme Komitesi

1. Prof. Dr. Mehtap Malkoç

---

2. Doç. Dr. Ender Angın Eren

---

3. Doç. Dr. Berkiye Kırmızıgil

---

4. Yrd. Doç. Dr. Özge Çakır Topukçu

---

5. Yrd. Doç. Dr. Sevim Öksüz

---

## ÖZ

Bu çalışmanın amacı Enstrümental Yardımlı Yumuşak Doku Mobilizasyonu (EYYDM) ve Foam Roller'ın (FR) gecikmiş kas ağrısı, ödem, esneklik, patlayıcı kuvvet, dinamik denge ve kas kuvveti üzerine olan akut etkilerini incelemektir.

Çalışmaya orta veya yüksek şiddetli fiziksel aktivite düzeyine sahip 42 kişi katıldı. Katılımcılar FR (grup 1), EYYDM (grup 2) ve kontrol (grup 3) grubu olmak üzere 3 gruba ayrıldı. Fiziksel aktivite düzeyi Uluslararası Fiziksel Aktivite Anketi-Kısa Form (UFAA-KF), ağrı düzeyi vizüel analog skalası (VAS), ödem uyukluk çevre ölçümü, esneklik otur-uzan testi, patlayıcı kuvvet horizontal ve vertikal sıçrama, dinamik denge Y denge ve kas kuvveti izokinetik dinamometre ile değerlendirildi.

Çalışmamız sonucunda ağrı, esneklik, horizontal sıçrama ve dinamik denge parametrelerinde gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmedi ( $p>0,05$ ). EYYDM uygulamasının ödem ve ekstansör kas kuvveti parametrelerini 72. saatte kontrol grubuna oranla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde artırdığı tespit edildi ( $p<0,05$ ). EYYDM uygulamasının vertikal sıçrama yüksekliğini ön değerlendirmeye kıyasla anlamlı düzeyde artırdığı tespit edildi ( $p<0,05$ ).

Bu çalışmada vertikal sıçrama, ekstansör kas kuvveti ödem parametreleri haricindeki tüm parametrelerde EYYDM ve FR uygulamalarının zamana göre kontrol grubu ile istatistiksel olarak benzer etkilere sahip olduğu görüldü. Sadece EYYDM uygulaması yapılan bireylerin ön değerlendirme ile 72. saatin sonunda yapılan değerlendirme arasında vertical sıçrama değerlerinin yüksek olduğu görüldüğünden GKA sonrası EYYDM uygulamasının vertikal sıçrama yüksekliğini geliştirdiği sonucuna varıldı.

**Anahtar Kelimeler:** Gecikmiş Kas Ağrısı, Entrümental Yardımlı Yumuşak Doku Mobilizasyonu, Foam Roller, Performans, Kuvvet, Denge

## ABSTRACT

The aim of this study is to examine the acute effects of Instrument Assisted Soft Tissue Mobilization (IASTM) and Foam Roller (FR) on delayed onset muscle soreness, edema, flexibility, explosive power, dynamic balance and muscle strength.

42 people with moderate or high-intensity physical activity level participated in the study. Participants were divided into 3 groups as FR (Group 1), IASTM (Group 2) and Control (group 3). Physical activity level was evaluated with International Physical Activity Questionnaire - Short Form (IPAQ-SF), pain level with Visual Analog Scale (VAS), edema with thigh circumference measurement, flexibility with sit and reach test, explosive power with horizontal and vertical jump, dynamic balance with Y balance and muscle strength were evaluated with isokinetic dynamometer.

As a result of our study, no statistically significant difference was observed between the groups in the parameters of pain, flexibility, horizontal jump and dynamic balance ( $p>0,05$ ). It was determined that IASTM application statistically significant increased the edema and muscle strength more than the control group at 72. hour ( $p<0,05$ ). Also it was determined that IASTM application increased the vertical jump height compared to the baseline assesment significantly ( $p<0,05$ ).

In this study, it was observed that IASTM and FR applications had statistically similar effects with the control group according to time in all parameters except the vertical jump, edema and extensor muscle strength parameter. Since only the individuals in the IASTM group had higher vertical jump values at the 72nd hour compared to the pre-assesment, it was concluded that IASTM application developed vertical jump height after DOMS.

**Keywords:** Delayed Onset Muscle Soreness, Instrument Assisted Soft Tissue Mobilization, Foam Roller, Performance, Strength, Balance

## TEŞEKKÜR

Lisans ve yüksek lisans eğitim hayatım boyunca bilgisi, tecrübesi ve desteğiyle her zaman yanımda olan, yoluma ışık tutan, kişisel ve mesleki gelişimimde çok büyük katkısı olan danışman hocam Doç. Dr. Berkiye KIRMIZIGİL'e,

Fizyoterapist olma yolunda ilk adımımı atmamı sağlayan ve öğretim hayatım boyunca katkıda bulunan değerli hocam Prof. Dr. Mehtap MALKOÇ'a,

Eğitim ve öğrenimime katkı sağlayan tüm Doğu Akdeniz Üniversitesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü hocalarıma,

Tez çalışma sürecim boyunca manevi desteklerini her zaman hissettiğim başta Dr. Fzt. Ece MANİ, Dr. Fzt. Özde DEPRELİ, Uzm. Fzt. Göktuğ ER ve Uzm. Fzt. Betül Fatma BİLGİN olmak üzere tüm çalışma arkadaşlarıma,

Hayatım boyunca aldığım tüm kararları destekleyen, her daim sevgisini hissettiren, maddi ve manevi olarak her zaman yanımda olan, yolumu ışıkla dolduran babam Erkan ÇETİNTAŞ, annem Şengör ÇETİNTAŞ, ablam Şenay ÇETİNTAŞ ÇUVALCIOĞLU ve eşi Hüseyin ÇUVALCIOĞLU olmak üzere tüm aileme sonsuz sevgi ve saygılarımla teşekkürü bir borç bilirim.

# İÇİNDEKİLER

ÖZ .....	iii
ABSTRACT .....	v
TEŞEKKÜR .....	vii
KISALTMALAR .....	xi
TABLO LİSTESİ .....	xii
ŞEKİL LİSTESİ .....	xiii
1 GİRİŞ .....	1
1.1 Çalışma Hipotezleri.....	3
2 GENEL BİLGİLER .....	4
2.1 İskelet Kasları ve Fizyolojisi .....	4
2.1.1 İskelet Kasında Kasılma Mekanizması .....	6
2.2 Eksentrik Kasılma .....	7
2.2.1 Eksentrik Kasılma Fizyolojisi .....	8
2.2.2 Eksentrik Kasılmaya İnflamatuar Yanıt .....	10
2.3 Gecikmiş Kas Ağrısı .....	11
2.3.1 Gecikmiş Kas Ağrısı'na Etki Eden Mekanizmalar .....	12
2.3.2 Gecikmiş Kas Ağrısında Uygulanan Tedavi Yöntemleri.....	15
2.3.2.1 İlaç Tedavisi .....	15
2.3.2.2 Kompresyon .....	15
2.3.2.3 Masaj Uygulamaları .....	16
2.3.2.4 Elektroterapi Uygulamaları .....	16
2.3.2.5 Hiperbarik Oksijen Tedavisi .....	18
2.3.2.6 Germe Egzersizleri .....	18



2.3.2.7 Miyofasyal Gevşetme Yöntemleri .....	19
2.3.2.7.1 Entrümental Yardımlı Yumuşak Doku Mobilizasyonu	19
2.3.2.7.2 Foam Roller .....	21
2.3.3 Gecikmiş Kas Ağrısı Oluşturma Protokolleri.....	23
3 GEREÇ VE YÖNTEM .....	24
3.1 Bireyler .....	24
3.2 YÖNTEM .....	25
3.2.1 Değerlendirme Yöntemleri .....	28
3.2.1.1 Sosyodemografik Bilgiler .....	28
3.2.1.2 Fiziksel Aktivite Düzeyi .....	29
3.2.1.3 Esneklik Değerlendirmesi.....	29
3.2.1.4 Ağrı Değerlendirmesi .....	30
3.2.1.5 Ödem Değerlendirmesi .....	30
3.2.1.6 Patlayıcı Kuvvet Değerlendirmesi .....	31
3.2.1.6.1 Horizontal Sıçrama .....	31
3.2.1.6.2 Vertikal Sıçrama .....	32
3.2.1.7 İzokinetik Kuvvet Değerlendirmesi .....	33
3.2.1.8 Denge Değerlendirmesi.....	34
3.3 İstatistiksel Değerlendirme.....	35
4 BULGULAR .....	36
5 TARTIŞMA .....	56
6 SONUÇ VE ÖNERİLER.....	78
KAYNAKLAR .....	81
EKLER .....	112
Ek 1: Etik Kurul Onayı.....	113

Ek 2: Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu.....	114
Ek 3: Değerlendirme Formu.....	117

## KISALTMALAR

ATP	Adenozin Trifosfat
EHA	Eklem Hareket Açıklığı
FR	Foam Roller
GKA	Gecikmiş Kas Ağrısı
GTO	Golgi Tendon Organı
HBOT	Hiperbarik Oksijen Tedavisi
KKMG	Kendi Kendine Miyofasyal Gevşetme
MFG	Miyofasyal Gevşetme
VAS	Vizüel Analog Skalası
UFAA-KF	Uluslararası Fiziksel Aktivite Ölçeği- Kısa Form

## TABLO LİSTESİ

Tablo 1. Katılımcıların sosyodemografik özellikleri .....	36
Tablo 2. Katılımcıların yaş, antropometrik ölçüm, antrenman ve UFAA-KF skorlarının karşılaştırılması .....	37
Tablo 3. Katılımcıların gruplarına göre ağrı değerlerinin karşılaştırılması .....	40
Tablo 4. Katılımcıların gruplarına göre uyluk çevre ölçümü değerlerinin karşılaştırılması .....	43
Tablo 5. Katılımcıların gruplarına göre otur uzan testi değerlerinin karşılaştırılması .....	45
Tablo 6. Katılımcıların gruplarına göre sıçrama değerlerinin karşılaştırılması .....	47
Tablo 7. Katılımcıların gruplarına göre Y denge değerlerinin karşılaştırılması .....	50
Tablo 8. Katılımcıların gruplarına göre izokinetik kas kuvveti (60°/sn açısal hız) değerlerinin karşılaştırılması .....	54

## ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1. Enstrümental Yardımlı Yumuşak Doku Mobilizasyonu Araçları .....	21
Şekil 2. Foam Roller .....	22
Şekil 3. FR uygulaması .....	27
Şekil 4. EYYDM uygulaması .....	27
Şekil 5. Otur uzan testi .....	30
Şekil 6. Uyluk çevre ölçümü.....	31
Şekil 7. Horizontal sıçrama testi .....	32
Şekil 8. Vertikal sıçrama testi .....	33
Şekil 9. İzokinetik değerlendirme .....	34
Şekil 10. Y denge testi .....	35
Şekil 11. EYYDM, FR ve Kontrol grubu katılımcıların ağrı değerlerinin zamana göre değişimi.....	41
Şekil 12 . EYYDM, FR ve Kontrol grubu katılımcıların uyluk çevre ölçümü değerlerinin zamana göre değişimi .....	44
Şekil 13. EYYDM, FR ve Kontrol grubu katılımcıların otur-uzan değerlerinin zamana göre değişimi.....	46
Şekil 14. EYYDM, FR ve Kontrol grubu katılımcıların horizontal sıçrama değerlerinin zamana göre değişimi.....	48
Şekil 15. EYYDM, FR ve Kontrol grubu katılımcıların vertikal sıçrama değerlerinin zamana göre değişimi.....	48
Şekil 16. EYYDM, FR ve Kontrol grubu katılımcıların Y denge anterior değerlerinin zamana göre değişimi.....	51

Şekil 17. EYYDM, FR ve Kontrol grubu katılımcıların Y denge posterolateral değerlerinin zamana göre değişimi .....	51
Şekil 18. EYYDM, FR ve Kontrol grubu katılımcıların Y denge posteromedial değerlerinin zamana göre değişimi .....	52
Şekil 19. EYYDM, FR ve Kontrol grubu katılımcıların izokinetik 60°/sn ekstansör kas kuvveti değerlerinin zamana göre değişimi .....	55
Şekil 20. EYYDM, FR ve Kontrol grubu katılımcıların izokinetik 60°/sn fleksör kas kuvveti değerlerinin zamana göre değişimi .....	55

# Bölüm 1

## GİRİŞ

Yorucu, alışılmadık egzersiz ve/veya fiziksel aktivite sonrasında kaslarda ağrı meydana gelebilmektedir. Ağrı şikayetine ek olarak konnektif doku ve kas hasarına bağlı kas fonksiyonu, eklem yapısı ve mekaniğinde de değişimler gözlemlenebilir<sup>1</sup>. Yüksek şiddetli egzersiz veya fiziksel aktivite sonrası kas ağrısı genellikle gecikmiş kas ağrısı (GKA) olarak adlandırılır. Grade 1 kas straini olarak da adlandırılan GKA lokalize hassasiyet ve ağrı ile karakterizedir<sup>2</sup>. GKA tipik olarak yorucu bir egzersizin ardından 24 -72 saat arasında zirveye ulaşır, 5-7 gün arasında ise ortadan kaybolur<sup>4,5</sup>. GKA, eklem hareket açıklığının (EHA) azalmasına ve pik torkta azalmaya neden olarak atletik performansı da etkiler<sup>6</sup>. Sporcularda çok sık karşılaşılan bu durum atletik performansta azalma ve yarışmaya katılamama durumu ortaya çıkabilir. Bunların yanı sıra GKA sonrası eklem mekaniğinde bozulma ve kas fonksiyonlarında kayıp nedeniyle sporcuların yaralanma riskini de artırmaktadır<sup>7</sup>. Özellikle sporcularda GKA semptomlarının olabildiğince en kısa sürede ortadan kaldırılması gerekli olduğundan etkili yöntemlerle tedavisinin yapılması önemlidir<sup>8</sup>. Günümüze kadar, doğal iyileşme sürecinin hızlandırılması ve GKA semptomlarının azaltılması için birçok tedavi yöntemi araştırılmış ve geliştirilmiştir. Bu stratejiler arasında masaj<sup>9,10</sup>, egzersiz tedavileri<sup>11,12</sup>, transkutanöz elektrik stimülasyonu (TENS)<sup>14</sup>, ultrason<sup>14,15</sup>, germe egzersizleri<sup>16</sup>, anti-inflamatuar ve oral analjezik ilaç kullanımları yer almaktadır<sup>18,19</sup>.

Farklı popülasyonlarda yapılan çalışmalar; uygulanan tedavilerin, GKA üzerine genellikle minimal analjezik etkilerinin olduğunu göstermektedir<sup>8,14,17</sup>. Bazı

çalışmalarda ise uygulamaların kassal kuvvet ve esneklikte de iyileşmelere neden olduğu belirtilmektedir<sup>11,17</sup>. Son zamanlarda yukarıda sıralanan tedavi yöntemlerinin yanı sıra miyofasyal gevşetme yöntemleri de tedavi amacıyla kullanılmaya başlanmıştır<sup>20,21</sup>.

Miyofasyal gevşetme; ağrı ve limitasyona yol ačan somatik disfonksiyonu tedavi etmek için kullanılır. Kendi kendine miyofasyal gevşetme (KKMG) foam roller (FR) veya roller çubuğu kullanılarak uygulanır. FR; masaj ve kendi kendine masaj da dahil olmak üzere çok çeşitli terapi tekniklerini içermektedir. KKMĞ'nin etkisini göstermek için çalışmalar FR'nin EHA'yı artırma, kas ağrısını azaltma ve alt ekstremitte biyomekanik performansını etkilemesine odaklanmıştır. İlk etki toparlanma ve iyileşme ile ilişkiliyken, ikinci etki performans ile ilişkilidir. FR'nin esnekliği geliştirmekte de büyük etkiye sahip olduğu, bu etkinin tek bir FR seansı sonrasında dahi açığa çıkabileceği belirtilmektedir<sup>23,24</sup>.

Bir diğer miyofasyal gevşetme yöntemi ise Enstrümental Yardımlı Yumuşak Doku Mobilizasyonu (EYYDM) yöntemidir. EYYDM yumuşak dokuyu mobilize ederek; ağrıyı azaltmak, EHA'yı ve fonksiyonu artırmak için kullanılmaktadır. Yumuşak dokuyu mobilize etmek için kullanılan enstrümanlar spesifik tedaviye izin vermektedir. Aynı zamanda el üzerinde baskıyı azaltarak klinisyen için mekanik avantaj sağladığı da bilinmektedir. Güncel araştırmalar, EYYDM'nin eklem EHA'yı iyileştirebileceğini, ağrı algısını değiştirebileceğini ve lokal dolaşımı artırabileceğini göstermektedir<sup>7,26-30</sup>.

Literatürde FR ve EYYDM tekniklerinin GKA üzerine etkilerini araştıran çalışma sayısı çok azdır. Yapılan çalışmalarda her bir miyofasyal gevşetme (MFG) yönteminin alt ve üst ekstremitelerde GKA üzerine etkileri incelenmiştir<sup>26,75</sup>. Sağlıklı ve fiziksel olarak aktif bireylerde her iki tedavi yönteminin etkilerini araştıran ve



karşılaştıran sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır<sup>29,30</sup>. Bu nedenle çalışmamızın amacı EYYDM ve FR uygulamalarının, GKA ve fiziksel performans üzerinde zamana bağlı etkilerini incelemek ve karşılaştırmaktır.

## **1.1 Çalışmanın Hipotezleri**

**H01:** Sporcularda Enstrümental yardımcı yumuşak doku mobilizasyonu ile Foam Roller'in gecikmiş kas ağrısı üzerine etkileri benzerdir.

**H02:** Sporcularda Enstrümental yardımcı yumuşak doku mobilizasyonu ile Foam Roller'in esneklik üzerine etkileri benzerdir.

**H03:** Sporcularda Enstrümental yardımcı yumuşak doku mobilizasyonu ile Foam Roller'in patlayıcı kuvvet üzerine etkileri benzerdir.

**H04:** Sporcularda Enstrümental yardımcı yumuşak doku mobilizasyonu ile Foam Roller'in kas kuvveti üzerine etkileri benzerdir.

**H05:** Sporcularda Enstrümental yardımcı yumuşak doku mobilizasyonu ile Foam Roller'in ödem üzerine etkileri benzerdir.

**H06:** Sporcularda Enstrümental yardımcı yumuşak doku mobilizasyonu ile Foam Roller'in denge üzerine etkileri benzerdir.

## Bölüm 2

### GENEL BİLGİLER

#### 2.1 İskelet Kasları ve Fizyolojisi

İskelet kasları vücudumuzun yaklaşık olarak %40'ını oluşturmaktadır. İskelet kasları çapları 10-80 mikrometre arasında değişen ve çok sayıda lifin bir araya gelmesiyle oluşan yapılardır. Birçok iskelet kasında her bir lif kas boyunca uzanır ve kasın orta noktasında bulunan bir sinir aracılığıyla inerve edilir. İskelet kasları görünüşlerinden dolayı 'çizgili' kaslar olarak da adlandırılırlar. Bu görünümün nedeni ise miyofibrillerin içerisinde yer alan ve sarkomeri oluşturan aktin ve miyozin bantlarıdır<sup>31,32</sup>.

İskelet kasları istemli olarak çalışan kaslardır. Kas hücresi etrafında yer alan sarkolemmanın hücrenin iç kısmına doğru girintiler oluşturması ile transvers tübüller oluşmaktadır. Transvers tübüller sistemi hücre dışı ortam ile temas halinde olduğundan iyonların miyofibrilleri arasına ilerlemesine olanak sağlar. Miyofibrillerin çevresinde bulunan sarkolemma ise birçok kıvrım oluşturarak sarkoplazmik retikulumu oluşturur. Sarkolemma ile tübüller sistem, sarkoplazmik retikulum içerisinde bulunan kalsiyum iyonlarının hücre içerisine geçişini ve aksiyon potansiyelinin iletilmesine olanak sağlamaktadır. Kasların dış tabakasını epimisyum, kas demetlerinin çevresini perimisyum ve kas hücresinin çevresini endomisyum oluşturmaktadır. Tüm bunlar birleştiğinde ise kas demeti oluşur. Her kas lifi kasılabilen miyofibrillerden oluşmaktadır ve miyofibriller miyozin ve aktin içermektedir. Aktin ve miyozinler düzenli bir şekilde yerleşerek Z bandına tutunurlar ve iskelet kasının kasılmasında

görev yaparlar. Z bantları arasındaki bölüme ise sarkomer adı verilir ve kas kasılması sırasında boyu kısalarak kasılmanın gerçekleşmesini sağlar<sup>32</sup>.

İskelet kası içerisinde titin, desmin ve aktinin adı verilen kasılmayan yapısal proteinler bulunur. Titin miyozin filamentlerini Z bandına bağlamakla görevli, desmin Z bandını plazma membranına bağlarken, aktinin aktin proteinini Z bandına bağlamaktadır<sup>11,32</sup>.

Miyozin filamentleri miyozin moleküllerinin kuyruk bölümünden bağlanarak bipolar demetler oluşturulması ile ortaya çıkmaktadır. Kuyruk bölümleri birbirine bağlanarak filamentin gövdesini oluştururken baş kısımları hareketlidir ve aktin ile bağlanacak olan aktomyozin köprülerini oluştururlar. Miyozin başları; kalsiyum ve ATP hidrolizi ile birlikte aktinlere 90° açı ile bağlanırlar. Daha sonra 45° açığa gelerek aktini kendilerine doğru çekerler. Böylece aktinler miyozin üzerinde kaymış olur ki buna da Kayan Filamentler Teorisi denilmektedir. Troponin, aktin ve tropomyozin proteinleri ince I bandını oluştururlar. Aktin molekülü üzerinde, miyozin ile birleşerek köprü oluşturacak bir etkin alan vardır. İstirahat sırasında bu etkin alanlar tropomyozinle kapanırlar. Troponin tropomyozin üzerinde yer alır ve 3 farklı tipi vardır. Troponin I; aktine bağlanarak etkin noktalardan miyozin bağlanmasını inhibe eder. Troponin T; tropomyozine bağlanır. Troponin C; kalsiyuma bağlanmaktadır<sup>32</sup>.

Sarkomer içindeki pasif bir yapısal elementin ve özellikle yapısal protein titinin, eksentrik kasılmalarla artık kuvvet artışında kilit bir faktördür<sup>33</sup>. Titin şu anda bilinen en büyük protein olmakla birlikte kas hücrelerinin önemli bir yapısal bileşenidir. Titin, bir uca Z bandına ve diğer uca M çizgisine giren yarım sarkomeri kapsar ve I bandı bölgesinde yay benzeri özelliklere sahiptir<sup>34,35</sup>. Titinin pasif kuvveti sarkomerler ve kas uzunluğu ile doğrudan ilişkilidir, çapraz köprü kuvvetleri ile paraleldir, çapraz köprü kuvvetleri zayıfladığında güçlenir ve sarkomerlere stabilite

sağlar<sup>6,36,37</sup>. Aktin ve miyozin yerleşik rollerini koruyarak üç filamentli bir kasılma modeli önerilmiştir; ancak titin kalsiyumu bağlayan ve çapraz köprü bağlanması üzerine aktine bağlanan bir yay görevi görür<sup>14</sup>. Titinin belirli bölgelerine kalsiyum bağlanır ve sertliğini artırır<sup>33,36,37</sup>.

### **2.1.1 İskelet Kasında Kasılma Mekanizması**

İskelet kaslarında kasılma; motor sinirin uyarılmasıyla kas-sinir kavşağına gelen aksiyon potansiyeli sonucu oluşmaktadır. Sinir ucundan asetilkolin salınarak duyarlı reseptörler tarafından yakalanırlar. Kas liflerinde aksiyon potansiyeli ile birlikte depolarizasyon meydana gelir ve aksiyon potansiyeli kas membranı boyunca yayılarak T tübüllerine gelerek hücre içine yayılır. T tübülü ve çevresinde sarkoplazmik retikulum sisternasına ulaşır<sup>32</sup>.

Sarkomerlerin içerisinde bulunan aktin ve miyozinler mekanik stabilite sağlayan proteinler (titin vb.) yardımıyla hizalanır. Sarkomerler kasın aktif kuvvet üretiminin merkezi olarak da adlandırılabilirler. Birden fazla sarkomerin kasılmasıyla birlikte kasta hareket meydana gelir. Sarkomerler içerisindeki kuvvet üretimini tanımlayan hipoteze kayan filamentler hipotezi adı verilmektedir. Bu hipoteze göre aktin filamentleri miyozin filamentlerinin üzerine geçerek Z disklerini sarkomere çekerler ve H bantlarını daraltırlar. Bu kayma hareketinin sonrasında proteinler kısalmasa da her bir sarkomerin boyu kısalmış olmaktadır<sup>33,39</sup>.

Sarkomerlerin içerisinde her bir miyozin başı çapraz köprü oluşturarak yanındaki aktin filamentine bağlanmaktadır. Buna bağlı olarak sarkomerde açığa çıkan kuvvet miktarı eşzamanlı meydana gelen çapraz köprü miktarıyla doğru orantılıdır. Her bir sarkomerin maksimum çapraz köprüye sahip olduğu ve kuvvet potansiyelinin en fazla olduğu uzunluk dinlenme uzunluğudur. Kasın boyunun dinlenme uzunluğuna

oranla uzaması veya kısılması potansiyel çapraz köprü sayısını azaltacağından, açığa çıkan kuvvet miktarını da azaltmaktadır<sup>38-40</sup>.

## 2.2 Eksentrik Kasılma

Eksentrik kasılma; kasa uygulanan kuvvet kasın kendisi tarafından üretilen anlık kuvveti aştığında meydana gelir ve kas-tendon kompleksinin uzarken kasılmasına neden olur. Eksentrik kas kasılmaları günlük yaşam aktivitelerinin ve spor aktivitelerinin ayrılmaz bir parçasıdır. İskelet kasları; vücut ağırlığını yerçekimine karşı desteklemek, şok abzorbsiyonu sağlamak ve konsentrik kasılmalara hazırlık amacıyla yeniden enerji depolamak için eksentrik olarak kasılırlar<sup>41-43</sup>.

Eksentrik kontraksiyon sırasında enerji harcamasının azalmasıyla beraber kasın aktif olarak gerilmesi sırasında ve sonrasında kas kuvvetinde artış gözlenmektedir. Bu gerilme sırasında oluşan statik kuvvet izometrik kuvvete oranla daha fazladır. Eksentrik kontraksiyon enerji verimliliği ve hareket kontrolü açısından da önemli bir rol üstlenmektedir<sup>33-35</sup>.

Eksentrik kasılmalar, konsentrik kasılmalara oranla daha az motor ünite aktivasyonu gerektirmekte ve belirli bir kas kuvveti için daha az enerji ve oksijen tüketmektedir. Eksentrik egzersiz için gerekli olan metabolik ihtiyaç, konsentrik egzersiz için gerekli olandan yaklaşık dört kat daha düşüktür<sup>44</sup>.

Yukarıda bahsedilen avantajlara rağmen klinik koşullarda eksentrik eğitimin kullanılması, potansiyel istenmeyen etkilerin görülmesinden dolayı sıklıkla farklı görüşleri de beraberinde getirmiştir. Sağlıklı bir kasta; eksentrik kasılma, konsentrik ve izometrik kasılmalara oranla daha fazla kas hasarına ve olumsuz fonksiyonel sonuçlara neden olur. Ayrıca kasılma sırasında devreye giren lif sayısının azlığı ve yüksek kuvvet kombinasyonu kas liflerinde mekanik lezyonlara yol açar<sup>45-46</sup>. Literatürde bugüne kadar yayınlanan birçok histolojik çalışma mevcut olmakla birlikte

yüksek şiddetli veya alışılmamış eksentrik egzersiz sonrasında miyofibril yapısında bozulma ve nekroz ile birlikte yaygın Z-hattı akışı tanımlanmıştır<sup>47</sup>. Sarkomer düzensizliği ekstraselüler matriks ve sarkolemmadaki bozulmalar, mitokondriyal büyüme ve tübüler sistemin genişlemesi ve sarkoplazmik retikulumun dağılması ile ilişkilendirilmiştir<sup>48</sup>. Sarkolemmadaki bozulma; kreatin kinaz ve miyoglobinin ortaya çıkması veya albümin gibi normalde kas lifi içerisinde bulunmayan proteinlerin sitoplazmik birikimleri ile bağlantılı olabilmektedir<sup>48-49</sup>.

### **2.2.1 Eksentrik Kasılma Fizyolojisi**

Eksentrik kasılma sırasında kas içerisinde bulunan çapraz köprülerin bir tam döngüyü tamamlamadığı varsayılır. Çapraz köprüler aktine bağlı ve aktif durumda iken bekletilir, sonrasında ise zorlu bir şekilde kopartılır<sup>50</sup>. Bu durum eksentrik kasılma sırasında negatif mekanik iş açığa çıkarmaktadır. Eksentrik kasılma sırasında; meydana gelen çapraz köprüler, kas gevşemesi öncesinde bozulan aktin-miyozin bantları nedeniyle daha büyük kuvvetle ayrılır ve aktif olan motor ünitelerin her birinde gerilim meydana gelir<sup>8</sup>.

Konsentrik ve izometrik kasılmalara kıyasla eksentrik kas kasılmaları eşsiz özelliklere sahiptir. Belirli bir açısal hızda diğer kasılma türlerine kıyasla eksentrik kasılmalar sırasında daha fazla kuvvet üretilir<sup>42,43</sup>.

Eksentrik kasılma esnasında kas lifi veya miyofibril aktif olarak gerildiğinde kasta kuvvet açığa çıkar. Ortaya çıkan kuvvetin bir kısmı gerilme durduğu anda kaybolurken bir kısmı da kasta kalır. Bu artan kuvvet izometrik veya konsentrik bir kasılma sonrasında açığa çıkan kuvvetten fazladır. Artan kuvvet kasılma bitene kadar veya kas başlangıçtaki uzunluğuna dönene kadar saklanmaya devam eder<sup>51,52</sup>.

Bu artan enerji depolanmasını açıklamak için Huxley ve arkadaşları çapraz köprü modelini öne sürmüşlerdir. Çapraz köprülerin elastik özelliğe sahip oldukları ve

ortalama 10mm'ye kadar gerildiklerinde enerji depoladıkları bilinmektedir<sup>52</sup>. Fakat çapraz köprü esnekliği kas gerilmesi sırasında açığa çıkan enerjinin yalnızca %12'si kadarını açıklayabilmektedir<sup>54</sup>. Bu konuyla ilgili artan çalışmalar sonucunda eksentrik kas kasılması sırasında açığa çıkan yüksek enerjide titinin de rolü olabileceği öne sürülmüştür. Kas gerilmesi sırasında ve kas devre dışı kaldıktan saniyeler sonra titin aktivasyonu gözlenmektedir. Bu nedenle titinin kasın aktif gerilmesi esnasında kuvvet üretimine önemli bir katkı sağladığı görülmektedir<sup>55</sup>.

Buna ek olarak çapraz köprülerin titini aktin üzerine saran, titinin prolin-glutamat-valin-lizin bölgesinde elastik enerji depolayan olarak hizmet ettiği bir 'sarmal filament hipotezi' öne sürülmüştür<sup>37,56</sup>. Çapraz köprüler; ince filamentlerin döndürülmesi sonucunda A bandındaki kalın ve Z diskindeki ince filamentlere bağlı olan titinin üzerine sarılmaktadır. Titinin ince filamentler üzerine sarılması elastik potansiyel enerjiyi depolamakta ve 4 amino asitten oluşan PEVK'in (P: Prolin E: Glutamik asit, V: Valin, K: Lizin) uzunluğunu değiştirmektedir. Bu segmentin uzaması aktin ve miyozin filamentlerinin üst üste gelmesinden korunurken, dinlenme durumunda olan kaslar orta derecede gerildiğinde pasif gerilimdeki artışa eşlik eder<sup>57,58-60</sup>.

### ***Eksentrik Kasılmanın Yararlı etkileri***

Eksentrik kasılma kas dokusunda çeşitli bozulmalara ve zararlı etkilere sahip olmasına karşın birçok yararlı etkisi de literatürde yer almaktadır.

Eksentrik egzersiz sonrasında kas kuvvetinde hızlı kazanımlar meydana gelmektedir. Ayrıca kasın uzunluk-gerginlik ilişkisinin daha uzun kas uzunluklarına kaymasından dolayı straine bağlı kas yaralanmalarının önlenmesi sağlamakta, düşme riskini de azaltmaktadır. Bunların yanı sıra nöral adaptasyonu artırmaktadır. Sağlıkla

ilişkili parametrelere etkisi incelendiğinde ise yağların oksidasyonunu hızlandırmakta, insülin duyarlılığını artırmakta ve yağ kütlesini azaltmaktadır<sup>61</sup>.

Özetle bu yararlı etkiler atletik ve kassal performansta artış, mobilitenin gelişmesi, olumlu fizyolojik yanıtlar ve kas yaralanmalarının önlenmesi olarak genellenebilmektedir.

### **2.2.2 Eksentrik Kasılmaya İnflamatuar Yanıt**

Eksentrik egzersizin ardından inflamatuvar reaksiyonun gelişimi tartışılırken birçok çalışmada farklı tipte egzersizlerin ardından sistemik ve lokal inflamatuvar yanıtların açık kanıtları görülmüştür<sup>62-64</sup>. Lokal hasar oluşumuna neden olan egzersizi takip eden inflamasyon süreçleri kas hasarı, ağrı ve gecikmiş iyileşme ile ilişkisinden dolayı başlangıçta zararlı bir olay olarak kabul edilmiştir. Ancak günümüzde yapılan çalışmalarda inflamatuvar sürecin kasın egzersiz başlangıçlı kas ağrısının iyileşme süreci için çok önemli olduğunu belirtmektedirler<sup>18,65,66</sup>. İnflamasyon hasarlanan bölgedeki doku kalıntılarının uzaklaştırılmasını sağlamak ve kas hücrelerini aktive ederek kas onarımını desteklemektedir. Yapılan çalışmalar kas ile etkileşime giren çoklu bağışıklık hücre tiplerinin etkisine odaklanmakta ve bir eksentrik egzersizin ardından kas yenilenmesi için uydu hücrelerin önemli rolünü vurgulamaktadır<sup>48,67</sup>. Uydu hücreleri; kas liflerinin bazal membranı ile plazma arasında yer alan tek çekirdekli hücrelerdir ve iskelet kaslarının egzersiz veya yaralanma sonrasında gelişme, büyüme ve onarımında rol oynarlar<sup>68,69</sup>. Uydu hücre aktivitesi, aynı iş yükü altında olan konsentrik ve eksentrik egzersizlerin ardından kasılma tipine göre farklı şekilde etkilenir. Eksentrik egzersizden hemen sonra konsentrik egzersize oranla uydu hücrelerinin daha fazla çoğaldığı belirtilmiştir. Bu durum, egzersiz başlangıçlı kas ağrısının uydu hücre havuzunu aktive etmek için ana uyaran olduğunu düşündürmektedir<sup>66,70</sup>.



Eksentrik egzersiz sonrasında öncelikli olarak nötrofiller olmak üzere lökositlerin erken birikimi, egzersizden hemen sonra hasarlı kasın mikro kan damarlarında ve ayrıca perimisyumda gözlenir. Yapılan histolojik çalışmalar orta ve şiddetli egzersize bağlı kas ağrısı durumunda nötrofillerin kas içine sızdığını ve eksentrik egzersizden 1 ile 24 saat sonra hasarlı bölgede biriktiğini göstermiştir<sup>70</sup>.

### **2.3 Gecikmiş Kas Ağrısı (GKA)**

GKA tanımı ilk olarak 1902 yılında Theodore Hough ve ark. tarafından öne sürülmüştür. Hough, elde orta parmağın fleksör kasları için dirençli egzersiz uygulaması sonrasında kas ağrısı meydana geldiğini ve bu ağrının kas dokusunda meydana gelen strain sonucu oluşabileceğini belirtmiştir<sup>76</sup>. GKA, Hough tarafından **“egzersizden sonra (yaklaşık 8-10 saat sonra) hissedilen ve sadece yorgunluğa katkıda bulunmayıp başka etkilere yol açan sendrom”** olarak tanımlanmıştır<sup>34</sup>. Bu hipotez analiz yöntemlerinin yetersiz olmasından dolayı doğrulanmamıştır. Bu konuyla ilgili yapılan benzer çalışmalarda ise eksentrik kas kontraksiyonunun izometrik ve konsentrik kas kasılmalarına kıyasla GKA'ya daha duyarlı olduğu belirtilmiştir<sup>8,71</sup>.

GKA, alışılmamış fiziksel aktivite veya yüksek şiddetli eksentrik egzersiz sonrasında meydana gelen ağrıdır. Ağrının şiddeti ilk 24 saatte artmaya başlayıp 48-72. saatlerde pik noktasına ulaşır, takip eden 5. ve 7. günlerde ise tamamen ortadan kaybolur<sup>8,72-74,175</sup>.

Eksentrik kas kasılmaları, konsentrik kasılmalara göre kas ve bağ dokusunun yapısal bileşenlerinde daha fazla değişime neden olur ve böylelikle GKA konsentrik aktivite formlarından daha fazla eksentrik aktiviteler sonrasında oluştuğu görülür<sup>2</sup>. Bu yapısal bozulma; yıllar boyunca yapılan histolojik çalışmalar, elektron mikroskobu ile yapılan incelemeler ve serum enzim seviyeleri ile birlikte yeterli kanıtı sahiptir<sup>8</sup>.

Eksentrik kasılmalar daha az motor birimi harekete geçirmekle birlikte üretilen kuvveti kasın daha küçük bir kesit alanına dağıtır ve bunun sonucunda birim alan başına artan gerilim dokuda daha büyük hasara neden olur<sup>4,5</sup>.

Geçmişten günümüze kadar GKA oluşumuna katkı koyan etkenler üzerine araştırmalar yapılmış ve çeşitli mekanizmalar ortaya atılmıştır.

### **2.3.1 Gecikmiş Kas Ağrısına Etki Eden Mekanizmalar**

Spesifik olarak eksentrik kas kasılmalarına sahip egzersizler kısa süreli kas hasarına neden olur ve GKA'ya yol açar<sup>75</sup>. Genellikle ödem, EHA'da ve pik torkta azalmaya neden olur<sup>6</sup>. GKA'nın oluşumu ile ilgili olabilecek mekanizmaları inceleyen farklı teoriler öne sürülmüştür. Bunlar: kas spazmı, konnektif doku hasarı, laktik asit, inflamasyon, kas hasarı ve enzim akış teorileridir<sup>8,71</sup>.

#### ***i. Laktik Asit Teorisi***

Kas metabolizmasının bir yan ürünü olan laktik asit; ağrı ve kas hasarı ile bağlantılıdır<sup>7</sup>. Laktik asit teorisi; egzersiz sonrasında laktik asidin birikmeye devam etmesiyle ve metabolik atıkların zararlı uyarıcılara neden olmasıyla bağlantılı teoridir. Bu teoriye sebep olan iki nokta vardır; birincisi laktik asidin egzersizden 24 saat sonra egzersiz öncesi düzeye dönmesi, ikincisi ise konsentrik egzersiz sonrasında da benzer yanıtların gözlenmesidir<sup>35</sup>. Ancak eksentrik egzersizlerin diğer kas kasılma tiplerini içeren egzersizlere oranla daha düşük enerji gereksinimi olması ve daha düşük seviyede laktat üretimi gerçekleştirilmesi GKA ile bağlantısını sınırlamaktadır. Bu nedenle bu teori büyük oranda reddedilmektedir<sup>8</sup>.

#### ***ii. Kas Spazmı Teorisi***

Kas spazmı teorisi; eksentrik egzersizden sonra dinlenme esnasında kas kasılmalarındaki artış üzerine kurulmuştur. Dinlenme dönemindeki artışa bağlı olarak

kas motor ünitelerinde lokal kas spazmları oluşturmaktadır. Bu durumun ise ağrı ve damarlarda bölgesel iskemiye neden olduğu düşünülmektedir<sup>8-76</sup>.

### *iii. Konnektif Doku Hasarı Teorisi*

Konnektif doku hasarı teorisi; kas fibrillerini saran konnektif dokunun GKA üzerine etkisini inceleyen teoridir. Konnektif doku; hızlı kasılan kas liflerinin boyunun uzadığı egzersizlerde yaralanmaya daha açıktır ve bu yaralanmayı oluşturabilecek aşırı konnektif doku geriliminden kaynaklı ağrı oluşabilmektedir. Egzersizden sonra hidroksiprolin ve hidrolizin oluşumu bu teoriyi desteklemektedir<sup>42,43</sup>. Bu aminoasitler konnektif dokunun yapısına katılırlar ve aşırı kullanıma veya zorlamaya bağlı oluşan kas hasarının göstergesi olarak degradasyona uğrarlar. Bunun yanı sıra hem kollajen yapımı hem de kollajen yıkımı esnasında bu iki amino asidin salgılanması artar. Bu yüzden bu amino asitlerin üzerine kurulan konnektif doku hasarı teorisi belirsizliğini sürdürmektedir<sup>8,77</sup>.

### *iv. Kas Hasarı Teorisi*

Kas hasarı teorisi Theodore Hough tarafından ileriye sürülen GKA teorisini açıklamak için ileri sürülmüştür. Bu teori; eksentrik egzersiz sonrasında özellikle kasın 'Z' bantlarında bulunan miyofibrillerin hasarıyla karakterizedir. Bu mekanik bozulma ve hasar Tip II lifleri arasında artış göstermektedir. Bunun sonucunda kas tendon kavşakları, arteriyoller, bağ dokusu ve kapilerlerde bulunan nosiseptörler uyarılarak ağrı hissine yol açar ve GKA oluşumunu tetikler. Bu hasar ve yapısal elemanlardaki mekanik bozulma, özellikle en dar ve en zayıf 'Z' çizgisine sahip olan tip II lifler arasında artış gösterir. Sonuçta kas bağ dokusunda, arteriyoller, kapilerler ve kas-tendon kavşak bölgesinde yer alan nosiseptörler uyarılır ve ağrı hissine yol açarak GKA oluşumu tetiklenir<sup>7</sup>. Bu hasar sonrasında eksentrik kasılma sırasında uyarılan

motor ünite sayısı azalır ve ünite başına düşen gerilim azalır. Kas hasarı teorisi günümüzde GKA'yı açıklayabilen en olası mekanizma olarak kabul görmektedir<sup>8,78</sup>.

#### v. *İnflamasyon Teorisi*

İnflamasyon teorisine göre; kas liflerinde yaralanma sonrasında yağları ve proteinleri parçalayan proteolitik enzimler (elastaz vb.) bulunur ve bu enzimler konnektif doku ve fibrilleri parçalar. Ayrıca histaminler, bradikininler ve prostoglandinler hasarlı bölgede birikirler. Histaminler, yağları ve proteinleri parçalamak için nötrofil ve monositleri harekete geçirmektedir<sup>8,77</sup>. Bunlarla birlikte eksentrik kasılma sonrası kılcal damarlardaki genişleme ile beraber protein yönünden zengin sıvılar kasa kolayca geçerler. Eksentrik kas aktivitesi sonrası inflamatuvar hücre infiltrasyonu ve ödem formlarının oluşması bu teorinin en önemli iki kanıtıdır<sup>42</sup>. Sonuç olarak kas membranı bütünlüğünü kaybeder ve düşük şiddetli mekanik uyarılara hassas olan dördüncü grup sensör nöronlar aracılığı ile ağrı üretimi artar. Fakat günümüzde; yapılan çalışmalarda bu teorinin doğruluğu tartışma konusudur<sup>79,80</sup>.

#### vi. *Enzim Akış Teorisi*

Eksentrik egzersizin şiddeti hücre membran geçirgenliğini etkileyerek kas fibril yapısının bozulmasına sebep olabilir. Enzim akış teorisi; sarkoplazmik retikulum içerisinde bulunan kalsiyumun ( $Ca^{+2}$ ) hücre membranında oluşan hasara bağlı olarak kasta birikmesi ile devam eden süreçleri ileri sürer. Bu teoride, adenzin trifosfat (ATP) üretiminden sorumlu hücresel solunum mekanizmasının mitokondriyal düzeyde inhibe edildiği düşünülmektedir. Bununla birlikte  $Ca^{2+}$  iyonunun fosfolipaz ve proteazları aktive ettiği düşünülmektedir<sup>8,81</sup>. Bu iki enzimin aktivitesinin artması sonucunda ise Z-bandında kas proteinlerinin yıkımı hızlanmaktadır. Bu nedenle sinir ucunda uyarılar meydana gelerek ağrı hissiyatı oluşmaktadır<sup>8,78</sup>.

### **2.3.2 Gecikmiş Kas Ağrısında Uygulanan Tedavi Yöntemleri**

Özellikle sporcularda ve/veya rekreasyonel sporcularda GKA'nın hızlıca giderilmesi bir sonraki antrenman veya maçın yapılabilmesi için önemlidir. Bugüne kadar birçok araştırmacı GKA semptomlarını azaltmaya, kasların maksimum işlevlerine mümkün olduğunca en hızlı şekilde geri dönmelerine ve/veya ilk kas hasarının büyüklüğünü azaltmaya yönelik birçok tedavi yöntemi kullanmışlardır. Bu tedavi stratejileri arasında anti-inflamatuar ilaçlar, ultrason, tens, statik germe egzersizleri, daldırma banyoları, masaj uygulamaları, kompresyon teknikleri, hiperbarik oksijen ve egzersiz yer almaktadır<sup>8</sup>. Bunlara ek olarak çeşitli enstrümanlarla yapılan miyofasyal gevşetme yöntemleri de son zamanlarda popüler olarak kullanılmaya başlanmıştır. Enstrüman yardımlı yumuşak doku mobilizasyonları, foam rollerlar ve minik toplarla yapılan uygulamalar miyofasyal gevşetme yöntemlerinden bazılarıdır<sup>22,23</sup>.

#### **2.3.2.1 İlaç Tedavisi**

GKA tedavisinde uygulanan yöntemlerin biri de medikal tedavidir. Ancak literatürde, kullanılan anti-inflamatuar ilaçlar ile ilgili görüş farklılıkları mevcuttur. İnflamasyona bağlı bir ağrı varlığında nonsteroid anti-inflamatuar ilaçlar, inflamatuvar yanıtların azalmasını sağlayarak kas içerisinde basıncın düşürülmesini sağlamaktadırlar. Bununla birlikte bazen nonsteroid anti-inflamatuar ilaçlar inflamasyonla karışabilir ve hastalık etkisi de meydana getirebilmektedir. Yapılan çalışmalarda ilaç tedavilerinin GKA'da yararlı etkiye sahip olabilecekleri belirtilmiştir<sup>8,82,83</sup>.

#### **2.3.2.2 Kompresyon**

Kompresyon uygulaması özellikle vasküler patolojilerde kullanılmakla birlikte sporcularda GKA'yı önlemek için doku iyileşmesini ve performansı artırma amacıyla

kullanılmaktadır<sup>84,85</sup>. Kompresyon uygulaması sonucunda eksudanın azalmasına bağlı olarak ozmotik basıncın düşmesinin; inflamasyon yanıtını azaltarak ağrının azalmasına neden olduğu düşünülmektedir. Bu uygulamanın GKA üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmalarda gerek uygulama metodolojisi gerekse uygulama etkinliği hakkında fikir birliği sağlanamasa da kompresyon giysilerinin kas hasarının iyileşmesinde olumlu etkileri olduğu bildirilmektedir<sup>86-89</sup>.

### **2.3.2.3 Masaj Uygulamaları**

Geçmişten günümüze spor alanında kullanılan popüler uygulamalardan bir tanesi de masaj uygulamalarıdır. Klasik masaj kan akımını artırma, adezyonları giderme ve kas gerilimini azaltmada etkilidir. Ayrıca yumuşak doku esnekliğini ve hücre zarı geçirgenliğini de artırdığı bilinmektedir. Kan akışındaki artış ile birlikte kas içerisinde biriken toksik maddeler ve laktik asit uzaklaştırılmaktadır. Klasik masaj uygulaması prostoglandin üretimini azaltarak ve inflamasyonun azalmasıyla birlikte dolaylı yoldan GKA'yı azaltmaktadır<sup>90,91</sup>. Yapılan çalışmalarda masaj uygulamasının direkt olarak performansı artırdığına yönelik kanıtlar olmasa da GKA'yı azalttığına dair istatistiksel olarak anlamlı olan sonuçlar görülmektedir. Literatürde masajın GKA üzerindeki olumlu etkilerini bildiren çalışmaların yanı sıra<sup>90-92</sup> GKA'nın fizyolojik özellikleri üzerine etkisinin olmadığını öne süren bir çalışma da yer almaktadır<sup>93</sup>.

### **2.3.2.4 Elektroterapi Uygulamaları**

Elektroterapi uygulamaları; EHA kayıpları, ödem, ağrı, kas spazmı vb. semptomları azaltmak ve ortadan kaldırmak için kullanılmaktadırlar. Literatürde GKA etkilerini azaltmak için sıklıkla araştırılan elektroterapi uygulamalarının başında Transkütanöz Elektriksel Sinir Stimülasyonu (TENS) ve ultrason gelmektedir.

*i. Transkütanöz Elektriksel Sinir Stimülasyonu (TENS)*

Düşük frekanslı ve uzun atım süreli TENS uygulaması, ön hipofiz bezinden  $\beta$ -endorfin salınımına neden olmaktadır.  $\beta$ -Endorfin, prekürsör hormon olan propiomelanokortini kortikotropin ile paylaşır. Glukoneogenezi uyaran, glukoz kullanımını, protein sentezini, yağ asidi mobilizasyonunu destekleyen ve akut ve kronik inflamatuvar yanıtları baskılayan adrenal korteksten kortizolün sentezi ve salınımı ile sonuçlanmaktadır<sup>96</sup>. Yapılan çalışmalarda TENS uygulamasının GKA üzerinde olumlu etkileri olduğu ve ağrıyı azaltmaya yardımcı olduğu belirtilmiştir<sup>97,98</sup>.

*ii. Ultrason*

Ultrasonun kan akımını ve doku ısısını artırma özelliği ile inflamatuvar cevabı desteklediği bilinmektedir. Kesikli ultrason; ödem ve ağrı gibi inflamatuvar semptomları azaltmada, yumuşak doku yaralanmaları, skar doku oluşumu ve kas iskelet sistemi ağrıları gibi durumlarda iyileşme hızını artırdığından sıklıklı kullanılan bir elektroterapötik ajandır<sup>99</sup>.

Ultrason dalgalarının yumuşak dokuda absorbe edilmesinin bu dokularda salınımına neden olduğu öne sürülmektedir. Bu salınım sonrasında dokularda termal ve termal olmayan fizyolojik etkiler açığa çıkmaktadır. Devamlı ultrasona oranla daha az ısı etkisi ortaya çıkaran ve mikromasaj etkisine sahip olan kesikli ultrason; tendon, skar doku ve bağ dokunun elastikiyetini artırabilmektedir<sup>7,8</sup>. Literatüre bakıldığında devamlı ultrason uygulamasının olumlu etkilerini bildiren çalışmalar<sup>100-102</sup> olmasına karşın kesikli ultrason uygulamalarının etkili olmadığını gösteren çalışmalar da mevcuttur<sup>103,104,184</sup>. Bu nedenle ultrason uygulamasının GKA'yı önlemede etkileri hakkında fikir birliği bulunmamaktadır.

### 2.3.2.5 Hiperbarik Oksijen Tedavisi

Hiperbarik oksijen tedavisi (HBOT) bir kişinin tedavi odasının içinde deniz seviyesindeki basınçtan daha yüksek bir basınçta (yani >1 atm abs) aralıklı olarak %100 oksijen soluduğu bir tedavi yöntemidir. Bu tedavi yönteminde kan içerisindeki oksijen düzeyinin artması ile birlikte GKA semptomlarının iyileşme süresinin kısaldığı öne sürülmektedir. Bazı durumlarda HBOT birincil tedavi yöntemi iken, diğerlerinde cerrahi veya farmakolojik müdahalelere ektir<sup>93,105</sup>. Literatüre bakıldığında HBOT'nin GKA üzerine etkisini inceleyen çalışmalarda görüş ayrılıkları yaşanmaktadır. Yapılan bazı çalışmalarda GKA tedavisinde uygulanan HBOT'nin algılanan kas ağrısı ve ödem parametreleri üzerinde olumlu etkiye sahip olmadığı belirtilmiştir. Bu da HBOT tedavisinin GKA'den iyileşmeyi artırmadığını göstermiştir<sup>106,107</sup>. Bu ve benzeri çalışmaların aksine Staples ve ark.<sup>108</sup> yaptıkları çalışmada HBOT'nin GKA oluşumundan 96 saat sonrasına kadar üst ekstremitelerde ekstansör kaslarda GKA semptomlarının azaldığını bildirmişlerdir.

### 2.3.2.6 Germe Egzersizleri

Germe egzersizlerinin GKA üzerindeki etkilerini inceleyen bir çok çalışma genellikle statik germe egzersizleri üzerine yoğunlaşmaktadır<sup>111,112,113</sup>. Egzersizden önce ve sonra uygulanan statik germe egzersizleri; De Vries'in tanımladığı kas spazmı teorisinde belirttiği kas spazmını azalttığı düşünüldüğünden GKA'yı önleyici bir yöntem olduğu belirtilmektedir<sup>81</sup>.

Viskoelastik bir yapı belirli bir süre aynı gerilimde tutulduğunda zaman içerisinde uzunluğu artmaktadır. Bu yapı belirli bir uzunluğa getirilirse ve bu uzunlukta sabit olarak tutulursa zaman içerisinde gerilimi de azalacaktır. Bu özelliğin eksentrik egzersiz sonrasında fayda sağlayabileceği öne sürülmektedir. Kasın belirli bir uzunluğa gelmesi sırasında kuvvet üretimi azalmaktadır. Azalan kuvvet üretimi



sonucunda kas ve bağ dokusundaki hasar düzeyinin de azalabileceği belirtilmektedir. Kasta oluşan hasar da germe esnasında kritik gerilim düzeyinde olduğundan dolayı artan bu esneklik gerilime bağlı yaralanmayı önlemekte etkili olabilmektedir<sup>109</sup>.

Germenin GKA üzerine etkilerini inceleyen çalışmalarda; germe ile pasif dinlenme, buz uygulaması, aktif egzersiz ve masaj uygulamaları ile karşılaştırılmış ve egzersiz öncesi veya sonrası uygulanan germe egzersizlerinin GKA üzerinde anlamlı düzeyde olumlu etkilerinin olmadığı ve yapılan diğer uygulamalar ile etkilerinin benzer olduğu bildirilmiştir<sup>109,111-113</sup>.

### **2.3.2.7 Miyofasyal Gevşetme Yöntemleri**

#### **2.3.2.7.1 Enstrüman Yardımlı Yumuşak Doku Mobilizasyonu (EYYDM)**

Enstrüman yardımlı yumuşak doku mobilizasyonu yumuşak doku tedavisi için kullanılan bir miyofasyal gevşetme yöntemidir ve James Cyriax'ın belirttiği transvers fiksasyon masajının prensiplerine dayanmaktadır<sup>114</sup>. Genellikle paslanmaz çelikten yapılmış, kenarları eğimli ve konturları farklı vücut anatomik yapılarına uyum sağlayabilen ve daha derin penetrasyona izin veren aletler ile uygulanır. Yumuşak doku bozukluklarının tespiti ve tedavisinde kullanılır. Bu enstrümanlar, fasyal kısıtlamaları ve skar dokusunu etkili bir şekilde çözer. Bu aletlerin ergonomik tasarımı, klinisyenlere kısıtlamaları belirleme şansı sağlar ve klinisyenin etkilenen bölgeyi uygun miktarda basınçla tedavi etmesine olanak tanır. Kontrollü olarak gerçekleştirilen mikrotravmanın etkilenen yumuşak doku yapısında oluşumu, lokal inflamatuvar yanıtın uyarılmasına olanak sağlar. Mikrotravma, fibrozisin veya aşırı skar dokusunun yeniden emilimini başlatır ve etkilenen yumuşak doku yapılarının yeniden şekillenmesiyle sonuçlanan bir dizi iyileşme aktivitelerini kolaylaştırır. Ameliyat, immobilizasyon, tekrarlanan zorlanma veya diğer mekanizmalar sonucunda gelişmiş

olabilecek yumuşak doku içindeki yapışıklıklar parçalanır ve tam fonksiyonel restorasyonun gerçekleşmesi sağlanır<sup>115-117</sup>.

Yapılan çalışmalar, EYYDM'nin faydalarını hücresele düzeyde de ele almaktadır. Etkilenen dokulara mikrotravma etkisi ile başlatılan inflamatuvar yanıt, EYYDM uygulamasını takiben hücre dışı matriste bulunan ve yumuşak doku onarımı, yenilenmesi ve bakımını üstlenen en önemli hücre olarak kabul gören fibroblastların proliferasyonunda artış, artan kollajen sentezi, yumuşak doku olgunlaşması ve kollajen lif matrisinin yeniden şekillenmesi ile neden olur. Bu durum skar dokularının bozulmasına ve adezyonların iyileşmesine neden olmaktadır<sup>113,117,118</sup>.

Bunun yanı sıra EYYDM aletler tarafından cilt deformasyonu yoluyla mekanik duyarlı nöronları uyardığı için nörofizyolojik bir etkiye sahiptir. Mekanosensitif nöronlar, iki nokta ayırımından sorumlu mekanoreseptörler ve ağrı algısından sorumlu mekanik-nosiseptörleri içerir. Weiqing Ge tarafından yapılan bir araştırmada, EYYDM'nin büyük mekanoreseptör nöronların nöral aktivitesini değiştirdiğini öne sürülmüştür<sup>119</sup>. Yapılan çalışmalarda EYYDM'nin GKA üzerinde; mekanoreseptör stimülasyonu yoluyla gelişmiş lokal dokunsal duyuyu ve ağrıyı azalttığı yönünde sonuçlar görülmektedir. Ayrıca hafif basınçlı EYYDM uygulamasının nosiseptörlerin (küçük ağrı lifleri) aktivitesini modüle ettiğini öne sürmektedir. EYYDM sırasında uygulanan basıncın yumuşak dokuda iyileşme için ilk uyarıyı başlatabileceği bildirilmiştir<sup>28,120</sup>.

EYYDM, kan akışını artırarak yaralanan yumuşak dokuya verilen vasküler yanıtı etkiler. Bunlara ek olarak; EYYDM'nin tedavi edilen doku perfüzyonunda artışa neden olduğu ve arteriyal kan damarlarının oranını da artırdığı gözlemlenmiştir<sup>120,121</sup>.



Şekil 1. EYYDM Araçları (Graston teknik®)<sup>123</sup>

### 2.3.2.7.2 Foam Roller (FR)

Foam roller sert polipropilen maddeden yapılan ve yumuşak doku bozukluklarını tedavi etmeyi amaçlayan bir KKMĞ yöntemidir. Genellikle fiziksel aktivite veya yüksek şiddetli egzersiz sonrasında ağrının azaltılması, kas fonksiyonunun iyileştirilmesi, kassal performansı ve EHA'yı artırmak için kullanılmaktadır<sup>23,123,124</sup>.

Fasya, kollajen lif katmanlarından oluşan ve vücuttaki kasları ve organları çevreleyen bağ dokusudur. FR uygulamasından gelen basıncın fasyal dokuların özelliklerinde fiziksel değişikliğe neden olduğu öne sürülmüştür. En yaygın olarak önerilen mekanizmalar; fasyal adezyonları, sıvı akışını ve miyofasyal tetik noktalarını içerir. Fasyal adezyon modeli, normalde birbirine göre kayarak yapışmaya neden olan farklı fasya katmanları içerir. Daha sonra foam roller hareketi, dokuyu traksiyon altında tüm hareket açıklığı boyunca hareket ettirerek fasyal adezyonu serbest bırakır<sup>124,125</sup>. Sıvı akışı modeline göre, araştırmacılar FR'nin doku rehidrate olmadan mobilizasyona izin veren su içeriğindeki geçici değişiklikler yoluyla fasyal dokuların esnekliğini artırabileceğini öne sürmektedirler<sup>126</sup>. Miyofasyal tetik nokta modelinde

ise araştırmacılar tetik noktaları serbest bırakarak ve dokuya kan akışını artırarak fasyadaki inflamasyonu azalttığını göstermektedir<sup>124</sup>.

Literatürde geçmiş yıllara ait çalışmalardaki mekanizmalar ürütölmemiş olsa da bu tür bir yapısal değişikliğe neden olmak için gerekli baskı miktarının elde edilemez olacağı temelinde eleştirilmektedir. Bunun aksine, nörofizyolojik mekanizmalar KKMĞ'nin vücudun sinir sistemi üzerinde bir etkisi olduğunu öne sürmektedir<sup>124</sup>. KKMĞ iki farklı nörofizyolojik mekanizmayı içermektedir; golgi refleksi yayı ve mekanoreseptör modeli. Golgi refleksi yayı modeli KKMĞ ile gelen basıncın GTO'yu uyarak kas gerilimini azalttığını öne sürmektedir. Mekanoreseptör modeli, fasyada yaygın olarak bulunan ruffini ve pacini cisimciklerini benzer bir yol ile uyarmanı içerir ve sinir sistemini uyarak kas gerginliğinin azalmasına neden olur. Araştırmacılar KKMĞ ile uygulanan basıncın GTO'ları uyarman yerine, fasyal dokuda bulunan mekanoreseptörleri uyardığını öne sürmektedirler<sup>124,127,128</sup>. Stimölasyon, masaj terapilerine benzer şekilde, kas gerginliğini gidererek merkezi sinir sisteminin düzenlenmesine neden olur. Bu olaylar sonucunda FR uygulamaları esnasında yumuşak dokuda gevşeme meydana gelmektedir.<sup>127,129-131</sup>.



şekil 2. Foam roller

### **2.3.3 Gecikmiş Kas Ağrısı Oluşturma Protokolleri**

Literatürde yapılan çalışmalarda GKA oluşturmak için eksentrik kasılma içeren egzersizler veya aktiviteler kullanılmıştır. Bu aktiviteler veya egzersizler kullanılarak GKA oluşturmak için farklı protokoller geliştirilmiş ve etkinlikleri kanıtlanmıştır. Bu protokoller yüksek şiddetli eksentrik kas kasılmalarını içeren ve belirli tekrar sayıları, setler veya süreler kullanılarak uygulanmaktadırlar. GKA oluşturma protokollerinden en sık kullanılanları ise dirençli bisiklet ergometresi<sup>191,192</sup>, yokuş aşağı koşma<sup>189,190</sup>, drop jump (derinlik sıçraması)<sup>175</sup>, izokinetik dinamometre<sup>10,193</sup> veya squat egzersizleridir<sup>130</sup>.

## Bölüm 3

# GEREÇ VE YÖNTEM

### 3.1 Bireyler

Çalışmanın etik onayı Doğu Akdeniz Üniversitesi Sağlık Etik Alt Kurulu'ndan alındı. (Protokol numarası: ETK00-2021-0070, Tarih: 23.03.2021)

Çalışmanın örneklem büyüklüğü, çalışmada kullanılacak istatistiksel testler dikkate alınarak, G\*Power (versiyon 3.1.9.2) yazılımı ile hesaplandı. Naderi ve ark.'nın<sup>72</sup> (2020) yaptıkları çalışmada etki büyüklüğü 0.75 olarak belirlendi. Bu çalışma referans alınarak gruplar arası farkın tespiti için etki büyüklüğü değerinin 0.50 alınması uygun görülüp alındı. Çalışmada ANOVA tekrarlı ölçümler için (Faktörler arası tekrarlı ölçüm, ANOVA) gruplar arası farkın tespiti için 0,5 etki büyüklüğünde %95 güç için saptandı. Buna göre  $\alpha=0,05$  düzeyinde %95 ( $1-\beta=0.95$ ) power için gerekli olan örneklem büyüklüğü 42 kişi olarak belirlendi. Örneklem büyüklüğü olası çalışmaya devam edemeyecek bireyler de göz önüne alınarak %20 artırılarak 50 bireye çıkarıldı. Çalışmaya katılacak bireylerin belirlenmesinin ardından GraphPad-versiyon 8.4.3 yazılımı kullanılarak blok randomizasyon tekniği ile randomizasyon yapıldı ve katılımcılardan 3 grup oluşturuldu. Oluşturulan gruplar 1. Grup: FR, 2. Grup: EYYDM ve 3. Grup: Kontrol grubu olarak belirlendi.

***Dahil edilme kriterleri:***

1. 20-35 yaş arasında olmak
2. Erkek sporcu olmak
3. Haftada en az 2 kez antrene olmak ve
4. Son 30 gün içerisinde EYYDM veya FR uygulaması yapılmamış olmak
5. GKA ile ilgili farmakolojik veya konvansiyonel tedavi almamış olmak.

***Dışlanma kriterleri:***

1. EYYDM uygulamasında kullanılan ara maddeye alerjisi olması
2. Alkol ve besin takviyesi kullanmak
3. Son 6 ay içerisinde herhangi bir alt ekstremite yaralanması geçirmek
4. Ortopedik veya nörolojik hastalığa sahip olmak.

Çalışma öncesinde, Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti'nde yaşayan 50 kişi değerlendirilmeye alınıp çalışmaya dahil edilme kriterlerine uyan 45 kişi çalışmaya dahil edildi. Katılımcılar çalışmaya katılmadan önce çalışma hakkında sözel olarak bilgilendirilip ardından sözlü ve yazılı onamları alındı. Çalışma sırasında bireylerden 1 tanesi GKA protokolünden sonra yüksek şiddette kas ağrısı hissettiğinden dolayı çalışmaya devam etmedi. Bireylerden 2 tanesi ise çalışma saatlerinin uygun olmaması gerekçesiyle çalışmadan ayrılmak durumunda kaldı. Çalışma 42 kişi ile tamamlandı.

### **3.2 Yöntem**

Katılımcılara çalışmaya dahil edilmeden önce bireylerin aktivite seviyesini belirlemek için Uluslararası Fiziksel Aktivite Anketi-Kısa Form'u (UFAA-KF) uygulandı. Ardından sosyo-demografik bilgilerin alınması ve GKA oluşturma uygulamaları Doğu Akdeniz Üniversitesi, Sağlık bilimleri Fakültesi, Sporcu Sağlığı Ünitesi'nde 01.06.2021 – 20.01.2022 tarihleri arasında gerçekleştirildi. Çalışma süresince katılımcılar 5 farklı günde 5 kez üniteye davet edildi. 1. çağrılımda

katılımcılara araştırma hakkında bilgi verildi ve gönüllü onamları alındı. Ardından sosyodemografik bilgileri kaydedilip ön değerlendirmeler uygulandı. Ağrı değerlendirmesi, uyluk çevre ölçümü, Y denge testi, otur-uzan testi, horizontal sıçrama testi, vertikal sıçrama testi, kas kuvveti testleri yapıldı.

İlk günün (ön değerlendirme) ardından 48 saat sonra katılımcılar 2. kez üniteye davet edildi ve katılımcıların dominant alt ekstremitelerine bilgisayarlı izokinetik dinamometre ile GKA oluşturma protokolü uygulandı. GKA oluşturma protokolünü takibeden 30 dakika (dk) sonra EYYDM ve FR grubundaki bireylerin dominant alt ekstremitelerine gruplara uygun uygulamalar yapıldı. Kontrol grubundaki bireyler ise 30 dk bekletildi. Ardından 3 gruba da ağrı değerlendirmesi ve uyluk çevre ölçümü yapıldı. Katılımcılar GKA oluşturulmasından sonra, 24. (3. kez), 48. (4. kez) ve 72. saatlerde (5. kez) tekrardan üniteye davet edilip ağrı, uyluk çevre ölçümü, otur-uzan, horizontal ve vertikal sıçrama, izokinetik kas kuvveti ve Y denge testleri uygulandı.

#### ***FR ve EYYDM Gruplarına Uygulamalar:***

FR grubundaki bireylerin dominant alt ekstremitte quadriceps, hamstring ve gastrocnemius kaslarına sert yapılı FR ile her bir kasa 2 dk olacak şekilde toplamda 6 dk. uygulama yapıldı. Uygulamalar her bir kasa paralel ve ağrı hissedilmeyecek ancak orta-şiddetli rahatsızlık hissedilecek baskı şiddetinde (şiddet VAS'a göre 7/10) yapıldı. Her bir döngü 2 sn olacak şekilde uygulandı (Şekil 1).

EYYDM grubundaki bireylerin dominant alt ekstremitte quadriceps, hamstring ve gastrocnemius kaslarına Graston teknik® marka GT5 enstrümanı ile her kasa 2 dk olmak üzere toplam 6 dk EYYDM uygulaması yapıldı. Enstrüman kasa 45° açıyla, her döngü 2 sn olacak, sweep-fan-sweep vuruşlarını içerecek şekilde uygulandı (şekil 2).





Şekil 3. FR uygulaması



Şekil 4. EYYDM uygulaması

## **Geçikmiş Kas Ağrısı Oluşturma Protokolü**

GKA oluşturma protokolü Nikolaidis'in uyguladığı eksentrik kasılma protokolü kullanılarak oluşturuldu. İzokinetik dinamometrede 60°/sn açısal hızda, katılımcılar oturma pozisyonunda iken dominant alt ekstremitede diz fleksör ve ekstansör kaslarının eksentrik kasılma ile oluşturuldu. İzokinetik dinamometre cihazı her değerlendirme seansı öncesi kataloğuna uygun bir şekilde kalibre edildi. Katılımcıların dominant taraf kalça 90° fleksiyonda olacak şekilde oturmaları istendi. Ardından bu pozisyonda rahat olduklarını bildirdikten sonra diz üzerinden geçirilen bant ile diz bölgesi dinamometreye sabitlendi. Dinamometre aksı tibiaya paralel olacak şekilde ayarlandı ve ayak bileğinden bant yardımı ile sabitlendi. Her bir ölçüm öncesi uygulanacak açı katılımcının anatomik pozisyonuna uygun olarak belirlendi. Ardından belirlenen eksentrik eğitim açısında deneme amaçlı 3 tekrar uygulandı. Deneme seti uygulaması ardından katılımcılardan GKA oluşturmak için 5 set 15 tekrar eksentrik kontraksiyon yapmaları istendi. Setler arasında 2 dk dinlenme aralığı verildi<sup>10</sup>.

### **3.2.1 Değerlendirme Yöntemleri**

Katılımcılara uygulanan değerlendirme sonuçlarının etkilenmemesi için ilk değerlendirmeden son değerlendirmeye kadar geçen süre içerisinde herhangi bir anti-inflamatuar veya analjezik ilaç kullanmaması, uygulamanın yapıldığı bölgeye herhangi bir uygulama (masaj, germe veya buz v.b.) yapmamaları ve antrenman ve/veya fiziksel aktivitelerine ara vermeleri yönünde uyarı yapıldı.

#### **3.2.1.1 Sosyodemografik Bilgiler**

Katılımcıların yaş, boy, kilo değerleri, cinsiyet özellikleri, dominant tarafları, spor branşları, spor yaşları, antrenman süreleri, sigara ve alkol kullanımları ilk değerlendirildikleri günde kayıt altına alındı.

### **3.2.1.2 Fiziksel Aktivite Düzeyi**

Katılımcıların fiziksel aktivite düzeyi UFAA-KF kullanılarak değerlendirildi. UFAA-KF, 15-65 yaş aralığındaki bireylerin fiziksel aktivite düzeylerini belirlemek amacıyla geliştirilmiştir. UFAA'nın geçerlilik ve güvenilirlik çalışması Türkiye'de Öztürk ve ark.<sup>194</sup> tarafından 2005 yılında yapılmıştır. Toplam 7 sorudan oluşan UFAA-KF ile yürüme, orta şiddetli ve şiddetli aktiviteler ve bu aktivitelerin son 7 gün içerisinde kaç gün ve ne kadar süre (dk) yapıldığı bazal metabolik hıza karşılık gelen metabolik eşdeğer dakika (MET) değerine çevrilerek toplam fiziksel aktivite skoru (MET-dk/hafta) hesaplanmakta ve bir günlük oturma süresi sorgulanmaktadır. Fiziksel aktivite skoru yürüme, orta şiddetli aktivite, şiddetli aktivite skorlarının toplamı ile elde edilmektedir. Elde edilen sonuçlara göre olgular düşük (inaktif), orta (aktif) ve yüksek şiddetli (çok aktif) fiziksel aktivite düzeyi şeklinde sınıflandırılmaktadır. İnaktif (kategori 1) 600 MET-dk/ haftadan az skora sahip, minimal aktif (kategori 2) minimum 600 MET-dk/ hafta skora sahip ve çok aktif (kategori 3) Minimum 1500 MET-dk/haftayı sağlayan en az 3 gün şiddetli aktivite veya daha fazla veya minimum 3000 MET-dk/haftayı sağlayan 7 veya daha fazla gün yürüme, orta şiddetli veya şiddetli aktivitenin kombinasyonu olarak tanımlanmaktadır<sup>132</sup>.

### **3.2.1.3 Esneklik Değerlendirmesi**

Bireylerin esneklikleri otur-uzan testi ile değerlendirildi. Otur-uzan testi alt masası 35 cm uzunluğa, 45 cm genişliğe ve 32 cm yüksekliğe sahiptir. Üst masa ise 55 cm uzunluğunda, 45 cm genişliğinde ve 35 cm yüksekliğindedir. Üstteki masa bireyin ayaklarının temas edeceği yüzeyden 15 cm dışarıya taşmaktadır. Üst masa ölçüm yapılacağı yönden başlayarak 0-50 cm arası bölünmüştür. Katılımcılardan dominant alt ekstremitte düz, non-dominant alt ekstremitte kalça ve diz fleksiyonda olacak şekilde ve dominant alt ekstremitte ayak tabanı sehpaye tam temas edecek

şekilde yerde oturmaları istendi. Ardından bireylerden elleri üst üste olacak şekilde ileriye doğru yaylanmadan uzanmaları istendi. Test 3 kez tekrarlanılarak 3 tekrarın ortalaması kaydedildi<sup>3</sup>.



Şekil 5. Otur Uzan Testi

#### **3.2.1.4 Ağrı Değerlendirmesi**

Ağrı, VAS ile değerlendirildi. Katılımcılardan squat hareketi yapması istendi. Ardından aktif hareket sırasında dominant alt ekstremitede uyluk bölgesinde hissettikleri ağrıyı 0 ile 10 arasında; 0 ‘ağrı yok, 10 ‘dayanılmaz ağrı’, olacak şekilde puanlaması istendi<sup>175</sup>.

#### **3.2.1.5 Ödem Değerlendirmesi**

Dominant alt ekstremitte uyluk bölgesi ödeminin değerlendirilmesi için uyluk çevre ölçümü kullanıldı. Katılımcılar sırtüstü yatış pozisyonundayken, spina iliaca anterior superior’dan patellanın orta noktasına yerleştirilen mezuranın orta noktası belirlendi ve o noktadan çevre ölçümü yapıldı<sup>175</sup>.

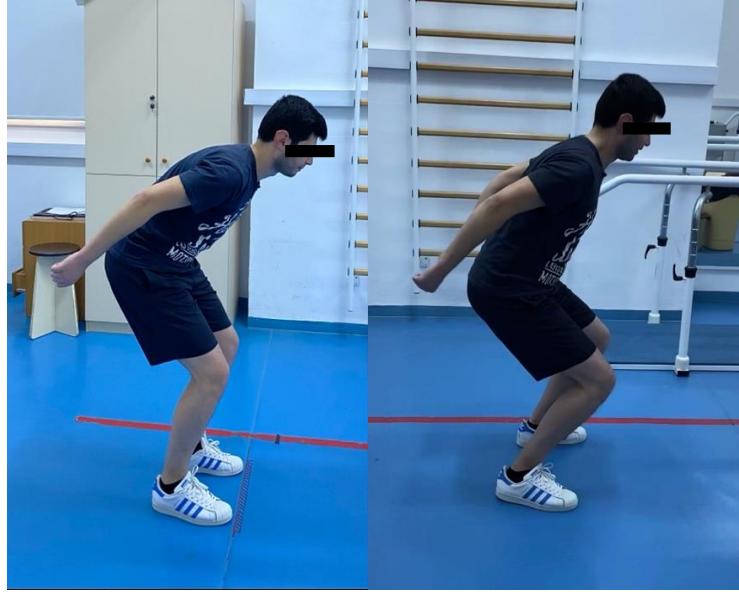


Şekil 6. Uyluk çevre ölçümü

### 3.2.1.6 Patlayıcı Kuvvet Değerlendirmesi:

#### 3.2.1.6.1 *Horizontal Sıçrama:*

Horizontal sıçrama mesafesini değerlendirmek için çift adım sıçrama testi kullanıldı. Test için katılımcılardan yerde yatay olarak yerleştirilen mezuranın sıçrama başlangıç noktasına gelmeleri istendi. Eller gövde yanında olacak şekilde pozisyonlandı. Ardından çömelme pozisyonuna geçerek ileriye doğru sıçramaları istendi. Test öncesi yapılan 3 deneme sıçraması sonrasında test uygulandı. Başlangıç noktası ile ayaklarının yerle temas ettiği nokta arasındaki mesafe mezura ile ölçülüp santimetre (cm) cinsinden kaydedildi. Test 3 kez tekrarlanıp en iyi değer kaydedildi<sup>175</sup>.



Şekil 7. Horizontal Sıçrama Testi

#### **3.2.1.6.2 Vertikal sıçrama:**

Vertikal sıçrama testi için kollar salınımında dikey sıçrama testi kullanıldı. Mezura duvara vertikal yönde sabitlendi. Katılımcıların gövdesi dominant taraf duvara yan olarak pozisyonlandı. Gövde dik pozisyonda iken duvar yanındaki kol duvara uzatıldı ve en uzun parmağın dokunduğu son nokta kaydedildi. Ardından kollar gövde yanında ve salınımında iken dikey yönde sıçrayarak duvar yanındaki eli ile erişebildiği en yüksek noktaya dokunması istendi ve bu değer işaretlendi. Mezura yardımı ile en uzun parmağın dokunduğu mesafe ile sıçrayarak dokunulan mesafe arasındaki fark cm cinsinden kaydedildi. Test 3 kez tekrarlanıp en iyi değer kaydedildi<sup>135</sup>.



Şekil 8. Vertikal Sıçrama Testi

### 3.2.1.7 İzokinetik Kuvvet Değerlendirmesi:

Katılımcıların kas kuvveti değerlendirilmesi izokinetik dinamometre (Cybex Humac Norm; Model:502140, seri no:2710, Computer Sports Medicine, Inc) kullanılarak dominant alt ekstremitede  $60^{\circ}/sn$  açısal hızda uygulandı ve pik tork değerleri kaydedildi. Katılımcılardan test öncesinde 5 dk hafif tempolu ısınma koşusu yapmaları istendi. Ardından izokinetik dinamometre koltuğunda oturma pozisyonunda diz ve kalça  $90^{\circ}$  fleksiyonda olacak şekilde pozisyonlandı. Katılımcılar elleri yandaki destek kollarını tutacak şekilde, gövde dik pozisyonunda ve koltuğa kemer yardımı ile sabitlenerek pozisyonlandı<sup>72</sup>. Diz ve ayak bileği kemer yardımı ile dinamometre üzerine sabitlendi. Katılımcılara yapılacak olan test ile ilgili ön bilgi verildikten sonra örnek hareket yapılarak dinamometre tarafından eklem hareket genişliği belirlendi. 3 deneme tekrarı yapıldıktan sonra 10 saniye (sn) dinlenme molası verildi. Dinleme molası ardından katılımcılardan maksimum kuvvet uygulayarak 5 tekrar test yapılması istendi ve bu değerler bilgisayar tarafından kaydedildi<sup>72</sup>.



Şekil 9. İzometrik kas kuvvet değerlendirmesi

### 3.2.1.8 Denge Değerlendirmesi

Bireylerin dinamik dengesi, Y denge testi ile dominant alt ekstremite için değerlendirildi. Test için düz zemin üzerine 3 adet mezura Y şeklinde sabitlendi. Katılımcıların dominant ayaklarını elleri belde sabitlenmiş, ayaklarının baş parmağı merkeze denk gelecek şekilde yerde pozisyonlamaları istendi. Katılımcıların non-dominant ekstremite ile anterior, postero-medial ve postero-lateral yönlere yer ile temas etmeden mümkün olduğunca ileriye uzanmaları istendi ve uzandığı mesafe cm cinsinden kaydedildi. Test öncesi her yöne bir tekrar deneme yapıldı ve test sırasında her 3 yöne uzanma 1 tekrar sayıldı. Test 3 kez uygulandı. Test sırasında katılımcıların dominant ayakları hareket etmişse veya non-dominant ayak yerle temas etmişse test başarısız kabul edilip tekrarlandı. Her yönde uzanılan mesafelerden en yüksek olanı o yöndeki test sonucu olarak kaydedildi<sup>13,51</sup>.





Şekil 10. Y denge değerlendirmesi

### 3.3 İstatistiksel Değerlendirme

Çalışma verilerinin istatistiksel analizinde Statistical Package for Social Sciences (SPSS) 25.0 programı kullanıldı. Katılımcıların dominant alt ekstremite, spor branşı ve sigara-alkol kullanımı özelliklerine göre dağılımı frekans analizi ile belirlenmiş olup, elde edilen bulgura dair çapraz tablolar verildi. Katılımcıların yaş, antropometrik ölçüm, antrenman ve UFAA-KF skorlarının karşılaştırılmasında veri setinin normal dağılım gösterme durumu Shapiro-Wilk testi ile yapıldı ve normal dağılım göstermediği belirlendi. Buna göre gruplar arası karşılaştırmada Kruskal-Wallis H testi, grup içi karşılaştırmalarda ise Freidman testi uygulandı. Katılımcıların gruplarına göre ağrı, uyukluk çevre ölçümü, otur uzan testi, horizontal ve vertikal sıçrama, Y denge testi ve izokinetik kas kuvveti değerlerindeki değişimlerin karşılaştırılmasında tekrarlı ölçümler için ANOVA testi kullanıldı.

## Bölüm 4

### BULGULAR

Katılımcıların sosyo-demografik bilgileri Tablo 1’de verildiği gibidir.

Tablo 1. Katılımcıların dominant alt ekstremite, spor branşı, sigara-alkol kullanımına göre dağılımları.

	EYYDM		FR		Kontrol		Toplam	
	n	%	n	%	n	%	n	%
<b>Dominant ekstremite</b>								
Sağ	11	78,57	10	66,67	11	84,62	32	76,19
Sol	3	21,43	5	33,33	2	15,38	10	23,81
<b>Spor branşı</b>								
Futbol	3	21,43	9	60,00	7	53,85	19	45,24
Fitness	5	35,71	5	33,33	5	38,46	15	35,71
Amerikan futbolu	4	28,57	0	0,00	1	7,69	5	11,90
Voleybol	2	14,29	1	6,67	0	0,00	3	7,14
<b>Sigara kullanımı</b>								
Var	2	14,29	3	20,00	1	7,69	6	14,29
Yok	12	85,71	12	80,00	12	92,31	36	85,71
<b>Alkol kullanımı</b>								
Var	6	42,86	4	26,67	5	38,46	15	35,71
Yok	8	57,14	11	73,33	8	61,54	27	64,29

Güplara göre katılımcıların yaş, antropometrik ölçüm, antrenman ve UFAA-KF skorları Tablo 2’de verildiği gibidir. Tablo 2’ye göre EYYDM, FR ve kontrol grubu katılımcıların yaş, beden kütle indeksi, spor yaşı, antrenman süresi, haftalık antrenman sayısı, UFAA-KF skorları benzerdir ( $p>0,05$ ). Çalışmaya katılan tüm bireylerin UFAA-KF skorlarına göre yüksek şiddetli fiziksel aktivite seviyesine sahip oldukları belirlendi.

Tablo 2. Katılımcıların yaş, beden kütle indeksi, spor yaşı, antrenman süresi, haftalık antrenman sayısı, UFAA-KF skorları karşılaştırılması.

	<b>Grup</b>	<b>n</b>	$\bar{x}$	<b>s</b>	<b>M</b>	<b>SO</b>	<b>X<sup>2</sup></b>	<b>p</b>
<b>Yaş (yıl)</b>	EYYDM	1 4	23,36	3,39	22,50	21,75	0,249	0,883
	FR	1 5	22,87	2,92	21,00	20,33		
	Kontrol	1 3	24,08	4,86	21,00	22,58		
<b>Beden Kütle İndeksi (kg/m<sup>2</sup>)</b>	EYYDM	1 4	24,42	6,69	24,90	25,00	1,736	0,420
	FR	1 5	24,18	1,60	24,37	19,40		
	Kontrol	1 3	24,16	2,06	24,56	20,15		
<b>Spor yaşı (yıl)</b>	EYYDM	1 4	10,21	5,71	10,00	22,86	0,310	0,857
	FR	1 5	8,80	4,60	8,00	20,33		

	Kontrol	1 3	9,62	6,12	9,00	21,38		
	EYYDM	1 4	1,64	0,50	2,00	20,00	0,555	0,758
<b>Antreman süresi (saat)</b>	FR	1 5	1,73	0,46	2,00	21,90		
	Kontrol	1 3	1,77	0,44	2,00	22,65		
	EYYDM	1 4	4,79	0,89	5,00	22,96	0,656	0,720
<b>Haftalık antreman sayısı</b>	FR	1 5	4,53	0,99	4,00	19,60		
	Kontrol	1 3	4,77	1,01	5,00	22,12		
<b>Uluslararası Fiziksel Aktivite Anketi-Kısa Form (MET değeri)</b>	EYYDM	1 4	4736,9	2155,6	4586,0		19,50	0,559
	FR	1 5	5190,6	2146,4	5013,0		22,53	
	Kontrol	1 3	5918,0	3532,1	4400,0		22,46	

Kruskal-Wallis H test, x: Ortalama Değer s: Standart Sapma, p<0,05

Katılımcıların ağrı düzeylerindeki değişim Tablo 3'te verildiği gibidir. Grup gözetmeksizin katılımcıların ağrı değerlerinin zamanla anlamlı düzeyde değiştiği tespit edildi (p<0,05). Tek başına gruplara ilişkin karşılaştırmalarda anlamlı farkların

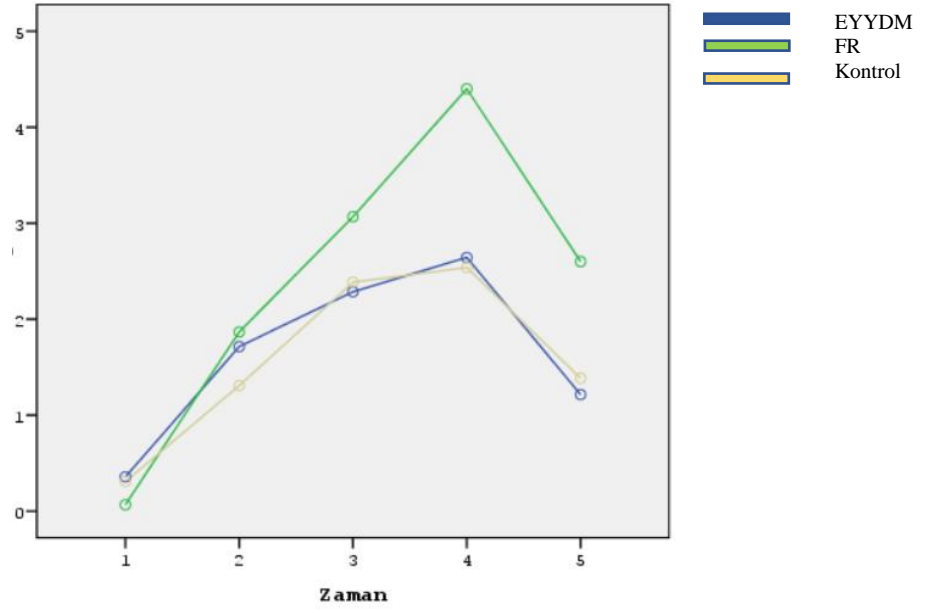
olmadığı ( $p>0,05$ ) ve zaman\*grup etkileşiminin de istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olmadığı tespit edildi ( $p>0,05$ ). Tüm gruplarda ağrı 48. saate kadar arttı, 72. saatte azaldı.

Ağrı değerlendirmesi sonucunda hem FR hem de EYYDM grubunda GKA oluşumu sonrası 30. dk, 24. ve 48. saatlerde anlamlı artış gözlemlendi ( $p<0,05$ ). Ayrıca FR grubunda GKA sonrası 30. dk ile 48. saatler arasında anlamlı artış gözlenirken ( $p<0,05$ ) kontrol grubunda ön değerlendirme ile 24. ve 48. saatler arasında anlamlı artış gözlemlendi ( $p<0,05$ ). Tüm gruplarda 72. saatteki ağrı şiddeti ön değerlendirme sonuçları ile benzerdir ( $p>0,05$ )

Tablo 3. Katılımcıların gruplarına göre ağrı değerlerinin karşılaştırılması.

Grup	Ön Değerlendirme (1)	GKA	GKA	GKA	GKA	P	Fark
		Oluşumu Sonrası 30. Dk (2)	Oluşumu Sonrası 24. Saat (3)	Oluşumu Sonrası 48. Saat (4)	Oluşumu Sonrası 72. Saat (5)		
EYYDM	0,36±0,63	1,71±1,07	2,29±1,33	2,64±1,78	1,21±0,97	<b>0,000*</b>	1-2,1-3,1-4
FR	0,07±0,26	1,87±1,46	3,07±1,98	4,4±3	2,6±1,96	<b>0,000*</b>	1-2,1-3,1-4,2-4
Kontrol	0,31±1,11	1,31±1,18	2,38±1,5	2,54±1,61	1,38±1,45	<b>0,000*</b>	1-3,1-4
<b>Ağrı</b>	<b>p<sub>2</sub></b>	0,203	0,436	0,625	0,208	0,119	
	Zaman	F:34,20	<b>p:0,000*</b>	Eta <sup>2</sup> :0,466			
	Grup	F:2,169	p:0,067	Eta <sup>2</sup> :0,261			
	Zaman*Grup	F:2,660	p:0,099	Eta <sup>2</sup> :0,112			

İki Yönlü ANOVA test, EYYDM: Enstrüman Yardımlı Yumuşak Doku Mobilizasyonu, FR: Foam Roller, F: Anova, Eta<sup>2</sup>: Etki Büyüklüğü, p<0,05, P: Grup içi fark. P<sub>2</sub>: Gruplar arası fark



Şekil 11. EYYDM, FR ve Kontrol grubu katılımcıların ağrı değerlerinin zamana göre değişimi.

Katılımcıların uyluk çevre ölçümü sonuçları Tablo 4’te verildiği gibidir. Tablo 4 incelendiğinde grup gözetmeksizin EYYDM, FR ve kontrol grubunda yer alan katılımcıların uyluk çevre ölçümü değerlerinin zamanla anlamlı düzeyde arttığı saptandı ( $p < 0,05$ ). Tek başına gruplara ilişkin karşılaştırmalar incelendiğinde, EYYDM grubunda katılımcıların GKA sonrası 72. saatte uyluk çevre ölçümü değerlerinin kontrol grubu katılımcılara göre anlamlı düzeyde yüksek olduğu tespit edildi ( $p < 0,05$ ) fakat ön değerlendirme ile 72. saat arasında gruplar arası anlamlı fark gözlenmedi ( $p > 0,05$ ). Zaman\*grup etkileşiminin ise istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olmadığı tespit edilmiştir ( $p > 0,05$ ).

Uyluk çevre ölçümü değerlendirmesi sonucunda EYYDM grubunda GKA oluşumu sonrası 30. dk, 24. ve 48. saatlerde anlamlı artış ve 24. ile 72. saatler arasında anlamlı azalma gözlemlendi ( $p < 0,05$ ). FR grubunda GKA oluşumu sonrası 30. dk ve 24. saatler arası anlamlı artış, 48. saat arası azalma gözlemlendi ( $p < 0,05$ ). Ayrıca 24. ile 72. saatler ve 48. ile 72. saatler arasında anlamlı azalma gözlemlendi ( $p < 0,05$ ). Kontrol

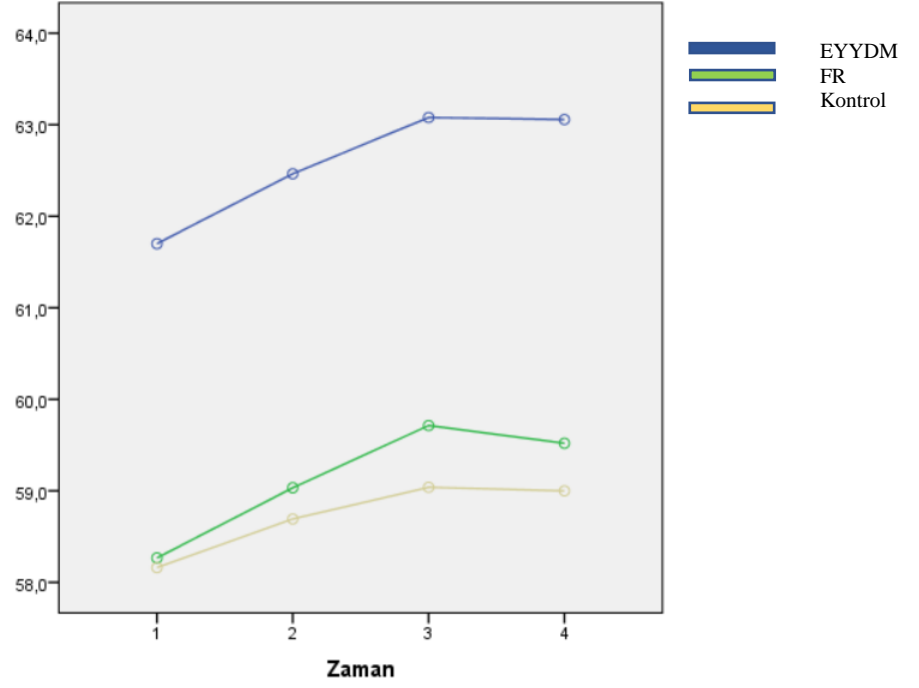
grubunda ise 24. ve 48. saatler arasında anlamlı artış, 24. saat ile 72. saat ve 48. ile 72. saat arasında anlamlı azalma gözlemlendi ( $p<0,05$ ). Tüm gruplarda 72. saatteki ödem miktarı ön değerlendirme sonuçları ile benzerdir ( $p>0,05$ ).



Tablo 4. Katılımcıların gruplarına göre uyluk çevre ölçümü değerlerinin karşılaştırılması.

Grup	Ön Değerlendirme (1)	GKA	GKA	GKA	GKA Oluşumu Sonrası 72. Saat (5)	P	Fark
		Oluşumu Sonrası 30. Dk (2)	Oluşumu Sonrası 24. Saat (3)	Oluşumu Sonrası 48. Saat (4)			
EYYDM	61,7±4,89	62,46±4,94	63,08±5,06	63,06±5,19	62,46±5,10	<b>0,000*</b>	1-2,1-3,1-4,3-5
FR	58,27±1,98	59,03±2,15	59,71±2,5	59,52±2,71	58,83±2,44	<b>0,000*</b>	1-2,1-3,1-4,3-5,4-5
Kontrol	58,16±3,99	58,69±3,99	59,04±3,73	59±3,82	58,36±3,78	<b>0,000*</b>	1-3,1-4,3-5,4-5
<b>Uyluk</b>	<b>p<sub>2</sub></b>	0,060	0,083	0,071	0,054	<b>0,030</b>	
<b>Çevre</b>	<b>Fark</b>				EYYDM-		
<b>Ölçümü</b>					Kontrol		
Zaman	F:39,419	<b>p:0,000*</b>	Eta <sup>2</sup> :0,503				
Grup	F:4,282	<b>p:0,021*</b>	Eta <sup>2</sup> :0,180				
Zaman*Grup	F:0,954	p:0,476	Eta <sup>2</sup> :0,047				

İki Yönlü ANOVA test, EYYDM: Enstrüman Yardımlı Yumuşak Doku Mobilizasyonu, FR: Foam Roller, F: Anova, Eta<sup>2</sup>: Etki Büyüklüğü, p<0,05, P: Grup içi fark. P<sub>2</sub>: Gruplar arası fark.



Şekil 12. EYYDM, FR ve Kontrol grubu katılımcıların uyluk çevre ölçümü değerlerinin zamana göre değişimi Şekil 4’te verildiği gibidir.

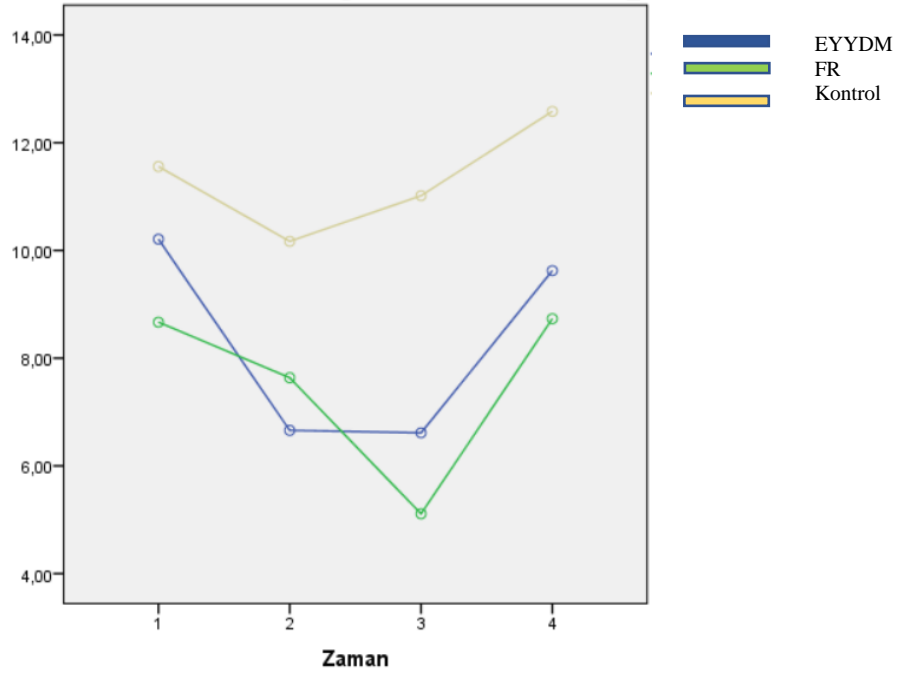
Katılımcıların otur-uzan testi sonuçları Tablo 5’te verildiği gibidir. EYYDM, FR ve kontrol grubu katılımcıların otur uzan testi değerlerinin zamana göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde değiştiği tespit edildi ( $p < 0,05$ ). Tek başına gruplara göre otur uzan testi değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklı olmadığı saptandı ( $p > 0,05$ ). Zaman\*grup etkileşiminde de istatistiksel açıdan anlamlı bir fark olmadığı görüldü ( $p > 0,05$ ).

Otur uzan testi sonucunda EYYDM grubunda ön değerlendirmeyle 24. saat arasında anlamlı azalma ve 48. ile 72. saatler arasında anlamlı artış gözlemlendi ( $p < 0,05$ ). FR grubunda 48. ve 72. saatler arasında anlamlı artış gözlemlendi ( $p < 0,05$ ). Kontrol grubunda ise 24. ve 72. saatler arasında ve 48. ile 72. saatler arasında anlamlı artış gözlemlendi ( $p < 0,05$ ).

Tablo 5. Katılımcıların gruplarına göre otur uzan testi değerlerinin karşılaştırılması.

Grup	Ön Değerlendirme (1)	GKA	GKA	GKA	p	Fark
		Oluşumu Sonrası 24. saat (2)	Oluşumu Sonrası 48. saat (3)	Oluşumu Sonrası 72. saat (4)		
EYYDM	10,21±5,85	6,66±6,5	6,61±6,18	9,63±5,36	<b>0,000*</b>	1-2,2-4
FR	8,67±9,72	7,64±9,33	5,11±9,89	8,73±9,57	0,024	3-4
<b>Otur</b> <b>uzan</b> <b>testi</b>	Kontrol p <sub>2</sub> Zaman Grup Zaman*Grup	11,56±8,21 0,660 F:15,494 F:0,919 F:2,39	10,17±7,76 0,570 <b>p:0,000*</b> p:0,407 p:0,054	11,02±7,51 0,059 Eta <sup>2</sup> :0,284 Eta <sup>2</sup> :0,045 Eta <sup>2</sup> :0,109	<b>0,00*</b>	2-4,3-4

İki Yönlü ANOVA test, EYYDM: Enstrüman Yardımlı Yumuşak Doku Mobilizasyonu, FR: Foam Roller, F: Anova, Eta<sup>2</sup>: Etki Büyüklüğü, p<0,05, P: Grup içi fark. P<sub>2</sub>: Gruplar arası fark.



Şekil 13. EYYDM, FR ve Kontrol grubu katılımcıların otur uzan testi değerlerinin zamana göre değişimi.

Katılımcıların horizontal sıçrama ve vertikal sıçrama değerleri Tablo 6'da verildiği gibidir. EYYDM, FR ve kontrol grubu katılımcıların horizontal sıçrama değerlerinin zamana göre anlamlı düzeyde değiştiği tespit edildi ( $p<0,05$ ) Gruplara göre farkların istatistiksel olarak anlamlı olmadığı ( $p>0,05$ ) ve zaman\*grup etkileşiminin de istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklı olmadığı saptandı ( $p>0,05$ ).

Horizontal sıçrama testi sonucunda FR grubunda ön değerlendirme ile 48. saat arasında anlamlı azalma ve 48 ile 72. saatler arasında anlamlı artış gözlemlendi ( $p<0,05$ ).

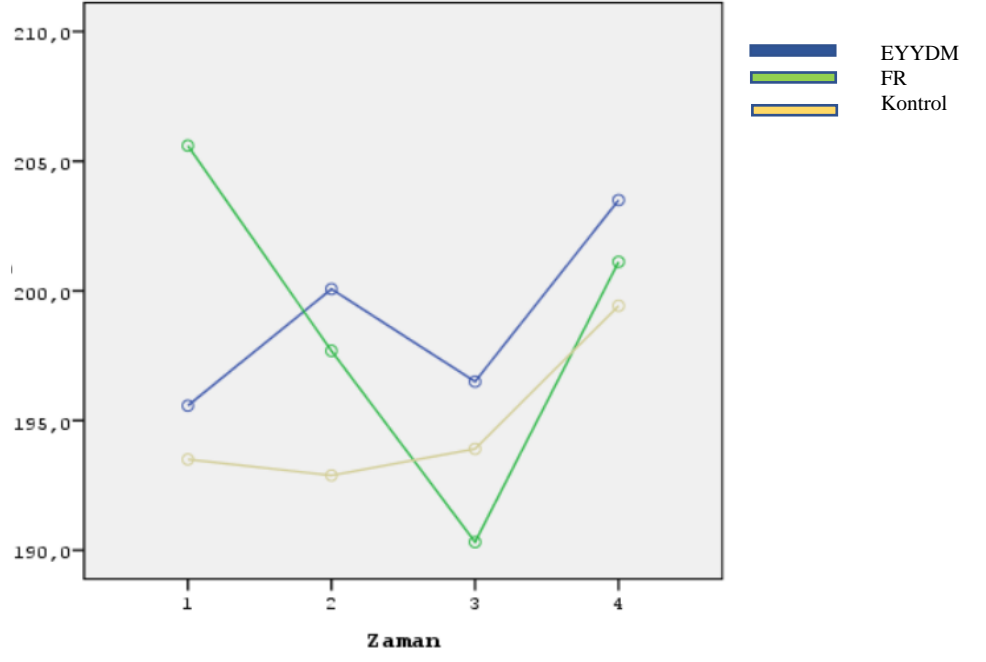
Araştırmaya katılan EYYDM, FR ve kontrol grubu katılımcıların grup vertikal sıçrama değerlerinin zamana göre anlamlı düzeyde değiştiği tespit edildi ( $p<0,05$ ). Gruplara göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farkların olmadığı belirlendi ( $p>0,05$ ). Zaman\*grup etkileşiminin istatistiksel açıdan anlamlı olduğu ve EYYDM grubu katılımcıların vertikal sıçrama değerlerindeki artış miktarının fazla olduğu saptandı ( $p<0,05$ )

Vertikal sıçrama testi sonucunda FR ve kontrol gruplarında 24. ile 72. saatler ve 48. ile 72. saatler arasında anlamlı artış gözlemlendi ( $p<0,05$ ). EYYDM grubunda ise ön değerlendirme ile 72. saat ve 48. ile 72. saat arasında anlamlı artış gözlemlendi ( $p<0,05$ ).

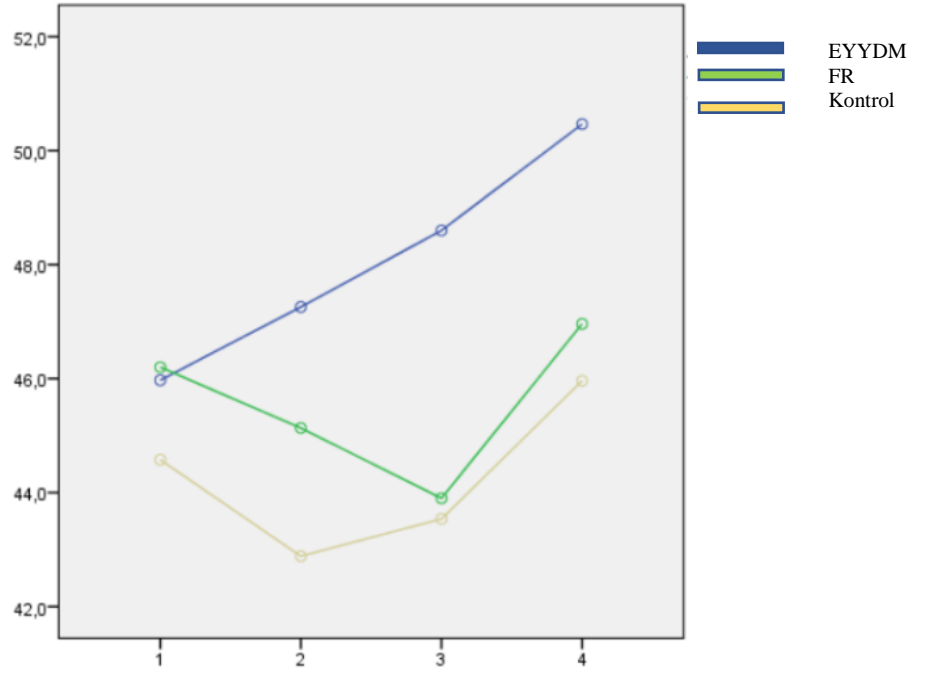
Tablo 6. Katılımcıların gruplarına göre sıçrama değerlerinin karşılaştırılması.

Grup	GKA		GKA		p	Fark
	Ön Değerlendirme (1)	Oluşumu Sonrası 24. saat (2)	Oluşumu Sonrası 48. saat (3)	Oluşumu Sonrası 72. saat (4)		
EYYDM	195,57±30,58	200,07±31,53	196,5±20,84	203,5±23,06	0,051	
FR	205,6±33,76	197,69±21,9	190,31±31,18	201,12±25,13	<b>0,008*</b>	1-3,3-4
Kontrol	193,5±22,85	192,88±23,83	193,91±24,32	199,42±26,03	0,063	
<b>p<sub>2</sub></b>	0,528	0,819	0,943	0,982		
Zaman	F:3,393	<b>p:0,020*</b>	Eta <sup>2</sup> :0,080			
Grup	F:0,109	p:0,897	Eta <sup>2</sup> :0,006			
Zaman*Grup	F:1,846	p:0,096	Eta <sup>2</sup> :0,086			
EYYDM	45,97±7,66	47,26±7,71	48,6±7,85	50,46±7,85	<b>0,000*</b>	1-4,2-4
FR	46,2±8,07	45,13±7,13	43,9±8,25	46,96±7,48	<b>0,006*</b>	2-4,3-4
Kontrol	44,58±6,85	42,88±9,96	43,54±8,71	45,96±8,74	<b>0,001*</b>	2-4,3-4
<b>p<sub>2</sub></b>	0,909	0,768	0,259	0,453		
Zaman	F:13,582	<b>p:0,000*</b>	Eta <sup>2</sup> :0,258			
Grup	F:0,848	p:0,436	Eta <sup>2</sup> :0,042			
Zaman*Grup	F:3,910	<b>p:0,001*</b>	Eta <sup>2</sup> :0,167			

İki Yönlü ANOVA test, EYYDM: Enstrüman Yardımlı Yumuşak Doku Mobilizasyonu, FR: Foam Roller, F: Anova, Eta<sup>2</sup>: Etki Büyüklüğü,  $p<0,05$ , P: Grup içi fark. P<sub>2</sub>: Gruplar arası fark.



Şekil 14. EYYDM, FR ve kontrol grubu katılımcıların horizontal sıçrama değerlerinin zamana göre değişimi.



Şekil 15. EYYDM, FR ve kontrol grubu katılımcıların vertikal sıçrama değerlerinin zamana göre değişimi.

Katılımcıların Y denge (anterior, postero-medial, postero-lateral) değerlendirmesi Tablo 7’de verildiği gibidir. EYYDM, FR ve kontrol grubu katılımcıların Y denge anterior değerlerinin zamanla anlamlı düzeyde değiştiği tespit edildi ( $p<0,05$ ). FR ve kontrol gruplarında Y denge anterior değerlerinin 24. saatte azaldığı 72. saatte arttığı belirlendi. EYYDM grubunda ise 48. saate kadar azaldığı, 72. saatte arttığı belirlendi. Katılımcıların gruplarına göre Y denge anterior değerleri arasındaki farkların istatistiksel olarak anlamlı olmadığı tespit edildi ( $p>0,05$ ). Zaman\*grup etkileşiminin de istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklı olmadığı belirlendi ( $p>0,05$ ). EYYDM grubundaki katılımcıların anterior değerlerinin GKA sonrası 48. ve 72. saatler arasında, FR ve kontrol grubundaki katılımcıların ise 24. ve 72. saatler arasında anlamlı düzeyde artış olduğu tespit edildi ( $p<0,05$ )

Araştırma kapsamında alınan EYYDM, FR ve kontrol grubu katılımcıların Y denge posterolateral değerlerinin zamana göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde değiştiği ve üç grupta da artış gösterdiği tespit edildi ( $p<0,05$ ). Tek başına gruplar değerlendirildiğinde, Y denge posterolateral değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklı olmadığı saptandı ( $p>0,05$ ). Benzer şekilde zaman\*grup etkileşiminde de istatistiksel açıdan anlamlı bir fark olmadığı görüldü ( $p>0,05$ ). EYYDM grubundaki katılımcıların posterolateral değerlerinde ise 24. ve 72. saatler arasında anlamlı düzeyde artış olduğu tespit edildi ( $p<0,05$ ).

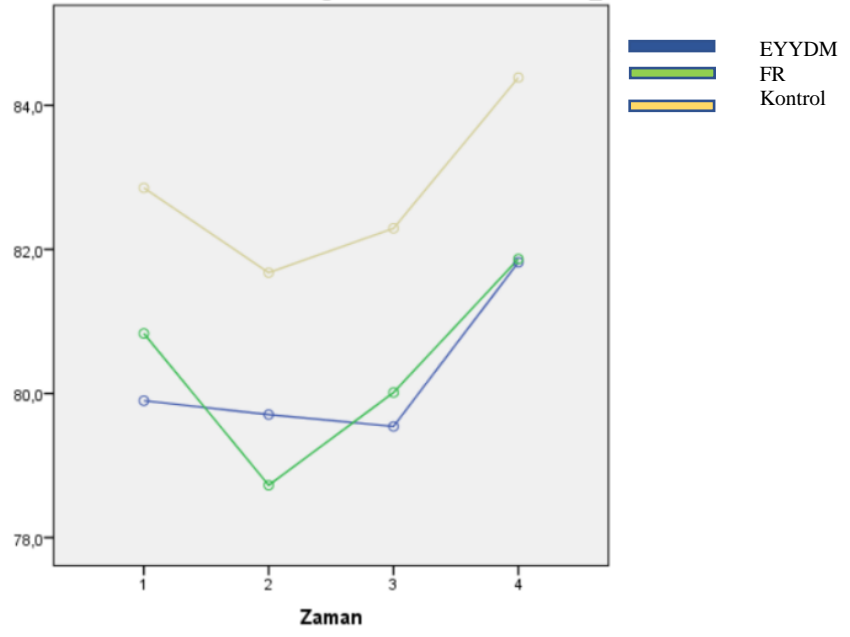
Araştırmaya katılan tüm gruplarda katılımcıların Y denge posteromedial değerlerinin zamanla anlamlı düzeyde değiştiği ve arttığı tespit edildi ( $p<0,05$ ). EYYDM, FR ve kontrol grubu katılımcıların gruplarına göre Y denge anterior değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı ve zaman\*grup etkileşiminin istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklı olmadığı belirlendi ( $p>0,05$ ).

Tablo 7. Katılımcıların gruplarına göre Y denge testi değerlerinin karşılaştırılması.

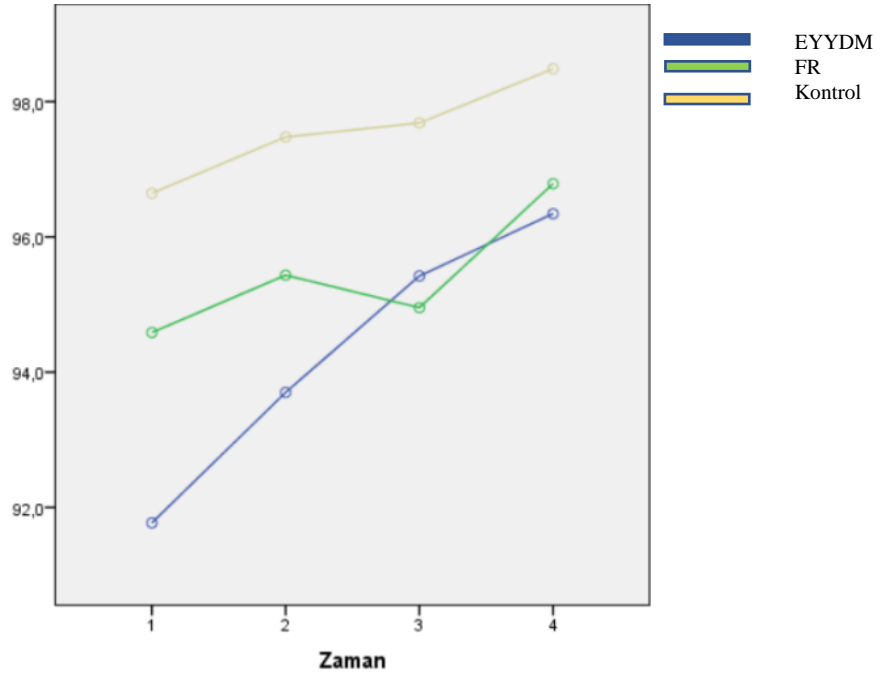
	Grup	Ön Değerlendirme (1)	GKA	GKA	GKA	p	Fark
			Oluşumu Sonrası 24. saat (2)	Oluşumu Sonrası 48. saat (3)	Oluşumu Sonrası 72. saat (4)		
Y denge anterior	EYYDM	79,9±7,45	79,71±6,82	79,54±9,14	81,82±9,61	<b>0,017*</b>	3-4
	FR	80,83±5,75	78,73±6,16	80,01±7,84	81,87±7,33	<b>0,035*</b>	2-4
	Kontrol	82,85±6,58	81,68±5,82	82,29±4,36	84,38±4,75	<b>0,004*</b>	2-4
	<b>p<sub>2</sub></b>	0,518	0,441	0,565	0,354		
	Zaman	F:8,386	<b>p:0,000*</b>	Eta <sup>2</sup> :0,177			
	Grup	F:0,636	p:0,535	Eta <sup>2</sup> :0,032			
Zaman*Grup	F:0,373	p:0,895	Eta <sup>2</sup> :0,019				
Y denge posterolateral	EYYDM	91,77±7,67	93,7±5,7	95,42±5,57	96,34±6,62	<b>0,003*</b>	2-4
	FR	94,59±8,61	95,43±7,74	94,95±9,02	96,79±6,45	0,487	
	Kontrol	96,65±7,65	97,48±7,05	97,68±5,06	98,48±5,11	0,563	
	<b>p<sub>2</sub></b>	0,468	0,325	0,726	0,671		
	Zaman	F:5,772	<b>p:0,001*</b>	Eta <sup>2</sup> :0,129			
	Grup	F:0,887	p:0,420	Eta <sup>2</sup> :0,044			
Zaman*Grup	F:0,911	p:0,490	Eta <sup>2</sup> :0,045				
Y denge posteromedial	EYYDM	95,36±5,63	97,11±5,55	96,53±4,98	97,81±4,78	0,196	
	FR	96,21±8,49	96,85±6,29	96,72±6,32	98,03±5,41	0,265	
	Kontrol	97,98±9,79	97,38±8,08	98,82±6,86	99,85±6,63	0,209	
	<b>p<sub>2</sub></b>	0,757	0,969	0,721	0,844		
	Zaman	F:2,923	<b>p:0,037*</b>	Eta <sup>2</sup> :0,070			
	Grup	F:0,349	p:0,708	Eta <sup>2</sup> :0,018			
Zaman*Grup	F:0,380	p:0,890	Eta <sup>2</sup> :0,019				

İki Yönlü ANOVA test, EYYDM: Enstrüman Yardımlı Yumuşak Doku Mobilizasyonu, FR: Foam Roller, F: Anova, Eta<sup>2</sup>: Etki Büyüklüğü, p<0,05, P: Grup içi fark. P<sub>2</sub>: Gruplar arası fark

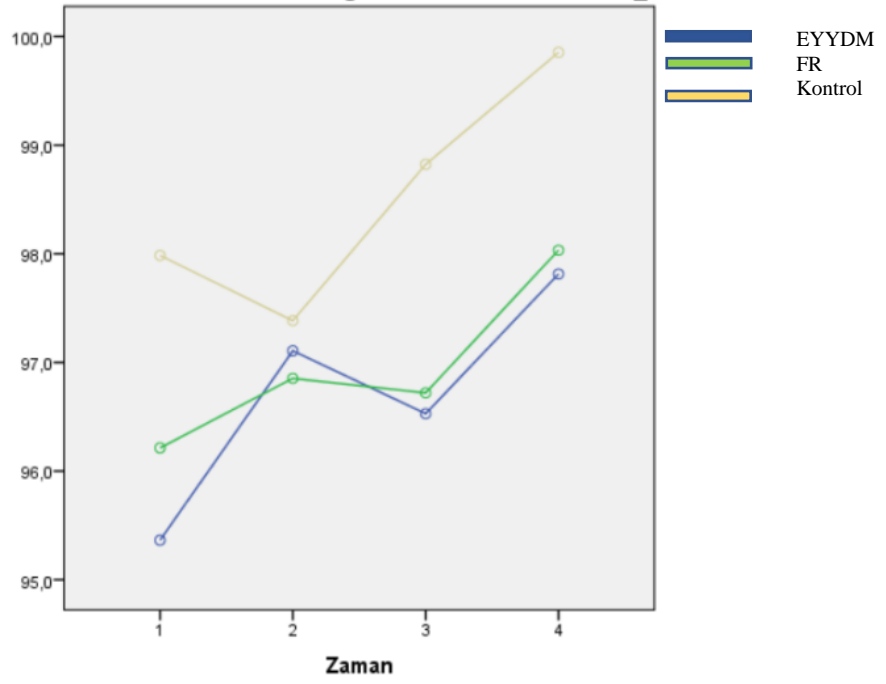




Şekil 16. EYYDM, FR ve Kontrol grubu katılımcıların Y denge anterior değerlerinin zamana göre değişimi.



Şekil 17. EYYDM, FR ve Kontrol grubu katılımcıların Y denge posterolateral değerlerinin zamana göre değişimi.



Şekil 18. EYYDM, FR ve kontrol grubu katılımcıların Y denge posteromedial değerlerinin zamana göre değişimi.

Katılımcıların izokinetik kas kuvveti testi ( $60^{\circ}/sn$ ) sonuçları Tablo 8'de verildiği gibidir. EYYDM, FR ve kontrol grubu katılımcıların ekstansör ve fleksör kas kuvveti değerlerinin zamanla anlamlı düzeyde değiştiği ( $p<0,05$ ) fakat gruplar arasında anlamlı bir fark olmadığı tespit edildi. Üç grupta da ekstansör kas kuvveti değerlerinin 24. saatte azaldığı 48. ve 72. saatlerde arttığı belirlendi. Fleksör kas kuvveti değerlerinin ise EYYDM ve kontrol grubunda 24. saatte azaldığı 48. ve 72. saatlerde arttığı tespit edilirken FR grubunda düşüşün 48. saate kadar sürdüğü fakat gruplar arasında anlamlı bir fark olmadığı belirlendi ( $p>0,05$ ).

Ekstansör kas kuvveti testi sonucunda EYYDM grubunda 24. ile 72 ve 48. ile 72. saatler arasında anlamlı artış gözlenirken FR grubunda ön değerlendirme ile 24. ve 48. saatler arasında anlamlı azalma gözlemlendi ( $p<0,05$ ). Kontrol grubunda ön değerlendirme ile 24. saat arasında anlamlı düzeyde azalma, 24-72. saatler arasında anlamlı artış gözlemlendi ( $p<0,05$ ). EYYDM ve kontrol grubu arasında ise 72. saatte

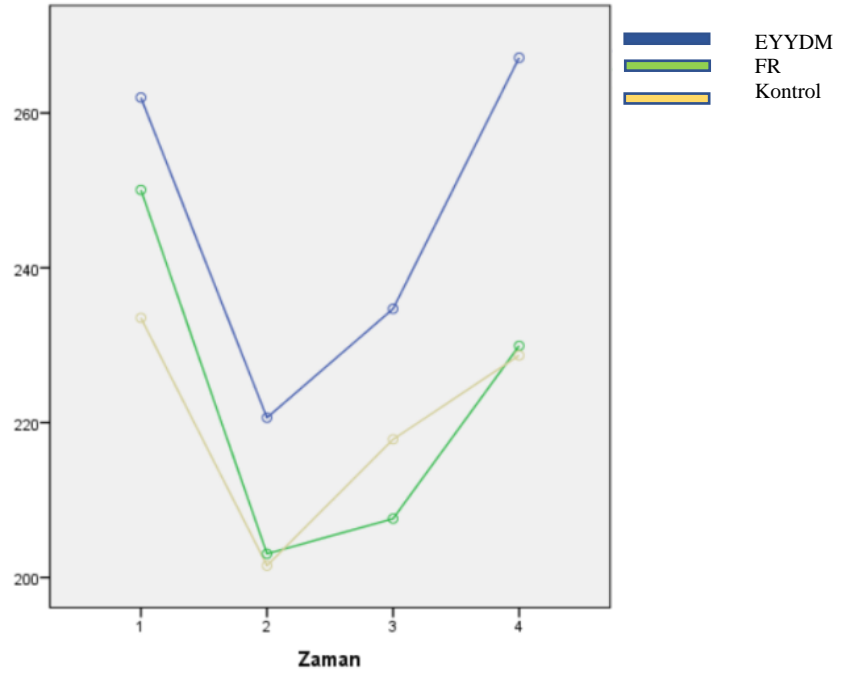
anlamli düzeyde fark olduğu ve EYYDM grubunun anlamli düzeyde yksek değerlere sahip olduğu tespit edildi ( $p<0,05$ ). Zamana bağlı gruplararası değerlendirmede ise n değerlendirme ile 72. saat değerleri arasında anlamli fark gznlenmedi ( $p>0,05$ ).

Fleksr kas kuvveti testi sonucunda EYYDM ve FR grubunda n değerlendirme ile 24. ve 48. saatler arasında anlamli azalma ve 24. ve 72. saatler arasında anlamli artış gznlenirken kontrol grubunda 24. ve 72. saatler arasında anlamli artış gznlendi. Zamana bağlı gruplararası değerlendirmede ise n değerlendirme ile 72. saat değerleri arasında anlamli artış gznlendi ( $p<0,05$ ).

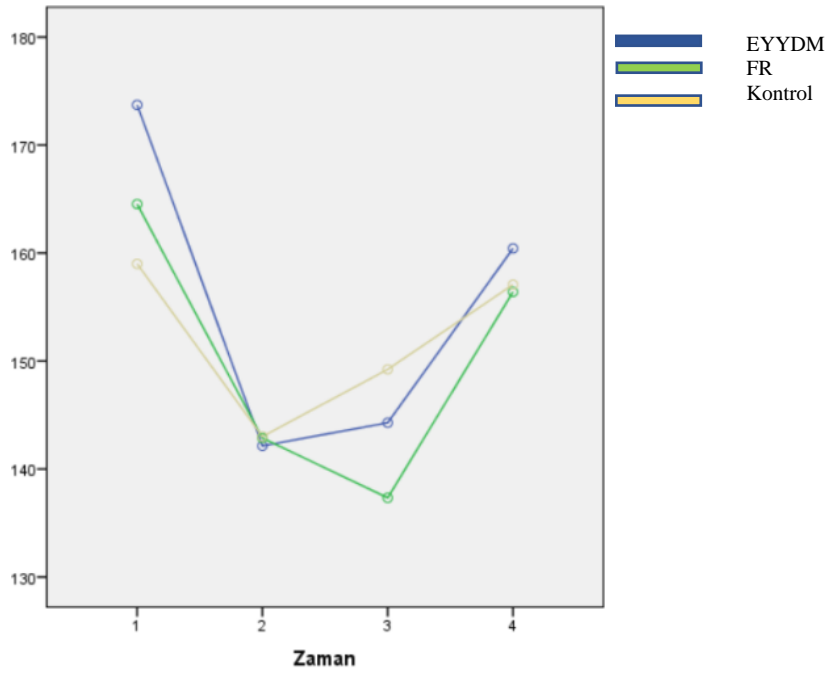
Tablo 8. Katılımcıların gruplarına göre izokinetik kas kuvveti 60°/sn değerlerinin karşılaştırılması.

Grup	Ön Değerlendirme	GKA	GKA	GKA	p	Fark	
		Oluşumu Sonrası	Oluşumu Sonrası	Oluşumu Sonrası			
		24. saat	48. saat	72. saat			
İzokinetik 60° ekstansör	EYYDM	262±51,94	220,64±44,24	234,71±39,97	267,14±42,51	<b>0,000*</b>	3-5,4-5
	FR	250,07±42,71	203,07±44,08	207,6±43,64	229,93±39,85	<b>0,000*</b>	1-3,1-4
	Kontrol	233,54±31,63	201,54±41,85	217,85±35,77	228,69±42,74	<b>0,000*</b>	1-3,3-5
	<b>p<sub>2</sub></b>	0,068	0,327	0,150	<b>0,041*</b>		
	<b>Fark</b>					EYYDM-	
	Zaman	F:29,664	<b>p:0,000*</b>	Eta <sup>2</sup> :0,432	Kontrol		
	Grup	F:2,010	p:0,148	Eta <sup>2</sup> :0,093			
Zaman*Grup	F:1,617	p:0,148	Eta <sup>2</sup> :0,077				
İzokinetik 60° fleksör	EYYDM	173,71±35,81	142,14±24,81	144,29±25,12	160,43±32,69	<b>0,000*</b>	1-3,1-4,3-5
	FR	164,53±30,73	142,87±32,68	137,33±32,62	156,4±28,03	<b>0,001*</b>	1-3,1-4,3-5
	Kontrol	159±35,47	143±26,3	149,23±32,64	157,08±32,13	<b>0,012*</b>	3-5
	<b>p<sub>2</sub></b>	0,474	0,998	0,698	0,946		
	<b>Fark</b>						
	Zaman	F:22,311	<b>p:0,000*</b>	Eta <sup>2</sup> :0,364			
	Grup	F:0,112	p:0,895	Eta <sup>2</sup> :0,006			
Zaman*Grup	F:1,364	p:0,235	Eta <sup>2</sup> :0,065				

İki Yönlü ANOVA test, EYYDM: Enstrüman Yardımlı Yumuşak Doku Mobilizasyonu, FR: Foam Roller, F: Anova, Eta<sup>2</sup>: Etki Büyüklüğü, p<0,05, P: Grup içi fark. P<sub>2</sub>: Gruplar arası fark



Şekil 19. EYYDM, FR ve kontrol grubu katılımcıların izokinetik 60° ekstansör değerlerinin zamana göre değişimi



Şekil 20. EYYDM FR ve Kontrol grubu katılımcıların izokinetik 60° fleksör değerlerinin zamana göre değişimi

## Bölüm 5

### TARTIŞMA

Sportif aktiviteler yapan kişilerde yüksek şiddetli ve/veya alışılmadık egzersizler sonrasında GKA semptomları görüldüğü ve bu semptomlara yönelik farklı tedavi modaliteleri kullanıldığı çalışmalarda gösterilmiştir<sup>7,48</sup>. Bazı çalışmalarda GKA semptomlarının iyileştirilmesinde uygulanan FR veya EYYDM tekniklerinin doku iyileşmesini hızlandırarak GKA'yı azaltacağı ve fiziksel performans parametrelerini artıracağı öne sürülmüştür<sup>23,71</sup>.

EYYDM ve FR'nin GKA'ya olan akut etkilerini incelemek amacıyla gerçekleştirdiğimiz çalışmamızda FR, EYYDM ve kontrol gruplarında GKA gelişimi sonrasında MFG tekniklerinin ağrı parametresinde zamana bağlı değişimin benzer olduğu saptandı. Ödem parametresinde ise EYYDM uygulamasının 72. saatte kontrol grubuna kıyasla ödemi anlamlı düzeyde artırdığı saptandı fakat zamana bağlı değişimin tüm gruplar için benzer olduğu görüldü. Esneklik değerlendirmesi sonuçlarında tüm gruplarda GKA oluşturulması sonrasında 24 ve 48. saatler boyunca esnekliğin azaldığı ve 72. saatte arttığı tespit edildi. Patlayıcı kuvvet değerlendirmesi sonucunda horizontal sıçrama verilerinde gruplar arası fark gözlenmezken, EYYDM'nin ön değerlendirme değerlerine kıyasla 72. saatin sonunda vertikal sıçramayı anlamlı düzeyde geliştirdiği görüldü. İzokinetik kas kuvveti değerlendirmesi sonucunda fleksör ve ekstansör kas grupları verileri incelendiğinde tüm gruplarda GKA oluşumu sonrasında kassal kuvvetin 24 ve 48. saatlerde azaldığı ve 72. saatte ise arttığı tespit edildi. Ayrıca EYYDM grubunda 72. saatte yapılan değerlendirmede

ekstansör kas kuvvetinin kontrol grubuna kıyasla anlamlı düzeyde yüksek olduğu belirlendi.

### **Gecikmiş Kas Ağrısı**

Yoğun ve/veya alışılmadık egzersizler sonrasında kaslarda meydana gelen hassasiyet veya ağrı GKA olarak ifade edilmektedir. Ağrı düzeyi genellikle kişinin kendi algısı ile bağlantılı olduğundan, ağrı düzeyini belirlemek ve değerlendirmek kolay değildir. Bu nedenle sıklıkla kas iskelet sistemi ağrı düzeyini belirlemek için VAS kullanılmaktadır<sup>136</sup>.

Literatüre bakıldığı zaman; eksentrik kasılma aracılığıyla istemli olarak meydana getirilen kas ağrısının şiddetinin fazla olduğu belirtilmiştir. Bunun nedeni olarak algılanan kas ağrısının istemli olarak yapılan yüksek şiddetli egzersizde daha fazla olması gösterilmektedir<sup>136,137,138</sup>. Yapılan çalışmalarda şiddetli eksentrik egzersiz sonrasında meydana gelen kas ağrısının ilk 24-48 saat içerisinde pik noktaya ulaştığı ve sonrasında azaldığı belirtilmektedir<sup>109,138</sup>.

Çalışmamız sonucunda tüm gruplarda ağrı düzeyinin 48. saate kadar arttığı ve 72. saatte azaldığı görüldü. Ayrıca tüm gruplarda zamana bağlı anlamlı düzeyde değişim olduğu ve EYYDM ve FR uygulamalarının ağrı üzerinde kontrol grubuyla benzer etkiye sahip olduğu tespit edildi.

Rekreasyonel sporcular üzerinde yapılan çalışmada EYYDM uygulamasının GKA oluşumu sonrasında ağrı üzerine etkisi incelenmiştir. Çalışmada, GKA oluşumu sonrasında 24. ve 48. saatlerde EYYDM uygulaması yapılmış ve hemen sonrasında ağrı şiddeti değerlendirilmiştir. Araştırmacılar EYYDM uygulamasını yüzeysel olarak rectus femoris kasına 90 sn boyunca uygulamış ve her iki günde EYYDM uygulaması sonrasında ağrı algısının anlamlı düzeyde azaldığını bildirmişlerdir. Çalışmada yüzeysel EYYDM uygulamasının hafif dokunma duyusunu algılamayı sağlayan

mekanoreseptörleri bir süreliğine modüle ettiği ve bunun sonucunda ağrı algısının azaldığı ifade edilmiştir<sup>75</sup>. Üniversite öğrencilerinde biceps curl cihazı ile dirsek fleksör kaslarına oluşturulan GKA sonrasında EYYDM uygulaması 8'er dakika şeklinde GKA oluşturma protokolünün hemen sonrasında ve 48. saatte uygulanmıştır. Çalışma sonucunda ağrı değerinin her iki grupta da 24. saatte artıp 48. saatte pik yaptığı, 72 ve 96. saatlerde ise azaldığı belirtilmiştir. Çalışma sonucunda EYYDM uygulamasının kontrol grubuna kıyasla ağrıyı azaltmada anlamlı bir fark yaratmadığı belirtilmiştir. Araştırmacılar bu sonuçların uygulama süresi, uygulanan kas grubu ve çalışmaya katılan kişilerin fiziksel durumu ile ilgili olabileceğini belirtmişlerdir<sup>139</sup>.

FR'nin etkisinin değerlendirildiği bir çalışmada fiziksel aktif bireylere GKA oluşumundan 48 saat sonra, quadriceps kasına 90 saniye boyunca uygulama yapılmıştır. FR uygulamasının hemen sonrasında yapılan değerlendirmede uygulamanın artan ağrıyı azaltmada etkili olduğu belirtilmiştir. Araştırmacılar ağrıdaki azalmanın, parasempatik sinir sisteminde değişikliğe ve kapı kontrol teorisine bağlı olarak gelişmiş olabileceğini bildirmişlerdir<sup>140</sup>. FR uygulanan farklı bir çalışmada GKA izokinetik dinamometrede eksentrik egzersiz uygulanarak oluşturulmuş ve hemen sonrasında quadriceps kasına 2 dk boyunca uygulanan FR'nin pasif toparlanmaya oranla 24 ve 48. saatlerde algılanan ağrı düzeyini azalttığı belirlenmiştir. Çalışmada, FR uygulamasının ağrı algısının merkezi modülasyonunu etkileyerek ağrıyı azalttığı ileri sürülmüştür. Ayrıca bu etkiye dolaşımın artması, fasya sertliğinin ve ödemin azalmasının da katkıda bulunabileceği bildirilmiştir<sup>72</sup>. Bir diğer randomize kontrollü çalışmada sağlıklı bireylere GKA deadlift egzersizi ile oluşturulmuş ve roller çubuğunun kas ağrısı üzerine etkileri incelenmiştir. Roller çubuğu uygulaması hamstring kası üzerine GKA oluşumundan 48 saat sonra, 10 dk boyunca ve orta şiddette yapılmıştır. 10, 30 ve 60. dakikadaki değerlendirmeler roller çubuğu



uygulamasının ağrı üzerine kontrol grubuna kıyasla anlamlı derecede iyileşme göstermiştir. Bu sonucun miyofasyal gevşetme yöntemlerinin miyelinsiz mekanoreseptörleri aktive etmesinden kaynaklandığı bildirilmiştir<sup>131</sup>. Moraleta ve ark.'nın sağlıklı bireyler üzerinde nörodinamik mobilizasyon (NM) ve FR uygulamalarının GKA üzerine olan etkilerini inceledikleri çalışmada ise katılımcılara drop jump (derinlik sıçraması) hareketi yaptırarak GKA oluşturulmuştur. Değerlendirmeler GKA oluşumundan hemen önce, 48 saat sonra ise NM veya FR uygulamasından önce ve sonra yapılmıştır. FR uygulaması quadriceps kasına tüm vücut ağırlığı verilerek mümkün olan en yüksek basınçla ve 5 dk uygulanmıştır. Çalışma sonucunda her iki grupta da ağrı düzeyi azalmış fakat gruplar arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Bunun nedeni olarak parasempatik aktivitenin artması ile birlikte kortizol düzeyinin azalması olabileceği bildirilirken diğer yandan FR uygulaması sırasında kasın üzerindeki basıncın mekanik hiperaljeziyi azalttığı ve inen inhibitör yolları aktive ettiği öne sürülmektedir<sup>196</sup>. Bir başka kontrollü çalışmada erkek bireyler üzerinde GKA oluşumu sonrası 20 dk boyunca uygulanan FR'nin ağrı üzerine etkileri incelenmiştir. Araştırmacılar GKA oluşumundan hemen sonra, 24 ve 48. saatlerde toplam 3 kez olmak üzere her bir alt ekstremité kasına 45 sn olacak şekilde FR uygulaması yapmışlardır. Çalışma sonucunda FR uygulamasının GKA oluşumundan sonra 24, 48 ve 72. saatlerde ağrıyı anlamlı düzeyde azalttığı görülmüştür<sup>174</sup>. Sağlıklı bireyler üzerinde yapılan bir başka kontrollü çalışmada çömelme egzersizi protokolü ile GKA oluşturulmuş ve GKA protokolü uygulanmasından hemen sonra, 24. ve 48. saatte olmak üzere 3 defa uyluk bölgelerinin anterior, posterior, lateral ve medial bölgelerine FR uygulanmıştır. Çalışma sonucunda FR grubunda ağrı değerlerinin 24. saatte, kontrol grubunda ise 48. saatte en yüksek noktasına ulaştığı ve FR uygulamasının kontrol grubuna kıyasla ağrı düzeyini anlamlı

düzeyde azalttığı belirtilmiştir<sup>130</sup>. Tek seanslık roller çubuğu uygulamasının GKA oluşumu sonrasında gelişen kas ağrısına olan etkilerinin incelendiği farklı bir çalışmada, katılımcılar roller çubuğu, sham ve kontrol grubu olmak üzere 3 gruba ayrılmıştır. Değerlendirmeler başlangıçta, 24, 48 ve 72. saatlerde yapılmıştır. Roller çubuğu dirsek fleksör kaslarına 5 dk süre ve 7/10 basınç şiddetinde uygulanmıştır. Çalışma sonucunda tüm gruplarda ağrı düzeyinin benzer olduğu ve gruplar arasında anlamlı farkın olmadığı belirtilmiştir. Araştırmacılar Roller çubuğunun anlamlı düzeyde fark göstermemesinin nedeninin yapılan uygulamanın şiddetinin ve sıklığının yetersiz olmasından kaynaklı olduğunu bildirmişlerdir<sup>166</sup>. Benzer bir randomize kontrollü çalışmada FR uygulamasının GKA oluşumu sonrasında ağrı üzerine etkileri incelenmiştir. Sprint koşusu ile oluşturulan GKA sonrasında FR uygulaması her iki alt ekstremitede quadriceps, hamstring, gluteal kaslar ve gastrocnemius kaslarına 60'ar sn olacak şekilde yapılmıştır. Çalışma sonucunda FR uygulamasının ağrı düzeyinde kontrol grubuna kıyasla anlamlı bir fark yaratmadığı bildirilmiştir. Benzer çalışmalarda elde edilen olumlu sonuçların aksine bu çalışmada FR'nin ağrı üzerine etkili olmamasının nedeninin metodolojik farklılıklardan kaynaklanabileceği belirtilmiştir<sup>200</sup>.

Geçmişte yapılan bazı çalışmalar FR ve EYYDM uygulamalarının kontrol grubuna kıyasla ağrı üzerine anlamlı düzeyde bir fark meydana getirmediğini<sup>130,140</sup> bazı çalışmalar ise kontrol grubuna kıyasla ağrıyı azalttığını göstermektedir<sup>72,75</sup>. Çalışmalar detaylı incelendiğinde EYYDM ve FR uygulamalarının bazı çalışmalarda bir kez bazılarında birden fazla uygulandığı, bazı çalışmalarda uygulama süresinin kısa, bazılarında uzun olduğu görülmektedir. Bu durum EYYDM ve FR uygulamalarında süre, sıklık ve uygulama zamanı ile ilgili literatürde bir konsensusun olmadığını göstermektedir. Çalışmamızda EYYDM ve FR uygulamaları GKA

oluşumundan 30 dk sonra, quadriceps, hamstring ve gastrocnemius kaslarına sadece 1 kez ve her bir kasa 2 dk boyunca uygulandı. Değerlendirmeler uygulamalardan sonra 30. dakikada, 24. 48. ve 72. saatlerde tekrarlandı. Cheatham SW. ve ark.'nın<sup>75</sup> yaptıkları çalışmada GKA oluşumu sonrası 24. ve 48. saatlerde uygulanan EYYDM'nin süresinin çalışmamızda kullandığımız süreye kıyasla daha az olmasına karşın ağrı düzeyinde azalma gözlenmesine sebep olmuştur. Yine, Nakamura ve ark. GKA oluşumundan 48 saat sonra FR uygulaması yapmış ve ağrıyı azaltmada etkili olduğunu belirtmişlerdir<sup>140</sup>. Yapılan bir diğer çalışmada GKA oluşturulmadan, FR'nin ardışık günlerde tekrarlanarak uygulanmasının ağrı düzeyini azaltmada etkili olduğu bildirilmiştir<sup>200</sup>. Çalışmalarda özellikle ağrı üzerine etkili olan MFG yöntemlerinin genellikle daha sık ve daha yoğun uygulandığı görülürken<sup>72,139,140</sup>, çalışmamızda uygulamalarımızın tek sefer yapılması ağrı üzerine yeterli etki oluşturmama nedeni olabilir.

### **Esneklik**

Yürüme ve basamak çıkma gibi birçok aktivitede öneme sahip olan esneklik kasın hareket açıklığına hareketin meydana gelmesine izin veren uzayabilme kabiliyetidir<sup>110,141</sup>. Hamstring kası alt ekstremitede kalça ve diz eklemlerinin hareketini, pelvis ve omurganın hizalanmasını kontrol eden kastır. Ayrıca postural düzgünlükte önemli bir rol oynamaktadır<sup>74,142</sup>. Bu nedenle, hamstring kasında meydana gelen kısalık posterior pelvik tilte ve lumbal omurganın hipolordozuna neden olabilir<sup>131</sup>. Yapılan çalışmalarda esnekliğin eksentrik egzersize bağlı gelişen GKA sonrasında 24. ve 48. saatlerde azaldığı ve 48. saat sonrasında arttığı belirtilmiştir<sup>144,145</sup>. Bazı çalışmalar ise esneklikteki azalmanın 72. saate kadar devam ettiğini bildirmektedir<sup>145,146</sup>.

Farklı süre ve basınçta uygulanan FR'nin esneklik üzerine olumlu etkileri birçok çalışmada belirtilmiş<sup>23,147,148</sup>, GKA sonrasında ise esnekliği geliştirdiği bildirilmiştir<sup>26,130</sup>. Bazı çalışmalarda bir diğer MFG yöntemi olan EYYDM'nin GKA oluşturulmayan sağlıklı bireylerde esnekliği olumlu yönde etkilediği bildirilmiştir<sup>29,149,150</sup>.

Katariya ve ark. tarafından sağlıklı bireylerde GKA oluşumu olmadan EYYDM uygulamasının hamstring esnekliği üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışmada hamstring kasına 5-10 dk boyunca sıcak su torbası uygulanmış, ardından 1 dk boyunca EYYDM uygulaması yapılmıştır. Çalışma sonucunda EYYDM uygulamasının hamstring kasının esnekliğini anlamlı düzeyde artırdığı gözlemlenmiştir<sup>152</sup>. Buna ek olarak kas esnekliğini artırmada sıcak uygulamanın etkisini inceleyen ve olumlu etkisini gösteren çalışmalar vardır<sup>153,154</sup>. Katariya ve ark.'nın yaptıkları çalışmada EYYDM uygulaması öncesinde sıcak uygulama yapılmasının EYYDM'nin etkisini artırmada etkili olabileceğini düşünmekteyiz.

Roller çubuğu ve EYYDM uygulamalarının GKA oluşumu olmaksızın hamstring kasının esnekliği üzerine akut etkilerinin incelendiği çalışmada her iki enstrüman da hamstring kasına 3.5 dk boyunca uygulanmıştır. Çalışmada her iki uygulamanın da uygulamadan hemen sonra ve 48. saatte esnekliği olumlu yönde etkilediği fakat gruplar arasında anlamlı bir fark olmadığı bildirilmiştir<sup>127</sup>.

Erkek katılımcıların yer aldığı bir çalışmada GKA oluşumu sonrasında dominant alt ekstremite kaslarına (sartorius, quadriceps ve tensor fasya latae) 60'ar sn süreyle FR uygulaması yapılmış, non-dominant alt ekstremite ise kontrol grubu olarak alınmıştır. Çalışmada uygulama öncesi, hemen sonrası (10. dk), 24. ve 48. saat sonra esneklik değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda FR'nin 24. ve 48. saatlerde esneklik üzerine pozitif yönde zayıf etkisi olduğunu fakat kontrol grubu ile anlamlı düzeyde

fark olmadığı açıklanmıştır. Araştırmacılar FR uygulamasının ağrıyı azaltması nedeniyle esnekliği de artırabileceğini bildirmişlerdir<sup>26</sup>. Macdonald ve ark.<sup>155</sup> GKA sonrasında quadriceps kasına 2 dk boyunca uyguladıkları FR'nin 2. dk ve 10. dk'da esnekliği kontrol grubuna oranla anlamlı düzeyde artırdığını bildirmişlerdir. Araştırmacılar bu sonucun yumuşak dokuya uygulanan kuvvetli basıncın kutanöz reseptörlerini aşırı yükleyerek gerilme toleransını artırmasından kaynaklı olabileceğini belirtmişlerdir<sup>155</sup>. Tek seans Roller çubuğu uygulamasının GKA oluşumu sonrasında esneklik üzerine olan etkilerinin incelendiği bir başka çalışmada katılımcılar roller çubuğu, sham ve kontrol grubu olmak üzere 3 gruba ayrılmıştır. Değerlendirmeler başlangıçta, 24., 48. ve 72. saatlerde yapılmış ve roller çubuğu dirsek fleksör kaslarına, toplam 5 dk süreyle, basınç şiddeti 7/10 olacak şekilde uygulanmıştır. Çalışma sonucunda gruplar arasında esneklikte anlamlı bir fark olmadığı belirtilmiştir. Bu sonucun alt ekstremité kaslarına kıyasla dirsek fleksör kaslarında meydana gelen hasarın daha fazla olmasından kaynaklandığı açıklanmıştır<sup>166</sup>. Benzer bir diğer çalışmada çömelme egzersiz protokolü ile GKA oluşturulmuş ve protokol uygulamasından hemen sonra, 24. ve 48. saatlerde olmak üzere toplam 3 defa uyluk bölgelerinin anterior, posterior, lateral ve medial kısımlarına FR uygulanarak GKA sonrası esneklik üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışma sonucunda FR uygulamasının kontrol grubuna oranla esnekliği daha fazla geliştirdiği bildirilmiştir. Araştırmacılar bu sonucun FR uygulamasının fasya katmanları arasındaki adezyonları gidermesinden, inflamasyonu ve/veya ağrıyı azaltmasından kaynaklandığını ifade etmişlerdir<sup>130</sup>. GKA oluşumundan 48 saat sonra quadriceps kasına 90 sn boyunca uygulanan FR'nin esneklik üzerine ön etkilerinin incelendiği başka bir çalışmada ise FR uygulamasının ön değerlendirme değerlerine kıyasla esnekliği artırdığı bildirilmiştir. Yazarlar esneklikteki artışın ağrı değerlerinin azalmasına bağlı olabileceğini bildirmişlerdir<sup>140</sup>.

D'Amico ve ark.'nın üniversite öğrencileri üzerinde yaptıkları kontrollü çalışmada GKA oluşumu sonrasında quadriceps, hamstring, gluteus maksimus ve gastrocnemius kaslarına 90 sn boyunca uygulanan FR'nin esneklik üzerine etkileri incelenmiştir. Araştırmacılar FR ve kontrol grubunda değerlendirmeler öncesinde jumping jack, çömelme vb. egzersizleri içeren 5 dk'lık bir dinamik ısınma programı uygulamışlardır. Çalışma sonucunda FR uygulamasının esneklik üzerinde kontrol grubuna oranla anlamlı düzeyde iyileşme sağlamadığı belirtilmiştir. Yazarlar bu sonucun FR ve kontrol grubu değerlendirmeleri öncesinde uygulanan dinamik germe programından kaynaklı olabileceğini ileri sürmüşlerdir<sup>197</sup>.

Günümüze kadar yapılan ve EYYDM uygulamasının GKA oluşumu sonrasında esneklik üzerine etkilerini inceleyen bir tane çalışma vardır. Bu çalışmada EYYDM uygulamasının kontrol grubuna oranla esnekliği anlamlı düzeyde artırdığı bildirilmiştir. Ağrı düzeyinin azalmasının esnekliğin artışından sorumlu olabileceği açıklanmıştır<sup>127</sup>.

Yapılan bazı çalışmalarda FR uygulamasının GKA oluşumu sonrasında esnekliği kontrol grubuna kıyasla artırdığı bildirilmiştir<sup>130,155</sup>. Çalışmalarda esneklik artışının inflamasyonun ve fasyadaki sertliğin azalması ile ilgili olabileceği bildirilirken, bazı çalışmalarda ise FR uygulamasının kontrol grubuna kıyasla anlamlı fark meydana getirmediği bildirilmiştir<sup>26</sup>. Çalışmamızda EYYDM grubunda 72. saatte esneklik geri kazanılırken FR uygulamasının uygulama sonrasında itibaren 72. saate kadar etkili olduğu fakat kontrol grubuna kıyasla anlamlı fark yaratmadığı tespit edildi. Bunun nedeninin FR uygulamasının bir kez uygulanmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

## **Kas Kuvveti**

Yüksek şiddette yapılan eksentrik egzersizler sonucunda kas enduransında ve kuvvetinde önemli değişimler gerçekleşebilmektedir. Literatürde şiddetli egzersiz sonrasında kas kuvvet ve enduransında düşüşe bağlı olarak performansın azaldığı belirtilmektedir. GKA sonrasında açığa çıkan kassal ağrı ve yorgunluğu tedavi etmek amacıyla yapılan uygulamaların kas kuvvetini de etkileyebileceği bildirilmiştir<sup>112</sup>. Şiddetli eksentrik egzersizden sonra kas kuvvetindeki azalma Z-bantlarındaki yırtılmalar ve özellikle tip II kas liflerinde miyofibriler hasar, akut yorgunluk, kas sertliği, inflamasyon ve korkunun neden olduğu hareket sırasındaki ağrı gibi faktörlerin kombinasyonundan kaynaklanabilmektedir. Oluşan kas hasarı önemli bir faktör olsa da, çalışmalar kuvvetteki azalmanın, eksentrik egzersizden hemen sonra değil, sıklıkla 24. ve 48. saatte belirginleştiği belirtilmektedir. Eksentrik egzersiz seansından sonra açığa çıkan kuvvet kaybı ve sonrasındaki geri kazanımı, kas ağrısının ortadan kaybolduğu süre ile benzer bir zaman sürecini izlemektedir<sup>112,113,171</sup>. Yapılan benzer çalışmalarda kas kuvvetinin 2. gün sonunda anlamlı düzeyde azaldığı ve 4-7 gün içerisinde eski seviyesine döndüğü bildirilmiştir<sup>20,71,156</sup>.

Çalışmamızda izokinetik dinamometre kullanılarak 60°/sn açısal hızda ekstansör ve fleksör kasların kas kuvveti değerlendirildi. Değerlendirme sonucunda tüm gruplarda kas kuvvetinin 24. saatte en düşük seviyede olduğu, 48. ve 72. saatlerde ise arttığı tespit edildi. Ekstansör kas kuvvetinin EYYDM grubunda istatistiksel olarak anlamlı olmasa da 72. saatte başlangıç düzeyinin üzerinde olduğu ve aynı zaman diliminde kontrol grubuna kıyasla anlamlı düzeyde yüksek olduğu gözlemlendi. Fleksör kas kuvvetinin ise tüm gruplar için benzer değişim gösterdiği belirlendi.

Su ve ark.'nın sporcu olmayan sağlıklı bireylerde GKA oluşumu olmaksızın FR, dinamik ve statik germenin akut etkilerini inceledikleri çalışmada diz fleksör ve

eksantör kas gruplarına FR üzerine maksimum vücut ağırlığı verilerek 30 sn 3 tekrar şeklinde uygulanmıştır. Araştırmacılar izokinetik pik tork ölçümü sonucunda ekstansör kas kuvvetinde FR ve dinamik germe gruplarında statik germe grubuna kıyasla daha fazla olumlu etki gözlemlemişler fakat bu etkinin anlamlı düzeyde olmadığını bildirmişlerdir. Çalışmada FR'nin kas kuvveti üzerinde pozitif yönde anlamlı bir fark yaratmadığı fakat iyileşme sürecini de negatif etkilemediği bildirilmiştir<sup>157</sup>.

Naderi ve ark.'nın fiziksel aktif erkek bireylerde GKA sonrası pasif dinlenme ve FR uygulamalarının kassal kuvvet üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada quadriceps kasına 8 dk süre ile FR uygulanmış ve kassal kuvveti izokinetik dinamometre ile (60<sup>0</sup>/sn açısal hızda) değerlendirilmiştir. Çalışmada kassal kuvvetin azaldığı fakat pasif dinlenme grubuna göre daha yüksek değerlere sahip olduğu bildirilmiştir. Araştırmacılar kas kuvvetinin korunmasının FR'nin inflamasyon ve nosiseptör aktivasyonunu azaltma yoluyla dokudaki iyileşmeyi hızlandırarak nöral inhibisyonu azaltmasının doğal kas dizilimi, agonist-antagonist kas koordinasyonunu ve motor ünite senkronizasyonu korunmasından kaynaklı olabileceğini bildirmişlerdir<sup>72</sup>. FR'nin kas kuvveti üzerine olan etkisinin incelendiği bir diğer çalışmada fiziksel aktif bireylerde GKA oluşumundan 48 saat sonra 90 saniye boyunca quadriceps kasına uygulama yapılmış ve ön değerlendirme, FR uygulaması öncesi ve sonrası şeklinde değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda FR uygulamasının kas kuvvetini anlamlı düzeyde geliştirdiği bildirilmiştir. Araştırmacılar bu sonucun FR uygulamasının GKA'yı azaltmasından kaynaklı olabileceğini bildirmişlerdir<sup>140</sup>. Fakat yapılan bu çalışmada kontrol grubunun olmaması sonuçların genellenemeyeceğini ve etkinliğinin tartışmalı olduğunu düşündürmektedir.



Basketbolcularda GKA oluşumu olmaksızın EYYDM uygulamasının kas kuvveti üzerine olan etkilerinin incelendiği bir çalışmada EYYDM tüm alt ekstremiteye aktif hareket sırasında 30 dk boyunca uygulanmış ve izokinetik kas kuvveti değerlendirilmiştir. Çalışmada EYYDM uygulamasının kontrol grubuna kıyasla pik torku anlamlı düzeyde artırdığı bildirilmiştir<sup>158</sup>. Bir başka çalışmada hamstring ve quadriceps kaslarına uygulanan EYYDM, Propriyoseptif Nöromusküler Fasilitasyon (PNF) tut gevşe ve gerilim-karşı gerilim (GKG) yöntemlerinin kas kuvvetine olan akut etkileri incelenmiş ve EYYDM uygulamasının PNF tut gevşe ve GKG uygulamalarına kıyasla kas kuvvetini daha fazla artırdığı bildirilmiştir. Çalışma sonucunda hamstring kas kuvveti ile quadriceps kas kuvveti arasında negatif ilişki olduğu saptanmıştır. Araştırmacılar EYYDM ve germe uygulamalarının hamstring inhibisyonu sağladığını ve bu nedenle quadriceps aktivasyonunu artırdığını bildirmişlerdir. Quadriceps kas kuvvetindeki artışın bu nedenden kaynaklanabileceği belirtilmiştir<sup>159</sup>. GKA'yı takiben herhangi bir EYYDM uygulaması sonrasında kassal kuvvet değerlendirmesi yapılan bir çalışma bulunmadığından tartışmamız EYYDM'nin GKA oluşturulmamış bireylerde yapılan çalışmalar ile sınırlanmıştır.

Çalışmamız sonucunda gruplar arasında anlamlı farkın olmamasının uygulama süresi ve sıklığından veya hamstring ve quadriceps kaslarına uygulama yaparak her iki kası da inhibe etmemizden kaynaklandığını, EYYDM uygulaması sonrasında kas kuvvetinin 72. saatte kontrol grubuna oranla fazla olmasının EYYDM uygulamasının kasta kuvveti olumsuz etkileyecek kadar gevşeme sağlamamasından ve yüzeysel uygulama ile mekanoreseptörleri uyararak kuvvetin korunmasına yardımcı olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Çalışmamızda literatürde FR'nin kas kuvvetini artırdığını bildiren çalışmaların aksine bir değişim görülmemesi de uygulama süremizin kısa olmasından kaynaklı

olabilir. Yine gruplardaki ağrı düzeyinin de benzer olması kas kuvvetinde anlamlı bir fark ortaya çıkarmamış olabilir.

## **Ödem**

GKA oluşumu sonrasında etkilenen ekstremitelerde inflamasyona bağlı olarak ödem meydana gelmektedir. Bu durum EHA'nın azalmasına ve ağrıya neden olmaktadır<sup>14,160,162</sup>. Yapılan çalışmalarda ödemin GKA oluşumu sonrası 4. güne kadar en yüksek seviyeye çıktığı ve 10. güne kadar başlangıç seviyesine döndüğü bildirilmiştir<sup>163,164</sup>.

Çalışmamızda tüm gruplarda GKA oluşumu sonrasında uyluk çevre ölçümü değerlerinin anlamlı düzeyde arttığı fakat ön değerlendirmelere kıyasla 72. saatte bir fark olmadığı belirlendi. FR ve kontrol gruplarında 48. saatin sonuna kadar artış gözlemlendi. Gruplar arası farklar incelendiğinde ise 72. saatte EYYDM grubunda yer alan bireylerin ödem seviyesinin kontrol grubuna oranla anlamlı düzeyde yüksek olduğu belirlendi.

Randomize kontrollü bir çalışmada dirsek fleksörlerine uygulanan tek seans roller masajının GKA oluşumu sonrası 24., 48. ve 72. saatlerde ödem üzerinde kontrol grubu ile fark gözlenmemiştir. Araştırmacılar ödem gelişiminde kontrol grubuna kıyasla anlamlı bir fark gözlenmemesinin nedeninin kasın dıştan basınç altında bırakılmasının vazodilatör maddelerin (nitrik asit vb.) salınımını artırarak kastaki dolaşımı artırmasından kaynaklandığını bildirmişlerdir<sup>166</sup>. Sedanter bireyler üzerinde roller masajının GKA sonrası toparlanmaya olan etkilerini inceleyen bir başka çalışmada gastrocnemius kasına yönelik 45 sn ve 6 tekrar şeklinde uygulanan roller masajının ödem üzerinde 24. saatte anlamlı düzeyde etkili olduğu fakat sonrasında anlamlı düzeyde bir fark gözlenmediği belirtilmiştir. Araştırmacılar ödemin gastrocnemius kası boyunca homojen olarak dağılmadığını ve/veya roller masajının

kas hattı boyunca homojen etki göstermediğini bildirmişlerdir<sup>145</sup>. Kontrollü başka bir çalışmada ise GKA oluşturma protokolünden hemen sonra, 24. ve 48. saatlerde 20 dk boyunca uygulanan FR'nin 72. saatte etkisine bakılmıştır. Bu çalışma sonucunda FR uygulamasının ödem üzerinde kontrol grubuna kıyasla anlamlı düzeyde farklı etkisi olmadığı gösterilmiştir. Araştırmacılar bu sonucun FR uygulaması ile oluşan kas üzerindeki basıncın kan akımını desteklemesinden kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir<sup>130</sup>. Bir diğer kontrollü çalışmada izokinetik dinamometre kullanılarak quadriceps kasında oluşturulan GKA sonrası uyluk bölgesi ve gluteal kaslara, her kasa 3 dk boyunca uygulanan FR'nin ödem üzerindeki etkileri incelenmiştir. Uyluk çevre ölçümü ile ödem GKA oluşumu sonrasında, 24., 48. ve 72. saatlerde değerlendirilmiştir. Çalışmada FR uygulamasının herhangi bir değerlendirme gününde kontrol grubuna kıyasla anlamlı bir etki yaratmadığı ve ödemi azaltmadığı bildirilmiştir<sup>198</sup>.

Özetle yapılan çalışmalar sonucunda MFG yöntemlerinin GKA sonrası gelişen ödem üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olmadığı bildirilmektedir<sup>130,166</sup>. Medeiros ve ark. kasa uygulanan basıncın vazodilatörlerin salınımında etkili olduğunu ve bu durumdan dolayı akut dönemde ödemin gelişimini durdurmayacağını belirtmişlerdir<sup>166</sup>. Çalışmamızda kullandığımız MFG yöntemlerinin kan damarlarındaki vazodilatör etkenlerin artmasından dolayı kontrol grubuna kıyasla ödem üzerinde azaltıcı etkilerinin olmadığını düşünmekteyiz.

### **Patlayıcı Kuvvet**

### **Vertikal Sıçrama**

Patlayıcı kuvveti ölçmenin en iyi yollarından biri vertikal sıçrama testidir. Vertikal sıçrama her spor branşında gerekli olduğundan dolayı değil, sportif başarının önemli belirteçlerinden olmasından dolayı test edilmesi gereken parametrelerden bir

tanesisidir. Bununla birlikte uygulanan programların ve uygulamaların etkili olup olmadığının ölçülmesinde etkili bir parametredir<sup>122,153,167</sup>.

Çalışmamızda vertikal sıçrama değerlerinin EYYDM grubunda ön değerlendirme ile 72. saat arasında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde arttığı gözlemlendi. FR ve kontrol gruplarının ise zamana bağlı değişimlerinin benzer olduğu belirlendi.

Titreşimli ve titreşimsiz FR uygulamalarının vertikal sıçrama performansı üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada hamstring kası üzerine 5 dk uygulanan FR'nin akut etkisi incelenmiştir. Çalışma sonucunda her iki FR'nin de vertikal sıçrama yüksekliğini artırdığını fakat anlamlı düzeyde artışın olmadığı bildirilmiştir. Çalışmada vertikal sıçrama birden fazla kas grubunun anlık aktivasyonunu gerektirdiği ve sıçrama sırasında en çok etkilenen kasların ekstrinsör kaslar olduğu belirtilmiştir. Araştırmacılar sadece hamstring kasına uygulanan FR'nin sıçrama performansını anlamlı düzeyde etkilemediğini bildirmişlerdir<sup>122</sup>. Kontrollü bir diğer çalışmada erkek bireylerde FR uygulamasının vertikal sıçrama üzerine olan etkileri incelenmiştir. Çalışmada quadriceps, hamstring, gastrocnemius ve gluteal bölge kaslarına her kas için 30 sn süreyle uygulanan FR'nin hemen sonrasında vertikal sıçrama testi yapılmış ve kontrol grubuna kıyasla anlamlı fark gözlenmemiştir. Araştırmacılar farkın olmamasının MFG yöntemlerinin parasempatik aktiviteyi artırması ile ilişkili olduğunu bildirmişlerdir<sup>137</sup>. Pişirici ve ark. GKA olmaksızın FR, EYYDM ve dinamik germinin vertikal sıçrama üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada hamstring, gastrosoleus ve plantar fasya bölgelerine uygulama yapmışlardır. Araştırmacılar her bir grup için 16 dk uygulama yapmış, yapılan uygulamalar sonrasında tüm gruplarda vertikal sıçrama değerlerinin anlamlı düzeyde geliştiğini bildirmişlerdir. Fakat gruplar arasında herhangi bir fark gözlenmemiştir. Çalışmada fark gözlenmemesinin FR

uygulamasının süresi, sıklığı ve basıncı üzerinde fikir birliği olmaması veya uygulama sırasında bağ doku ve fasya özelliklerinin, özellikle doku bileşenlerinin farklı şekilde etkilenmesinden dolayı kas sertliğinin de farklı oranlarda değişmesinden kaynaklanabileceği bildirilmiştir. Araştırmacılar fark gözlenmemesinin bir diğer nedeninin EYYDM uygulamasında kullanılan enstrümanların yapısal özelliklerinin, uygulama yapılan kas sayısının ve takip süresinin standardizasyonunun olmamasından kaynaklı olabileceğini bildirmişlerdir<sup>168</sup>. GKA oluşturulmadan basketbolcular üzerinde yapılan bir diğer kontrollü çalışmada EYYDM uygulamasının vertikal sıçrama üzerine olan etkileri incelenmiştir. Araştırmacılar EYYDM'yi tüm alt ekstremiteye aktif hareket sırasında 30 dk boyunca uygulamış ve kontrol grubuna kıyasla vertikal sıçrama yüksekliğini anlamlı düzeyde geliştirdiğini belirtmişlerdir. Çalışmada kısa süreli EYYDM uygulamasının kas kuvveti üzerinde etkili olmadığını, uzun süreli uygulamanın ise kas kuvvetini geliştirebileceğini ve bu nedenle vertikal sıçrama yüksekliğini artırabileceği bildirilmiştir<sup>158</sup>.

Literatürde GKA oluşumu sonrası KKMKG tekniklerinden FR ve roller topu ile yapılan ve vertikal sıçrama yüksekliğini değerlendiren sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmaların birinde sağlıklı bireylere çömelme egzersizi ile oluşturulan GKA'dan hemen sonra, 24. ve 48. saatlerde toplam 3 kez uyluk çevresi kaslarına (anterior, posterior, lateral ve medial bölgelerine) FR uygulanmış ve vertikal sıçrama üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışma sonucunda vertikal sıçrama değerlerinin FR grubunda 48. saate kadar kontrol grubuna oranla daha yüksek olduğu fakat FR uygulaması olmayan 72. saatte kontrol grubu arasında anlamlı bir fark gözlenmediği bildirilmiştir. Çalışmada FR uygulamasının inflamasyon ve nosiseptör aktivasyonunu azalttığı ve mitokondriyal biyogenezi artırdığı bildirilmiş, bu etkinin nöral inhibisyonun azalması ile birlikte afferent reseptörlerin daha iyi iletişim

kurmasını sağladığı belirtilmiştir. Araştırmacılar FR uygulamasının 24. ve 48. Saatlerde ortaya çıkan farkın bu iletişimin iyi olmasının dolayı nötral kas dizilimini koruyarak sıçrama kuvvetinin düşmesine engel olmasından kaynaklandığını bildirmişlerdir<sup>130</sup>. FR ve roller topunun GKA sonrasında vertikal sıçrama üzerine etkilerinin incelendiği bir başka cross-over randomize kontrollü çalışmada uygulamalar ağrı hissedilmeyecek en yüksek basınçta, posterior zincir kaslarına (ayak arki, gastrocnemius, hamstring, gluteal ve lumbal bölge kasları, suboksipital kaslar) toplam 6 dk boyunca yapılmıştır. Çalışmada FR ve roller topu uygulamalarının kontrol grubuna kıyasla anlamlı bir etki meydana getirmediği belirtilmiştir. Araştırmacılar bu sonucun kaslardaki artan gerilme toleransına bağlı olarak kuvvet çıkışının azalmasından kaynaklandığını bildirmişlerdir<sup>147</sup>. Drinkwater ve ark. FR'nin GKA sonrasında vertikal sıçrama üzerine olan etkilerini inceledikleri kontrollü çalışmada GKA'yı izokinetik dinamometre kullanarak quadriceps kasında oluşturmuşlardır. Çalışmada uyluk kaslarına ve gluteal kaslara, her bir kasa 3 dk FR uygulanmış ve GKA oluşumundan hemen sonra, 24., 48. ve 72. saatlerde değerlendirme yapılmıştır. Çalışma sonucunda vertikal sıçramada FR grubunun kontrol grubuna kıyasla 48. saatte orta düzeyde, 72. saatte ise anlamlı düzeyde daha iyi değerlere sahip olduğu belirtilmiştir. Araştırmacılar vertikal sıçramadaki artışın FR uygulamasının ağrı toleransını artırması ve kas kuvvet kaybını engellemesinden kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir<sup>198</sup>.

Literatürde vertikal sıçrama ile ilgili yapılan çalışmalarda çoğunlukla MFG yöntemlerinin sıçrama yüksekliğini artırdığı fakat kontrol grupları ile anlamlı farkları olmadığı belirtilmektedir<sup>122,137,147,168</sup>. Bu sonuçlar doğrultusunda; çalışmamızda FR grubu ile kontrol grubu arasında anlamlı bir fark olmamasının FR'nin her bir kasa 1

kez uygulamasından ve uygulama süresinin az olmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz.

Literatürde GKA oluşumu sonrası EYYDM uygulamasının vertikal sıçrama üzerine olan etkilerini inceleyen çalışmaya rastlanmadı. Çalışmamız sonucunda gözlemlenen 72. saatte EYYDM grubundaki anlamlı artışın kısa süreli ve yüzeysel yapılan EYYDM uygulamasının kasta performansı azaltacak düzeyde gevşeme sağlamaması, mekanoreseptörlerdeki uyarılmayı artırmasından kaynaklı olduğunu düşünmekteyiz. Ayrıca grup içi değerlendirmelerde EYYDM grubunda istatistiksel olarak anlamlı olmasa da ön değerlendirmeye göre 72. saatte sıçrama performansında primer görev alan ekstansör kas kuvvetinin de yüksek olmasının vertikal sıçrama yüksekliğini olumlu etkilediğini düşünmekteyiz.

### **Horizontal sıçrama**

Horizontal sıçrama hem üst hem de alt vücut parçalarının karmaşık koordinasyonunu gerektirir ve alt ekstremitte patlayıcı kuvvetini gösteren bir harekettir<sup>133,170-173</sup>. Horizontal sıçrama sırasında ulaşılan mesafe, kas lifleri tarafından üretilen kuvvet miktarı ile doğrudan ilişkilidir ve özellikle quadriceps kasının kuvveti sıçrama mesafesinde önemli rol oynamaktadır<sup>170-173</sup>.

Çalışmamızda horizontal sıçrama değerlerinin zamana göre GKA oluşumu sonrasında anlamlı düzeyde değiştiği tespit edildi. EYYDM grubunda GKA oluşumu sonrasında 24. saatte arttığı 48. saatte azaldığı ve 72. saatte arttığı görüldü. FR grubunda ise 24. ve 48. saatte azaldığı 72. saatte ise arttığı tespit edildi. Fakat gruplar arasında anlamlı düzeyde bir değişim tespit edilmedi.

Pearcey ve ark.'nın erkek bireylerde her bir alt ekstremitte kasına 45 sn boyunca GKA oluşumundan hemen sonra, 24 ve 48. saatlerde uyguladıkları FR'nin horizontal sıçrama üzerine etkilerini inceledikleri çalışmada GKA oluşumundan sonra

24., 48. ve 72. saatlerde horizontal sıçrama mesafesinde anlamlı düzeyde azalma tespit etmişlerdir. Araştırmacılar bu sonucun yoğun egzersiz sırasında sarkomerlerde oluşan fizyolojik hasardan, akut kas yorgunluğu nedeniyle kuvvetin azalmasından ve hareket açıklığının azalmasından kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir<sup>174</sup>. Bir diğer kontrollü çalışmada GKA olmaksızın her bir alt ekstremite kasına 90'ar saniye uygulanan roller çubuğunun horizontal sıçrama üzerine etkileri incelenmiştir. Çalışmada değerlendirmeler uygulama öncesi ve sonrasında uygulanmıştır. Çalışma sonucunda roller çubuğu uygulamasının horizontal sıçrama üzerinde kontrol grubu ile benzer etkiye sahip olduğu bildirilmiştir. Araştırmacılar roller çubuğu uygulamasının kontrol grubuna kıyasla esnekliği artırdığını ve buna bağlı olarak horizontal sıçrama düzeyinin etkilenmediğini bildirmişlerdir<sup>143</sup>.

Geçmiş çalışmalarda EYYDM yönteminin kullanıldığı ve GKA oluşumu sonrasında etkilerinin incelendiği çalışma bulunmamaktadır.

Literatürdeki çalışmalarda kaslar üzerine uzun süreli uygulanan germe egzersizlerinin veya gevşetme yöntemlerinin kas performansını artırmadığını belirtilmektedir<sup>122,174,186,187</sup>. Çalışmamızda kullandığımız EYYDM ve FR uygulamalarının yumuşak doku üzerine basınç uygulama yoluyla fasyal dokulardaki mekanoreseptörleri uyarması ve kasta gevşeme sağlaması beklenmektedir<sup>28,119,120</sup>. Çalışmamızda gruplar arasında anlamlı düzeyde farklılık olmamasının uyguladığımız tekniklerin kasta meydana getirdiği gevşeme etkisinden dolayı olduğunu düşünmekteyiz.

## **Denge**

Postüral denge vücudun ağırlık merkezini destek alanı içerisinde tutmak için duyu ve motor sistemleri içeren karmaşık bir görevdir. Bu sistemlerden herhangi birinin bozulması sonucunda denge ve beceri yeteneği negatif yönde



etkilenebilmektedir<sup>176-179</sup>. Denge, statik ve dinamik olmak üzere iki kategoride incelenmektedir. Statik denge, minimum hareketle bir pozisyonu koruma yeteneği olarak tanımlanırken, dinamik denge ise hareketli bir destek tabanı üzerinde ağırlık merkezinin korunması olarak tanımlanmaktadır<sup>180,181</sup>. Sabit veya hareketli bir yüzey üzerinde duruş sırasında, gözler açık veya kapalı iken dengenin değerlendirilmesi postüral kontrol sistemlerini zorlayarak düşme riskini ve vücut pozisyonunun algılanması ile ilgili olan propriyoseptif duyuyu test eder<sup>179</sup>. Öte yandan yüksek şiddetli eksentrik egzersiz sonrasında propriyoseptif duyuda bozulma meydana gelebilmektedir<sup>176-179</sup>.

Çalışmamızda FR ve kontrol grubu katılımcıların Y denge anterior değerlerinin tüm gruplarda zamanla anlamlı düzeyde arttığı ancak gruplar arasında anlamlı farkın olmadığı tespit edildi. Y denge posterolateral ve posteromedial denge sonuçlarına bakıldığında tüm gruplardaki katılımcıların değerlerinin zamana göre istatistiksel olarak anlamlı düzeyde arttığı ancak gruplar arasında fark olmadığı görüldü.

Khan ve ark. çalışmalarında GKA oluşumunun dinamik denge performansı üzerine olan etkilerini incelemişlerdir. Yapılan çalışmada herhangi bir GKA tedavi yöntemi uygulanmamış, sadece dinamik denge performansı üzerindeki değişim incelenmiştir. Çalışma sonucunda yüksek şiddetli egzersiz öncesindeki değerlere kıyasla dinamik denge değerlerinin 24. saatte en düşük seviyeye geldiği, 48. ve 72. saatlerde ise yükseldiği belirtilmiştir<sup>185</sup>.

Zhang ve ark. rekreasyonel sporcular üzerinde KKMKG'nin dinamik denge üzerine olan akut etkilerini inceledikleri cross-over randomize kontrollü çalışmada FR ve roller topu kullanarak ayak arkına (60 sn), lumbal bölge kaslarına (50 sn), suboksipital kaslara (40 sn), gastrocnemius (80 sn), hamstring (80 sn) ve gluteal kaslara (50 sn) toplam 6 dk, kontrol grubuna ise üst ekstremité kaslarına 6 dk uygulama

yapmışlardır. Çalışmada KKMĞ uygulamalarının kontrol grubuna kıyasla dinamik dengeyi daha fazla geliştirdiği belirtilmiştir. Araştırmacılar FR veya roller topu kullanılarak uygulanan basıncın mekanoreseptörleri uyarabilmesiyle birlikte motor ünite aktivasyonunu sağlayarak propriyoseptif duyunun iyileştirilebileğinden kaynaklı olduğunu bildirmişlerdir<sup>147</sup>. GKA oluşumu sonrasında şiddetli fiziksel aktivite düzeyine sahip bireylerde titreşimli ve titreşimsiz FR uygulamalarının dinamik denge üzerine etkilerinin incelendiği bir diğer kontrollü çalışmada GKA oluşumundan 24 saat sonra ve hissedilebilecek maksimum basınç ile bilateral quadriceps kaslarına, 2 tekrar 60 sn, toplam 2 dk uygulanan her iki FR'nin kontrol grubuna kıyasla daha iyi bir uzanma mesafesine sahip oldukları bildirilmiştir. Araştırmacılar uygulamaların kas mekanoreseptörlerinde duyusal girdiyi artırması nedeniyle propriyosepsiyonunun iyileşmesi ile ilgili olabileceğini bildirmişlerdir<sup>188</sup>.

Y denge testi kassal kuvvetin ve esnekliğin de etkili olduğu bir değerlendirmedir. Çalışmamızda GKA sonrası tüm gruplarda esneklik ve quadriceps kas kuvvetinde zamana bağlı değişimin benzer olması Y denge testi sonuçlarımızın tüm gruplarda benzer olmasına katkı sağlamış olabilir.

Literatüre bakıldığında çalışmamızda uyguladığımız her iki MFG yönteminin GKA semptomları üzerinde etkilerini inceleyen çalışmalar sınırlıdır. Yapılan çalışmalarda uygulanan yöntemlerin uygulama süresi, sıklığı, günleri ve basıncı hakkında fikir birliği sağlanamamıştır. Farklı süre ve farklı basınçlarda uygulanan yöntemlerin birbirinden farklı sonuçlara sahip olduğu görülmektedir. Bu nedenle MFG uygulamalarının etkinliği hakkında kesin sonuca varabilmemiz mümkün değildir. Ayrıca EYYDM uygulamasının GKA sonrasında horizontal sıçrama, vertikal sıçrama, kas kuvveti, ödem ve denge parametreleri üzerinde etkilerini inceleyen çalışmalara

rastlanmaması bu parametreler üzerinde etkileri hakkında fikir sahibi olamamamıza neden olmaktadır.

## **Limitasyonlar**

Çalışmamızın sahip olduğu bazı limitasyonlar vardır. Literatürde GKA'nın tamamen ortadan kaybolması için gereken süre 5-7 gün olarak belirtilmiştir. Çalışmamızda 72. saate kadar olan etkilerini karşılaştırmamız ve 7. güne kadar değerlendirme yapamamamız bu süre zarfında görülebilecek olası etkileri yansıtmamızı sınırlamıştır. Çalışmaya 20-35 yaş aralığındaki orta veya yüksek şiddetli fiziksel aktivite düzeyine sahip bireyler dahil edildiğinden çalışma sonuçları sadece bu yaş aralığındaki erkek bireyler için geçerlidir. Çalışmanın bir diğer limitasyonu ise alt ekstremitte uzunluğunun değerlendirilmemesinden dolayı Y denge toplam skorunun yorumlanamamış olmasıdır.

## **Çalışmanın Güçlü Yanları**

Günümüze kadar yapılan çalışmalarda; çalışmamızda kullandığımız EYYDM yönteminin GKA üzerine etkilerini inceleyen sınırlı sayıda çalışma yapılmış ve genellikle esneklik ve ağrı üzerine etkilerine odaklanılmıştır. Çalışmamızda bir çok spor branşında skoru belirlemede önemli yere sahip olan patlayıcı kuvvet, dinamik denge parametreleri ve kas kuvveti ile birlikte ödem değerlendirmesinin de yer almasının literatürde bir ilk olması çalışmamızın güçlü yanlarıdır.

## Bölüm 6

### SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmamızı EYYDM ve FR'nin gecikmiş kas ağrısı, ödem, esneklik, patlayıcı kuvvet, dinamik denge ve kas kuvveti üzerine olan akut etkilerini incelemek amacıyla gerçekleştirdik. Çalışmamız sonuçlarının tümünü şu şekilde özetleyebiliriz:

- Çalışmamız sonucunda GKA'yı değerlendirmek için kullanılan VAS'a göre ağrı değerleri EYYDM ve FR gruplarında benzerdir. Buna bağlı olarak 'Sporcularda Enstrümental yardımcı yumuşak doku mobilizasyonu ile Foam Roller'in gecikmiş kas ağrısı üzerine etkileri benzerdir' hipotezimiz kabul edildi.
- Esneklik değerlendirmesi için kullanılan otur uzan testi sonucunda EYYDM ve FR grupları arasında fark gözlenmedi. Buna bağlı olarak 'Sporcularda Enstrümental yardımcı yumuşak doku mobilizasyonu ile Foam Roller'in esneklik üzerine etkileri benzerdir' hipotezimiz kabul edildi.
- Patlayıcı kuvvet değerlendirmesi için kullanılan horizontal sıçrama testi sonucunda EYYDM, FR ve kontrol grupları arasında fark gözlenmedi. Vertikal sıçrama testi sonucunda ise EYYDM grubunda daha iyi sıçrama mesafesi kaydedildi. Buna bağlı olarak 'Sporcularda Enstrümental yardımcı yumuşak doku mobilizasyonu ile Foam Roller'in patlayıcı kuvvet üzerine etkileri benzerdir' hipotezimiz reddedildi.
- Kas kuvveti değerlendirmesi sonuçlarında 72. saatte yapılan 60°/sn açılmal hızda ekstansör pik tork değerlendirmesinde EYYDM grubunda kontrol grubuna

kıyasla anlamlı düzeyde artış gözlemlendi. Bu nedenle ‘Sporcularda Enstrümental yardımcı yumuşak doku mobilizasyonu ile Foam Roller’in kas kuvveti üzerine etkileri benzerdir’ hipotezimiz reddedildi.

- Ödem değerlendirilmesi için kullandığımız uyluk çevre ölçümü sonuçlarının 72. saatte EYYDM grubunda kontrol grubuna kıyasla daha yüksek olduğu görüldü. Bu nedenle ‘Sporcularda Enstrümental yardımcı yumuşak doku mobilizasyonu ile Foam Roller’in ödem üzerine etkileri benzerdir’ şeklindeki hipotezimiz reddedildi.
- Dinamik denge değerlendirilmesi için kullandığımız Y denge testi sonuçlarına göre EYYDM ve FR gruplarının uzanma mesafeleri benzerdir. Bu nedenle ‘Sporcularda Enstrümental yardımcı yumuşak doku mobilizasyonu ile Foam Roller’in denge üzerine etkileri benzerdir’ şeklindeki hipotezimiz kabul edildi.

Çalışmamızın sonuçlarına göre EYYDM ve FR uygulamaları sonucunda kontrol grubuna kıyasla ağrı, esneklik, horizontal sıçrama ve dinamik denge değerlendirmelerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlenmedi. Ödem ve ekstansör kas kuvveti değerlendirilmesi sonucunda GKA sonrası 72. saatte EYYDM uygulamasında kontrol grubuna oranla istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek olduğu tespit edildi. Ayrıca EYYDM uygulamasının ön değerlendirmeye göre vertikal sıçrama yüksekliğini istatistiksel olarak anlamlı düzeyde artırdığı tespit edildi.

Çalışmamızda kullandığımız MFG yöntemleri ile ilgili yapılan çalışmalarda; kullandığımız değerlendirme yöntemlerinden olan patlayıcı kuvvet ve dinamik denge değerlendirmelerini içeren sınırlı sayıda çalışma vardır. Bu konu ile ilgili çalışmaların yapılmasını ve MFG yöntemlerinin etkinliğinin incelenmesi gerektiğini düşünmekteyiz.

Ayrıca günümüze kadar yapılan çalışmalarda EYYDM ve FR uygulamalarının uygulama süresi, sıklığı ve basıncı üzerinde bir konsensus bulunmamakta ve çalışma sonuçları da değişkenlik göstermektedir. Bu nedenle uygulanan tedavi yöntemlerinin etkinliği ile ilgili kesin bir sonuca varmak mümkün değildir. EYYDM ve FR uygulamaları için konsensus oluşturulabilmesi için farklı tedavi protokollerini karşılaştıran çalışmalara ihtiyaç vardır.

EYYDM uygulaması bu konuda eğitim almış deneyimli sağlık profesyonelleri tarafından yapılmaktadır. Klinikte bu uygulamanın sıklıkla yüzeysel olarak ve dinlenme pozisyonundayken uygulanması uygulanan bireyler açısından avantaj sağlamaktadır. Bireylerde uygulama sırasında farklı kas gruplarını ve eklemleri kullanmamaya bağlı olarak yorgunluğun az olması uygulamanın tolere edilebilirliğini artırmaktadır. Öte yandan FR uygulaması kişinin kendi kendine uygulama yapmasını gerektirmektedir. FR uygulaması daha yüksek basınçla ve vücut ağırlığı ile yapıldığından EYYDM uygulamasına kıyasla daha fazla yorgunluk meydana getirmekte ve uygulanan bireylerin uygulamayı tolere edebilmesi daha zor olmaktadır.

Çalışma sonucunda her iki yöntemin de ağrı, esneklik, horizontal sıçrama ve denge üzerine etkilerinin benzer olmasından yola çıkarak EYYDM uygulaması yapılmasının bu parametreler üzerinde etki etmesi istenen zamanlarda FR'ye kıyasla daha tolere edilebilir ve konforlu bir yöntem olabileceğini düşünmekteyiz.

## KAYNAKLAR

1. Rowlands, A.V, Eston, R. G., Tlzey, C.(2001). *Effect Of Stride Length Manipulation On Symptoms Of Exercise-Induced Muscle Damage And The Repeated Bout Effect*. J Sports Sci. 19(5): 333-340.
2. Heung K, Hume P, Maxwell L. (2003) *Delayed Onset Muscle Soreness: Treatment Strategies And Performance Factors*. Sports Medicine;33(2):145-64.
3. Jackson, A., Langford, N. J. (1989) *The criterion-related validity of the sit and reach test: replication and extension of previous findings*. Research quarterly for exercise and sport, 60(4), 384-397
4. Bieuzen F, Bleakley Cm, Costello Jt. (2013) *Contrast Water Therapy And Exercise Induced Muscle Damage: A Systematic Review And Meta-Analysis*. Plos One;8(4):E62356.
5. Costello J.T., Bieuzen F., Bleakley Cm. (2013) *Where Are All The Female Participants In Sports And Exercise Medicine Research?*. European Journal Of Sport Science;14(8):847-51.
6. Close, G. L., Ashton, T., Mcardle, A., & Maclaren, D. P. (2005). *The Emerging Role Of Free Radicals In Delayed Onset Muscle Soreness And Contraction-Induced Muscle Injury*. *Comparative Biochemistry And Physiology. Part A, Molecular & Integrative Physiology*, 142(3), 257–266.

7. Tiidus, P. M., & Shoemaker, J. K. (1995). *Effleurage Massage, Muscle Blood Flow And Long-Term Post-Exercise Strength Recovery*. *International Journal Of Sports Medicine*, 16(7), 478–483.
8. Cheung, K., Hume, P., Maxwell, L.(2003). *Delayed Onset Muscle Soreness: Treatment Strategies And Performance Factors*. *Sports Med*. 33(2): 145-164.
9. Ernst, E.(1998). *Does Post-Exercise Massage Treatment Reduce Delayed Onset Muscle Soreness? A Systematic Review*. *Br J Sports Med*. 32(3): 212- 214.
10. Nikolaidis, M. (2017). *The Effects Of Eccentric Exercise On Muscle Damage And Blood Redox Status In Men And Women*. *Journal Of Functional Morphology And Kinesiology*, 2(2), 20.
11. Johansson, P. H., Lindström, L., Sundelin, G., & Lindström, B. (1999). *The Effects Of Preexercise Stretching On Muscular Soreness, Tenderness And Force Loss Following Heavy Eccentric Exercise*. *Scandinavian Journal Of Medicine & Science In Sports*, . 9(4), 219–225.
12. Glasgow, P. D., Hill, I. D., Mckevitt, A. M., Lowe, A. S., Baxer, D. (2001). *Low Intensity Monochromatic Infrared Therapy: A Preliminary Study Of The Effects Of A Novel Treatment Unit Upon Experimental Muscle Soreness*. *Lasers Surg Med*. 28: 33-39.
13. Isabell, W. K., Durrant, E., Myrer, W., & Anderson, S. (1992). *The Effects Of Ice Massage, Ice Massage With Exercise, And Exercise On The Prevention And*



*Treatment Of Delayed Onset Muscle Soreness.* Journal Of Athletic Training, 27(3), 208–217.

14. Craig, J.A., Cunningham, M.B., Walsh, D.M., Baxter, G.D., Allen, J.M.(1996). *Lack Of Effect Of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation Upon Experimentally Induced Delayed Onset Muscle Soreness In Humans.* Pain. 67: 285-289.
15. Plaskett, C., Tindus, P.M., Livingston, L.(1990). *Ultrasound Treatment Does Not Affect Postexercise Muscle Strength Recovery Or Soreness.* J Sport Rehabil. 8: 1-9.
16. Stay, J.C., Richard, M.D., Draper, D. O, Schulthies, S.S., Durrant, E.(1998). *Pulsed Ultrasound Fails To Diminish Delayed-Onset Muscle Soreness Symptoms.* J Athl Train. 33: 341-346.
17. Boobphachart, D., Manimmanakorn, N., Manimmanakorn, A., Thuwakum, W., & Hamlin, M. J. (2017). *Effects Of Elastic Taping, Non-Elastic Taping And Static Stretching On Recovery After Intensive Eccentric Exercise.* Research In Sports Medicine (Print), 25(2), 181–190.
18. Donnelly, A.E., Maughan, R.J., Whiting, P.H.(1990). *Effects Of Ibuprofen On Exercise-Induced Muscle Soreness And Indices Of Muscle Damage.* Br J Sports Med. 24(3): 191-195.

19. Francis, K.T., Hoobler, T.(1987). *Effects Of Aspirin On Delayed Muscle Soreness*. J. Sports Med Phys Fitness. 27(3): 333-337.
20. Hasson, S.M., Wible, C.L., Reich, M., Barnes, W.S., Williams, J.H.(1992). *Dexamethasone Iontophoresis: Effect On Delayed Muscle Soreness And Muscle Function*. Can J Sport Sci. 17(1): 8-13.
21. Baker Rt, Nasypany A, Seegmiller Jg, (2013) *Instrument-Assisted Soft Tissue Mobilization Treatment For Tissue Extensibility Dysfunction*. Int J Athl Ther Training. ;18(5):16–21
22. Macdonald N, Baker R, Cheatham Sw. (2016)*The Effects Of Instrument Assisted Soft Tissue Moilization On Lower Extremity Muscle Performance: A Randomized Controlled Trial*. Int J Sports Phys Ther. 11(7):1040–1047
23. Sullivan Km, Silvey Db, Button Dc, Behm Dg (2013). *Roller-Massager Application To The Hamstrings Increases Sit-And-Reach Range Of Motion Within Five To Ten Seconds Without Performance Impairments*. Int J Sports Phys Ther; 8(3):228-36.
24. Bradbury-Squires, D. J., Nofthall, J. C., Sullivan, K. M., Behm, D. G., Power, K. E., & Button, D. C. (2015). *Roller-Massager Application To The Quadriceps And Knee-Joint Range Of Motion And Neuromuscular Efficiency During A Lunge*. *Journal Of Athletic Training*, 50(2), 133–140.

25. Gajdosik, R. L., & Bohannon, R. W. (1987). *Clinical Measurement Of Range Of Motion. Review Of Goniometry Emphasizing Reliability And Validity. Physical Therapy, 67(12), 1867–1872.*
26. Laffaye, G., Da Silva, D. T., & Delafontaine, A. (2019). *Self-Myofascial Release Effect With Foam Rolling On Recovery After High-Intensity Interval Training. Frontiers In Physiology, 10, 1287.*
27. Hammer W. I. (2008). *The Effect Of Mechanical Load On Degenerated Soft Tissue. Journal Of Bodywork And Movement Therapies, 12(3), 246–256.*
28. Lee Jh, Lee Dk, Oh Js. (2016) The Effect Of Graston Technique On The Pain And Range Of Motion In Patients With Chronic Low Back Pain. *J Phys Ther Sci. 28(6):1852–1855*
29. Markovic G. (2015) *Acute Effects Of Instrument Assisted Soft Tissue Mobilization Vs. Foam Rolling On Knee And Hip Range Of Motion In Soccer Players. J Bodyw Mov Ther. 19(4):690–696.*
30. Portillo-Soto A, Eberman Le, Demchak Tj, (2014) *Comparison Of Blood Flow Changes With Soft Tissue Mobilization And Massage Therapy. J Altern Complement Med. 20(12):932–936.*
31. Hall J. E., Guyton (2013), *Guyton and Hall Tibbi Fizyoloji Kitabı*, 12. Baskı, Ankara: Nobel Kitabevi. Syf. 71-72

32. Pınar L. Sinir Ve Kas Fizyolojisi Temel Bilgiler. Ankara: Efil Yayınevi; 2010.
33. Herzog W. (2014) *Mechanisms Of Enhanced Force Production In Lengthening (Eccentric) Muscle Contractions*. J Appl Physiol. 116(11):1407–17.
34. Herzog W. (2014) *The Role Of Titin In Eccentric Muscle Contraction*. Journal Of Experimental Biology. 217(16):2825-33.
35. Kellermayer Msz, Smith Sb, Granzier Hl, (1997) *Folding-Un- Folding Transitions In Single Titin Molecules Characterized With Laser Tweezers*. Science.276:1112–6.
36. Leonard Tr, Herzog W. (2010) *Regulation Of Muscle Force In The Absence Of Actin-Myosin-Based Cross-Bridge Interaction*. Am J Physiol. 229:C14–20.
37. Herzog Ja, Leonard Tr, Jinha A, (2012) *Are Titin Properties Reflected In Single Myofibrils?* J Biomech. 45:1893–9. Labeit D, Watanabe K, Witt C, Et Al.
38. Wang K, Mccarter R, Wright J, Beverly J, Ramirez-Mitchell R. (1993) *Viscoelasticity Of The Sarcomere Matrix Of Skeletal Muscles. The Titin-Myosin Composite Filament Is A Dual-Stage Molecular Spring*. Biophys J. 64(4):1161-77.
39. Huxley Af, Niedergerke R. (1954) *Structural Changes In Muscle During Contraction; Interference Microscopy Of Living Muscle Fibres*. Nature. 22;173(4412):971-3.

40. Gordon Am, Huxley Af, Julian Fj.( 1966) *The Variation In Isometric Tension With Sarcomere Length In Vertebrate Muscle Fibres*. J Physiol. 184(1):170-192.
41. Lindstedt Sl, Lastayo Pc, Reich Te (2001) *When Active Muscles Lengthen: Properties And Consequences Of Eccentric Contractions*.News Physiol Sci. 16:256-61
42. Lastayo Pc, Woolf Jm, Lewek Md, Snyder-Mackler L, Reich T, Lindsted,Sl, (2003) *Eccentric Muscle Contractions: Their Contribution To Injury, Prevention, Rehabilitation, And Sport*. J Orthop Sports Phys Ther. 33(10):557-71.
43. Guilhem G, Cornu C, Guével A, Ann (2010) *Neuromuscular And Muscle-Tendon System Adaptations To Isotonic And Isokinetic Eccentric Exercise*. Phys Rehabil Med. 53(5):319-41.
44. Abbott, B. C., Bigland, B., And Ritchie, J. M. (1952). *The Physiological Cost Of Negative Work*. J. Physiol. 117, 380–390.
45. Friden, J., And Lieber, R. L. (1992). *Structural And Mechanical Basis Of Exercise- Induced Muscle Injury*. Med. Sci. Sports Exerc. 24, 521–530.
46. Friden, J., And Lieber, R. L. (1998). *Segmental Muscle Fiber Lesions After Repetitive Eccentric Contractions*. Cell Tissue Res. 293, 165–171.
47. Lauritzen, F., Paulsen, G., Raastad, T., Bergersen, L. H., And Owe, S. G. (2009). *Gross Ultrastructural Changes And Necrotic Fiber Segments In Elbow Flexor*

- Muscles After Maximal Voluntary Eccentric Action In Humans*. J. Appl. Physiol. 107, 1923–1934.
48. Cramer, R. M., Aagaard, P., Qvortrup, K., Langberg, H., Olesen, J., And Kjaer, M. (2007). *Myofibre Damage In Human Skeletal Muscle: Effects Of Electrical Stimulation Versus Voluntary Contraction*. J. Physiol. 583(Pt 1), 365–380.
49. Takekura, H., Fujinami, N., Nishizawa, T., Ogasawara, H., And Kasuga, N. (2001). *Eccentric Exercise-Induced Morphological Changes In The Membrane Systems Involved In Excitation-Contraction Coupling In Rat Skeletal Muscle*. J. Physiol. 533(Pt 2), 571–583.
50. Linari M, Bottinelli R, Pellegrino Ma, (2004) *The Mechanism Of The Force Response To Stretch In Human Skinned Muscle Fibers With Different Myosin Isoforms*. J Physiol. 554(2):335–52.
51. Blackburn, J. R., & Morrissey, M. C. (1998). *The relationship between open and closed kinetic chain strength of the lower limb and jumping performance*. The Journal of orthopaedic and sports physical therapy, 27(6), 430–435.
52. Huxley A. F. (1957). *Muscle Structure And Theories Of Contraction*. Prog. Biophys. Biophys. Chem. 7, 255–318.
53. Huxley A. F., Simmons R. M. (1971). *Proposed Mechanism Of Force Generation In Striated Muscle*. Nature 233, 533–538.

54. Linari M, Brunello E, Reconditi M, Fusi L, Caremani M, Narayanan T, Piazzesi G, Lombardi V, Irving M, (2015) *Force Generation By Skeletal Muscle Is Controlled By Mechanosensing In Myosin Filaments*. *Nature*, 528(7581):276-9.
55. Hessel, A. L., Lindstedt, S. L., & Nishikawa, K. C. (2017). *Physiological Mechanisms Of Eccentric Contraction And Its Applications: A Role For The Giant Titin Protein*. *Frontiers In Physiology*, 8, 70.
56. Nishikawa Kc, Monroy Ja, Uyeno Te, (2012) *Is Titin A 'Winding Filament'? A New Twist On Muscle Contraction*. *Proc Biol Sci*. 279:981–90.
57. Raig, J. A., Bradley, J., Walsh, D. M., Et Al. (1999). *Delayed Onset Muscle Soreness: Lack Of Effect Of Therapeutic Ultrasound In Humans*. *Archives Of Physical Medicine And Rehabilitation*, 80(3), 318e323.
58. Linke Wa, Ivemeyer M, Mundel P, Stockmeier Mr, Kolmerer B. (1998) *Nature Of Pevk-Titin Elasticity In Skeletal Muscle*. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 7;95(14):8052-7.
59. Freiburg A, Trombitas K, Hell W, Cazorla O, Fougrousse F, Centner T, Kolmerer B, Witt C, Beckmann Js, Gregorio Cc, Granzier H, Labeit S. (2000) *Series Of Exon-Skipping Events In The Elastic Spring Region Of Titin As The Structural Basis For Myofibrillar Elastic Diversity*. *Circ Res*. 9;86(11):1114-21.

60. Linari M, Bottinelli R, Pellegrino Ma, (2004) *The Mechanism Of The Force Response To Stretch In Human Skinned Muscle Fibers With Different Myosin Isoforms*. J Physiol. 554(2):335–52.
61. Hody, S., Croisier, J. L., Bury, T., Rogister, B., Ve Lepince, P. (2019). *Eccentric Muscle Contractions: Risks And Benefits*. Frontiers In Physiology, 10(5), 1–18.
62. Allen D. G. (2001). *Eccentric muscle damage: mechanisms of early reduction of force*. Acta physiologica Scandinavica, 171(3), 311–319.
63. Malm C., Yu J. G. (2012). *Exercise-Induced Muscle Damage And Inflammation: Re-Evaluation By Proteomics*. Histochem. Cell Biol. 138 89–99. 10.1007/S00418-012-0946-Z
64. Yu J. G., Carlsson L., Thornell L. E. (2004). *Evidence For Myofibril Remodeling As Opposed To Myofibril Damage In Human Muscles With Doms: An Ultrastructural And Immunoelectron Microscopic Study*. Histochem. Cell Biol. 121 219–227.
65. Paulsen G., Mikkelsen U. R., Raastad T., Peake J. M. (2012). *Leucocytes, Cytokines And Satellite Cells: What Role Do They Play In Muscle Damage And Regeneration Following Eccentric Exercise?* Exerc. Immunol. Rev. 18 42–97.
66. Hyldahl, R. D., & Hubal, M. J. (2014). *Lengthening Our Perspective: Morphological, Cellular, And Molecular Responses To Eccentric Exercise*. Muscle & Nerve, 49(2), 155–170.



67. Peake J., Nosaka K., Suzuki K. (2005). *Characterization Of Inflammatory Responses To Eccentric Exercise In Humans*. *Exerc. Immunol. Rev.* 11 64–85.
68. Snijders T, Nederveen Jp, McKay Br, Joannis S, Verdijk Lb, Van Loon Lj, Parise G. (2015) *Satellite Cells In Human Skeletal Muscle Plasticity*. *Frontiers In Physiology*. Oct 21;6:283.
69. Chang, N. C., & Rudnicki, M. A. (2014). *Satellite Cells: The Architects Of Skeletal Muscle*. *Current Topics In Developmental Biology*, 107, 161–181.
70. Hyldahl R. D., Olson T., Welling T., Groscost L., Parcell A. C. (2014). *Satellite Cell Activity Is Differentially Affected By Contraction Mode In Human Muscle Following A Work-Matched Bout Of Exercise*. *Front. Physiol.* 5:485. 10.3389/Fphys.2014
71. Cheung, K., Hume, P. A., Maxwell, L. (2003). *Delayed Onset Muscle Soreness*. *Sports Medicine*, 33(2), 145-164.
72. Naderi A, Rezvani Mh, (2020) Degens H. *Foam Rolling And Muscle And Joint Proprioception After Exercise-Induced Muscle Damage*. *J Athl Train.*;55(1):58-64. Doi:10.4085/1062-6050-459-18
73. Sellwood, K. L., Brukner, P., Williams, D., Nicol, A., Hinman, R. (2007). *Ice-Water Immersion And Delayed-Onset Muscle Soreness: A Randomised Controlled Trial*. *British Journal Of Sports Medicine*, 41(6), 392–397.

74. Proske, U., & Morgan, D. L. (2001). *Muscle Damage From Eccentric Exercise: Mechanism, Mechanical Signs, Adaptation And Clinical Applications*. The Journal Of Physiology, 537(Pt 2), 333–345.
75. Cheatham Sw, Kreiswirth E, Baker R. (2019) *Does A Light Pressure Instrument Assisted Soft Tissue Mobilization Technique Modulate Tactile Discrimination And Perceived Pain In Healthy Individuals With Doms?*. J Can Chiropr Assoc. 63(1):18-25.
76. Hough T. (1902) *Ergographic Studies In Muscular Soreness*. American Physical Education Review. 7(1):1-17.
77. Hortobágyi T, Katch F1, (1990) *Eccentric And Concentric Torque-Velocity Relationships During Arm Flexion And Extension*. Influence Of Strength Level. Eur J Appl Physiol Occup Physiol. 60(5):395-401.
78. Armstrong Rb. (1990) *Initial Events In Exercise-Induced Muscular Injury*. Med Sci Sports Exerc 22(4):429-35.
79. Dokumacı B, Atabek H. Ç. (2016) *Gecikmiş Kas Ağrısı Ve Oluşum Mekanizmaları: Oksidatif Stres İle İlişkisi*, Türkiye Klinikleri, J Sports Sci 8(1):22-34
80. Cleak Mj, Eston Rg.( 1992) *Muscle Soreness, Swelling, Stiffness And Strength Loss After In-Tense Eccentric Exercise*. Br J Sports Med 26(4):267-72.

81. De Vries Ha. (1966) *Quantitative Electromyographic Investigation Of The Spasm Theory Of Muscle Pain*. Am J Phys Med 45(3):119-34.
82. Schoenfeld B. J. (2012). *Does Exercise-Induced Muscle Damage Play A Role In Skeletal Muscle Hypertrophy?* Journal Of Strength And Conditioning Research, 26(5), 1441–1453.
83. Veqar Z, Kalra R. (2013) *Causes And Management Of Delayed Onset Muscle Soreness: A Review*. Elixir Human Physio.; 55:13205-11.
84. Roots H., Offer G. W., Ranatunga K. W. (2007). *Comparison Of The Tension Responses To Ramp Shortening And Lengthening In Intact Mammalian Muscle Fibres: Crossbridge And Non-Crossbridge Contributions*. J. Muscle Res. Cell Motil. 28, 123–139.
85. Hillj, Howatsong, Vansomeren Ketel. (2014) *Compression garments and Recovery From Exercise-Induced Muscle Damage: A Meta-Analysis*. Br J Sports Med; 48: 1340 – 1346
86. Hausswirthc, Mujikai. (2013) *Recovery For Performance In Sport*. Human Kinetics Isbn: 9781450434348
87. Mcgorm, H., Roberts, L. A., Coombes, J. S., & Peake, J. M. (2018). *Turning Up The Heat: An Evaluation Of The Evidence For Heating To Promote Exercise Recovery, Muscle Rehabilitation And Adaptation*. Sports Medicine (Auckland, N.Z.), 48(6), 1311–1328.

88. Beliard S, Chauveau M, Moscatiello Tetal. (2015) *Compression garments and Exercise: No Influence Of Pressure Applied*. Journal Of Sports Science & Medicine; 14: 75 – 83
89. Kraemer Wj, Bush Ja, Wickham R, (2001) *Continuous Compression As An Effective Therapeutic Intervention In Treating Eccentric-Exercise-Induced Muscle Soreness*. J Sport Rehabil, 10 (1): 11-23
90. Tiidus, P.M., Shoemaker, J.K.(1995). *Effleurage Massage, Muscle Blood Flow and Long Term Post Exercise Strength Recovery*. Int J Sports Med. 16: 478-483.
91. Holly Louisa Davis, Samer Alabed, And Timothy James Ainsley Chico, (2020) *Effect Of Sports Massage On Performance And Recovery: A Systematic Review And Meta-Analysis*, Bmj Open Sport Exerc Med. 6(1): E000614.
92. Zainal Zainuddin , Mike Newton, Paul Sacco, Kazunori Nosaka (2005) *Effects Of Massage On Delayed-Onset Muscle Soreness, Swelling, And Recovery Of Muscle Function*. J Athl Train, 40(3):174-80.
93. O'connor, R., Hurley, D.A.(2003). *The Effectiveness Of Physiotherapeutic Interventions In Management Of Delayed Onset Muscle Soreness: A Systematic Review*. Physical Therapy Reviews. 8: 77-195.

94. Schmitz Rj, Martin De, Perrin Dh, (1997) *Effect Of Interferential Current On Perceived Pain And Serum Cortisol Associated With Delayed Onset Muscle Soreness*. J. Sport Rehabil; 6: 30-7
95. Lambert M<sub>1</sub>, Marcus P, Burgess T, (2002) *Electro-Membrane Microcurrent Therapy Reduces Signs And Symptoms Of Muscle Damage*. Med Sci Sports Exerc; 34 (4): 602-7
96. Schmitz Rj, Martin De, Perrin Dh, (1997) *Effect Of Interferential Current On Perceived Pain And Serum Cortisol Associated With Delayed Onset Muscle Soreness*. J. Sport Rehabil. 6: 30-7
97. C R Denegar, D H Perrin, A D Rogol, R A Rutt (1989) *Influence Of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation On Pain, Range Of Motion, And Serum Cortisol Concentration In Females Experiencing Delayed Onset Muscle Soreness*. J Orthop Sports Physical Therapy; 11(3):100-3.
98. Craig R. Denegar, Phd, Atc And David H. Perrin, Phd, Atc. (1992) *Effect Of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation, Cold, And A Combination Treatment On Pain, Decreased Range Of Motion, And Strength Loss Associated With Delayed Onset Muscle Soreness*. J Athl Train. 27(3): 200, 202, 204-206.
99. Holmes Mam, Rudland Jr. (1991) *Clinical Trials Of Ultrasound Treatment In Soft Tissue Injury: A Review Critique*. Physiother Theory Pratt;7:163-75.

100. Ciccone Cd, Leggin Bg, Callamaro Jj. (1991) *Effects Of Ultrasound And Trolamine Salicylate Phonophoresis On Delayed Onset Muscle Soreness*. Phys. Ther.; 71 (9): 666-78
101. Aaron, S. E., Delgado-Diaz, D. C., & Kostek, M. C. (2017). *Continuous Ultrasound Decreases Pain Perception And Increases Pain Threshold In Damaged Skeletal Muscle*. Clinical Journal Of Sport Medicine, 27(3), 271e277.
102. Hasson, S., Mundorf, R., Barnes, W., Et Al. (1990). *Effect Of Pulsed Ultrasound Versus Placebo On Muscle Soreness Perception And Muscular Performance*. Scandinavian Journal Of Rehabilitation Medicine, 22(4), 199e205.
103. Aytar, A., Handan, E., Equer, L., Et Al. (2008). *Effectiveness Of Low-Dose Pulsed Ultrasound For Treatment Of Delayed-Onset Muscle Soreness: A Double-Blind Randomized Control Trial*. Isokinetics And Exercise Science, 16, 239e242.
104. Shankar, G., Sinha, A. G., & Sandhu, J. S. (2006). *Pulsed Ultrasound Does Not Affect Recovery From Delayed Onset Muscle Soreness*. Journal Of Health And Allied Sci- Ences, 5(1).
105. Gesell L.B., (2008) *Hyperbaric Oxygen Therapy Indications*. 12th Ed. Undersea And Hyperbaric Medical Society; Durham, Nc: 2008

106. Harrison Bc, Robinson D, Davison Bj, (2001) *Treatment Of Exercise-Induced Muscle Injury Via Hyperbaric Oxygen Therapy*. Med Sci Sports Exerc; 33 (1): 36-42
107. Mekjavic Ib, Exner Ja, Tesch Pa, (2000). *Hyperbaric Oxygen Therapy Does Not Affect Recovery From Delayed Onset Muscle Soreness*. Med Sci Sports Exerc; 32 (3): 558-63
108. Staples Jr, Clement Db, Taunton Je,. (1999) *Effects Of Hyperbaric Oxygen On A Human Model Of Injury*. Am J Sports Med; 27 (5): 600-5
109. Wessel J, Wan A. (1994) *Effect Of Stretching On The Intensity Of Delayed-Onset Muscle Soreness*. Clin J Sports Med; 4 (2): 83-7
110. Demirel N, Yüктаşır B, Yalçın B, Tanesen B. (2004) *Determining The Effects Of Static Strech Exercises On Flexibility Of Girls*. Atatürk Üniversitesi Besyo, Beden Eğitimi Ve Spor Bilimleri Dergisi.;6(3):25-30.
111. High Dm, Howley Et, Franks Bd. (1989) *The Effects Of Static Stretching And Warm-Up On Prevention Of Delayed-Onset Muscle Soreness*. Res Q Exerc Sport. ;60(4):357-61
112. Buroker Kc, Schwane Ja. (1989) *Does Postexercise Static Stretching Alleviate Delayed Muscle Soreness?* Phys Sportsmed;17(6):65-83.

113. Gulick Dt, Kimura If, Sitler M, Paolone A, Kelly Jd. (1996) *Various Treatment Techniques On Signs And Symptoms Of Delayed Onset Muscle Soreness*. *J Athl Train.*;31(2):145-152.
114. Cheatham, S. W., Baker, R., & Kreiswirth, E. (2019). *Instrument Assisted Soft-Tissue Mobilization: A Commentary On Clinical Practice Guidelines For Rehabilitation Professionals*. *International Journal Of Sports Physical Therapy*, 14(4), 670–682.
115. Lambert M, Hitchcock R, Lavallee K, Hayford E, Morazzini R, Wallace A, Conroy D, Cleland J. (2017) *The Effects Of Instrument-Assisted Soft Tissue Mobilization Compared To Other Interventions On Pain And Function: A Systematic Review*. *Physical Therapy Reviews*. 4;22(1-2):76-85.
116. Thomas L. Sevier, M.D. Gale M. Gehlsen, Ph.D. Sue A. Stover, P.T. Julie K. Wilson M.S.A. (1995) *Form of Augmented Soft Tissue Mobilization In The Treatment Of Lateral Epicondylitis*. *Medicine And Science In Sports And Exercise*;27(5).
117. Fowler, S., Wilson, J. K., & Sevier, T. L. (2000). *Innovative Approach For The Treatment Of Cumulative Trauma Disorders*. *Work (Reading, Mass.)*, 15(1), 9–14.
118. Davidson Cj, Ganion Lr, Gehlsen Gm, Verhoestra B, Roepke Je, Sevier Tl. (1997) *Rat Tendon Morphologic And Functional Changes Resulting From Soft Tissue Mobilization*. *Med Sci Sports Exerc.*; 29(3):313-9.



119. Ge, W., Roth, E., & Sansone, A. (2017). *A Quasi-Experimental Study On The Effects Of Instrument Assisted Soft Tissue Mobilization On Mechanosensitive Neurons*. *Journal Of Physical Therapy Science*, 29(4), 654–657.
120. Cheatham Sw, Lee M, Cain M, Baker R. (2016) *The Efficacy Of Instrument Assisted Soft Tissue Mobilization: A Systematic Review*. *J Can Chiropr Assoc.*;60(3):200-211. Pmid: 27713575;
121. Loghmani, Mary & Warden, Stuart. (2009). *Instrument-Assisted Cross-Fiber Massage Accelerates Knee Ligament Healing*. *The Journal Of Orthopaedic And Sports Physical Therapy*. 39. 506-14.
122. Lim Jh, Park Cb. (2019) *The Immediate Effects Of Foam Roller With Vibration On Hamstring Flexibility And Jump Performance In Healthy Adults*. *J Exerc Rehabil.* ;15(1):50-54.
123. Rock G. (2018), What is Graston technique, <https://movementstudio.melbourne/what-is-graston-technique/> (22.01.2018)
124. Beardsley, C., & Škarabot, J. (2015). *Effects Of Self-Myofascial Release: A Systematic Review*. *Journal Of Bodywork And Movement Therapies*, 19(4), 747–758.
125. Stecco, C., Porzionato, A., Macchi, V., Tiengo, C., Parenti, A., Aldegheri, R., Delmas, V., & De Caro, R. (2006). *Histological Characteristics Of The Deep*

*Fascia Of The Upper Limb*. Italian Journal Of Anatomy And Embryology = Archivio Italiano Di Anatomia Ed Embriologia, 111(2), 105–110.

126. Chaitow L 2009 *Research In Water And Fascia. Micro-Tornadoes, Hydrogenated Diamonds & Nanocrystals*. *Massage Today* 9: 1-3
127. Lee J, Young A, Erb Nj, Herzog Vw. (2020) *Acute And Residual Effects Of Iastm And Roller Massage Stick On Hamstring Range Of Motion*. *J Allied Health*.;49(1):E51-E55.
128. Stecco, C., Gagey, O., Belloni, A., Pozzuoli, A., Porzionato, A., Macchi, V., Delmas, V., (2007). *Anatomy Of The Deep Fascia Of The Upper Limb. Second Part: Study Of Innervation*. *Morphologie* 91, 38e43.
129. Zorko N., Škarabot J., García-Ramos A., Štirn I. (2016). *The Acute Effect Of Self-Massage On The Short-Term Recovery Of Muscle Contractile Function*. *Kinesiol. Slov.* 22, 31–40.
130. Macdonald Gz, Button Dc, Drinkwater Ej, Behm Dg. (2014) *Foam Rolling As A Recovery Tool After An Intense Bout Of Physical Activity*. *Med Sci Sports Exerc*.;46(1):131-42.
131. Jay, K., Sundstrup, E., Søndergaard, S. D., Behm, D., Brandt, M., Særvoll, C. A., Jakobsen, M. D., & Andersen, L. L. (2014). *Specific And Cross Over Effects Of Massage For Muscle Soreness: Randomized Controlled Trial*. *International Journal Of Sports Physical Therapy*, 9(1), 82–91.

132. Savcı S, Öztürk M, Arıkan H, İnce D. İnal, Tokgözoğlu L. (2006) *Physical Activity Levels Of University Students*. Turk Kardiyol Dern Ars.; 34(3): 166-172
133. Dabbs, N. C., Black, C. D., & Garner, J. (2015). *Whole-Body Vibration While Squatting And Delayed-Onset Muscle Soreness In Women*. Journal Of Athletic Training, 50(12), 1233–1239.
134. Stroiney, D. A., Mokris, R. L., Hanna, G. R., & Ranney, J. D. (2020). *Examination Of Self-Myofascial Release Vs. Instrument-Assisted Soft-Tissue Mobilization Techniques On Vertical And Horizontal Power In Recreational Athletes*. Journal Of Strength And Conditioning Research, 34(1), 79–88.
135. The Relationship Between Hip Strength And The Y-Balance Test. Benjamin R. Wilson, Kaley E. Robertson, Jeremy M. Burnham, Michael C. Yonz, Mary Lloyd Ireland, And Brian Noehren
136. Murase, S., Terazawa, E., Queme, F., Ota, H., Matsuda, T., Hirate, K., Kozaki, Y., Katanosaka, K., Taguchi, T., Urai, H., & Mizumura, K. (2010). *Bradykinin And Nerve Growth Factor Play Pivotal Roles In Muscular Mechanical Hyperalgesia After Exercise (Delayed-Onset Muscle Soreness)*. The Journal Of Neuroscience: The Official Journal Of The Society For Neuroscience, 30(10), 3752–3761
137. Jones, A., Brown, L., Coburn, J., & Noffal, G. (2015). Effects Of Foam Rolling On Vertical Jump Performance. *International Journal Of Kinesiology And Sports Science*, 3(3), 38-4

138. Kanda, K., Sugama, K., Hayashida, H., Sakuma, J., Kawakami, Y., Miura, S., Yoshioka, H., Mori, Y., Suzuki, K. (2013). *Eccentric Exercise-Induced Delayed-Onset Muscle Soreness And Changes In Markers Of Muscle Damage And Inflammation*. *Exercise Immunology Review*, 19, 72–85
139. Jooyoung K, Joohyung L. (2019) *Effect Of Instrument-Assisted Soft Tissue Mobilization On Exercise-Induced Muscle Damage And Fibrotic Factor: A Randomized Controlled Trial*. *Journal Of Men's Health*. 15(4);18-27.
140. Nakamura, M.; Yasaka, K.; Kiyono, R.; Onuma, R.; Yahata, K.; Sato, S.; Konrad, A. (2021) *The Acute Effect Of Foam Rolling On Eccentrically-Induced Muscle Damage*. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 18, 75.
141. Çon M, Akyol P, Tural E, Taşmektepligil My. (2012) *The Effect Of Flexibility And Body Fat Percent- Age On Vertical Jump Performance With Volleyball Players*. *Selçuk University Journal Of Physical Education And Sport Science*.;14(2):202-7.
142. Bregenhof, B., Jørgensen, U., Aagaard, P., Nissen, N., Creaby, M. W., Thorlund, J. B., Jensen, C., Torfing, T., & Holsgaard-Larsen, A. (2018). *The Effect Of Targeted Exercise On Knee-Muscle Function In Patients With Persistent Hamstring Deficiency Following Acl Reconstruction - Study Protocol For A Randomized Controlled Trial*. *Trials*, 19(1), 75.
143. Queiroga M., Lima L. S., Campos L. E., Fernandes D. Z., (2020). *Effect of myofascial release on lower limb range of motion, sit and reach and horizontal*

- jump distance in male university students. Journal of Bodywork and Movement Therapies.*
144. Xie Y, Feng B, Chen K, Andersen LI, (2018) *The Efficacy Of Dynamic Contract-Relax Stretching On Delayed-Onset Muscle Soreness Among Healthy Individuals: A Randomized Clinical Trial.* Clin J Sport Med. 28(1):28-36.
145. Casanova N, Reis Jf, Vaz Jr, Machado R, Mendes B, Button Dc, Pezarat-Correia P, Freitas Sr. (2018) *Effects Of Roller Massager On Muscle Recovery After Exercise-Induced Muscle Damage.* J Sports Sci. 36(1):56-63.
146. Nosaka K, Sakamoto K, Newton M, Sacco P.(2014) *Influence Of Pre-Exercise Muscle Temperature On Responses To Eccentric Exercise.* J Athl Train. 39(2):132-137.
147. Zhang Q, Trama R, Fouré A, Hautier Ca. (2020) *The Immediate Effects Of Self-Myofascial Release On Flexibility, Jump Performance And Dynamic Balance Ability.* J Hum Kinet. 2020;75:139-148.
148. Couture G, Karlik D, Glass Sc, Hatzel Bm. (2015) *The Effect Of Foam Rolling Duration On Hamstring Range Of Motion.* Open Orthop J.9:450-455.
149. Heinecke MI, Thuesen St, Stow Rc. (2013) *Graston Technique On Shoulder Motion In Overhead Athletes.* J Undergrad Kinesiol Res. 0(1):27-39

150. Vardiman Jp, Siedlik J, Herda T, (2015) *Instrument-Assisted Soft Tissue Mobilization: Effects On The Properties Of Human Plantar Flexors*. Int J Sports Med. 36(3):197–203.
151. Lu, X., Wang, Y., Lu, J., You, Y., Zhang, L., Zhu, D., Yao, F. (2019). *Does Vibration Benefit Delayed-Onset Muscle Soreness?: A Meta-Analysis And Systematic Review*. The Journal Of International Medical Research, 47(1), 3–18.
152. Katariya, P. ., Anap, D., & Kuttan, V. (2020) *Immediate Effect Of Instrument Assisted Soft Tissue Mobilization On Hamstring Muscle Extensibility – Pre And Post Test Design*. Vims Journal Of Physical Therapy, 1(1), 49-54.
153. Kargarfard M, Lam Et, Shariat A, Shaw I, Shaw Bs, Tamrin Sb. (2016) *Efficacy Of Massage On Muscle Soreness, Perceived Recovery, Physiological Restoration And Physical Performance In Male Bodybuilders*. J Sports Sci. 34(10):959-65.
154. Jarosch R. (2008) *Large-Scale Models Reveal The Two-Component Mechanics Of Striated Muscle*. Int J Mol Sci. 2658–723.
155. Macdonald, G. Z., Penney, M. D., Mullaley, M. E., Cuconato, A. L., Drake, C. D., Behm, D. G., & Button, D. C. (2013) *An Acute Bout Of Self-Myofascial Release Increases Range Of Motion Without A Subsequent Decrease In Muscle Activation Or Force*. Journal Of Strength And Conditioning Research, 27(3), 812–821.

156. Eston Rg, Finney S, Baker S, Baltzopoulos V. (1996) *Muscle Tenderness And Peak Torque Changes After Downhill Running Following A Prior Bout Of Isokinetic Eccentric Exercise*. J Sports Sci. 14(4):291-9.
157. Su H, Chang Nj, Wu Wl, Guo Ly, Chu Ih. (2017) *Acute Effects Of Foam Rolling, Static Stretching, And Dynamic Stretching During Warm-Ups On Muscular Flexibility And Strength In Young Adults*. J Sport Rehabil. 469-477.
158. Rhyu Hs, Han Hg, Rhi Sy. (2018) *The Effects Of Instrument-Assisted Soft Tissue Mobilization On Active Range Of Motion, Functional Fitness, Flexibility, And Isokinetic Strength In High School Basketball Players*. Technol Health Care. 833-842.
159. Kim, D. H., Lee, J. J., & Sung Hyun You, J. (2018). *Effects Of Instrument-Assisted Soft Tissue Mobilization Technique On Strength, Knee Joint Passive Stiffness, And Pain Threshold In Hamstring Shortness*. Journal Of Back And Musculoskeletal Rehabilitation, 31(6), 1169–1176.
160. Rinard J, Clarkson Pm, Smith Ll, Grossman M. (2000) *Response Of Males And Females To High-Force Eccentric Exercise*. J Sports Sci. 229-36.
161. Edwards, R. H., Hill, D. K., Jones, D. A., Merton, P. A. (1977). *Fatigue Of Long Duration In Human Skeletal Muscle After Exercise*. The Journal Of Physiology, 272(3), 769–778.

162. Imtiyaz, S., Veqar, Z., & Shareef, M. Y. (2014). *To Compare The Effect Of Vibration Therapy And Massage In Prevention Of Delayed Onset Muscle Soreness (Doms)*. *Journal Of Clinical And Diagnostic Research : Jcdr*, 8(1), 133–136.
163. Howell Jn, Chleboun Gs, Conatser R. (1993) *Muscle Stiffness, Strength Loss, Swelling And Soreness Following Exercise-Induced Injury In Humans*. *J Physiol*. 183-96.
164. Chleboun Gs, Howell Jn, Baker Hl, Ballard Tn, Graham Jl, Hallman Hl, Perkins Le, Schauss Jh, Conatser Rr. (1995) *Intermittent Pneumatic Compression Effect On Eccentric Exercise-Induced Swelling, Stiffness, And Strength Loss*. *Arch Phys Med Rehabil*. 744-9.
165. Cheatham Sw, Kolber Mj, Cain M, Lee M. (2015) *The Effects Of Self-Myofascial Release Using A Foam Roll Or Roller Massager On Joint Range Of Motion, Muscle Recovery, And Performance: A Systematic Review*. *Int J Sports Phys Ther*. 827-838.
166. Medeiros Fva, Bottaro M, Martins Wr, (2020) *The Effects Of One Session Of Roller Massage On Recovery From Exercise-Induced Muscle Damage: A Randomized Controlled Trial*. *J Exerc Sci Fit*. 148-154.
167. Joźwiak, M., Pietrzak, S., & Tobjasz, F. (1997). *The epidemiology and clinical manifestations of hamstring muscle and plantar foot flexor shortening*. *Developmental medicine and child neurology*, 39(7), 481–483.



168. Pişirici, Pelin & Ekiz, Mert. (2020). *Investigation Of The Acute Effect Of Myofascial Release Techniques And Dynamic Stretch On Vertical Jump Performance İn Recreationally Active Individuals*. Journal Of Physical Education And Sport. 20. 1569-1579.
169. Nagano, A., Komura, T., & Fukashiro, S. (2007). *Optimal coordination of maximal-effort horizontal and vertical jump motions--a computer simulation study*. Biomedical engineering online, 6, 20.
170. Jacop, J. E., Joseph, M., Kraemer, W. J., Newton, R. U., Comstock, B. A., Fragala, M. S., Dunn-Lewis, C., Solomon-Hill, G., Penwell, Z. R., Powell, M. D., Volek, J. S., Denegar, C. R., Häkkinen, K., & Maresh, C. M. (2010). *Lower-Body Muscle Structure And Its Role İn Jump Performance During Squat, Countermovement, And Depth Drop Jumps*. Journal Of Strength And Conditioning Research, 24(3), 722–729.
171. E Guskiewicz, K. M., Perrin, D. H., & Gansneder, B. M. (1996). *Effect Of Mild Head Injury On Postural Stability İn Athletes*. Journal Of Athletic Training, 31(4), 300–306.
172. Domire, Z. J., & Challis, J. H. (2010). *An Induced Energy Analysis To Determine The Mechanism For Performance Enhancement As A Result Of Arm Swing During Jumping*. Sports Biomechanics, 9(1), 38–46.
173. Fukashiro S, Besier F., Barrett R, Cochrane J, Nagano A, Lloyd D. G., (2005) *Direction Control İn Standing Horizontal And Vertical*

*Jumps*, International Journal Of Sport And Health Science, 2005, Volume 3, Issue Special\_Issue\_Pages 272-279,

174. Pearcey, G. E., Bradbury-Squires, D. J., Kawamoto, J. E., Drinkwater, E. J., Behm, D. G., & Button, D. C. (2015). *Foam Rolling For Delayed-Onset Muscle Soreness And Recovery Of Dynamic Performance Measures*. *Journal Of Athletic Training*, 50(1), 5–13.
175. Kirmizigil, B., Chauchat, J. R., Yalciner, O., Iyigun, G., Angin, E., & Baltaci, G. (2019). *The Effectiveness Of Kinesio Taping In Recovering From Delayed Onset Muscle Soreness: A Crossover Study*. *Journal Of Sport Rehabilitation*, 29(4), 385–393.
176. Levangie P.K., Norkin C.C. (2006) *Joint Structure And Function: A Comprehensive Analysis*. 4th Ed. F.A. Davis Company; Philadelphia, Pa, Usa.
177. Winter D.A. (1995) *Human Balance And Posture Control During Standing And Walking*. *Gait Posture*. 193–214.
178. Byrne C, Twist C, Eston R, (2004) *Neuromuscular Function After Exercise-Induced Muscle Damage: Theoretical And Applied Implications*. *Sports Med*. 34(1):49-69.
179. Chander H., Garner J.C., Wade C. (2015) *The Influence Of Occupational Footwear On Dynamic Balance Perturbations*. *Footwear Sci*. 7:115–126. Doi: 10.1080/19424280.2015.1031193.


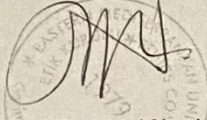
180. Guskiewicz Km (2011) *Regaining Postural Stability And Balance*. New York: Mcgraw Hill, Pp 145–170.
181. Winter Da, Patla Ae, Frank Js. (1990) *Assessment Of Balance Control In Humans*. Med Prog Technol, 16: 31–51.
182. Tajik, A., Shokri, E., Ghanbari, A. (2016). *The Effect Of Kinesio Taping Of Quadriceps Muscle On The Balance Of Non-Elite Football Players After A Local Fatigue Induced Protocol*. Journal Of Rehabilitation Sciences & Research, 3(1), 5-10.
183. Custer L, Peer Ks, Miller L. (2017) *The Effects Of Local Vibration On Balance, Power, And Self-Reported Pain After Exercise*. J Sport Rehabil. 193-201.
184. Parker, R, & Madden, V J. (2014). *Ultrasound V. Sham Ultrasound For Experimentally Induced Delayed-Onset Muscle Soreness: A Double-Blind, Randomised Controlled Trial*. South African Journal Of Sports Medicine, 26(4), 99-103.
185. Khan, M. A., Moiz, J. A., Raza, S., Verma, S., Shareef, M. Y., Anwer, S., & Alghadir, A. (2016). *Physical And Balance Performance Following Exercise Induced Muscle Damage In Male Soccer Players*. Journal Of Physical Therapy Science, 28(10), 2942–2949.
186. Peck, E., Chomko, G., Gaz, D. V., & Farrell, A. M. (2014). *The Effects Of Stretching On Performance*. Current Sports Medicine Reports, 13(3), 179–185.

187. Chaabene, H., Behm, D. G., Negra, Y., & Granacher, U. (2019). *Acute Effects Of Static Stretching On Muscle Strength And Power: An Attempt To Clarify Previous Caveats*. *Frontiers In Physiology*, *10*, 1468.
188. De Benito, A. M., Valdecabres, R., Ceca, D., Richards, J., Barrachina Igual, J., & Pablos, A. (2019). *Effect Of Vibration Vs Non-Vibration Foam Rolling Techniques On Flexibility, Dynamic Balance And Perceived Joint Stability After Fatigue*. *Peerj*, *7*, E8000.
189. Eston Rg, Critchley N, Balzopoulos V. (1993) *Delayed Onset Muscle Soreness, Strength Loss Characteristics And Creatine Kinase Ac- Tivity Following Uphill And Downhill Running*. *Uk Sport: Partners In Performance. The Contribution Of Sport Science, Sports Medicine And Coaching To Performance And Excellence*. Manchester: Sports Council, 10-11
190. Byrnes Wc, Clarkson Pm, White Js, (1985) *Delayed Onset Muscle Soreness Following Repeated Bouts Of Downhill Running*. *J Appl Physiol* *59* (3): 710-5
191. Evans Wj, Meredit Cn, Cannon Jg, (1986) *Metabolic Changes Following Eccentric Exercise In Trained And Untrained Men*. *J Appl Physiol*; *61* (5): 1864-8
192. Janssen E, Kuipers H, Vertsappen F. (1983), *Influence Of Anti- Inflammatory Drugs On Muscle Soreness*. *Med Sci Sport Exerc*; *15*: 165

193. Lightfoot Jt, Char D, Mcdermott J, (1997). *Immediate Post- Exercise Massage Does Not Attenuate Delayed Onset Muscle Soreness*. J Strength Cond Research; 11 (2): 119-24
194. Öztürk M. (2005).*Üniversitede Eğitim-Öğretim Gören Öğrencilerde Uluslararası Fiziksel Aktivite Anketinin Geçerliliği Ve Güvenirliği Ve Fiziksel Aktivite Düzeylerinin Belirlenmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
195. Anderson MA, Gieck JH, Perrin D, Weltman A, Rutt R, Denegar C. (1997): *The relationship among isokinetic, isotonic, and isokinetic concentric and eccentric quadriceps and hamstrings force and three components of athletic performance*. J Orthop Spom Phys Ther 14: 114-120,
196. Macgregor, L. J., Fairweather, M. M., Bennett, R. M., & Hunter, A. M. (2018). *The Effect of Foam Rolling for Three Consecutive Days on Muscular Efficiency and Range of Motion*. Sports medicine - open, 4(1), 26.
197. D'Amico, A. P., & Gillis, J. (2019). *Influence of Foam Rolling on Recovery From Exercise-Induced Muscle Damage*. Journal of strength and conditioning research, 33(9), 2443–2452.
198. Drinkwater, E. J., Latella, C., Wilsmore, C., Bird, S. P., & Skein, M. (2019). *Foam Rolling as a Recovery Tool Following Eccentric Exercise: Potential Mechanisms Underpinning Changes in Jump Performance*. Frontiers in physiology, 10, 768.

## **EKLER**

## Ek 1: Etik Kurul Onay Raporu

 <b>Doğu Akdeniz Üniversitesi</b> <i>"Erdem, Bilgi, Gelişim"</i>	<b>Eastern Mediterranean University</b> <i>"Virtue, Knowledge, Advancement"</i>	99628, Gazimagusa, KUZEY KIBRIS / Famagusta, North Cyprus, via Mersin-10 TURKEY Tel: (+90) 392 630 1995 Faks/Fax: (+90) 392 630 2919 E-mail: bayek@emu.edu.tr
Etik Kurulu / Ethics Committee		
<b>Sayı:</b> ETK00-2021-0070	07.04.2021	
<b>Konu:</b> Etik Kurulu'na Başvurunuz Hk.		
<b>Sayın Fzt. Erdoğan Çetintaş</b> Sağlık Bilimleri Fakültesi		
<p>Doç Dr. Berkiye Kırmızıgil'in danışmanlığında sürdürdüğünüz <b>"Enstrümental Yardımlı Yumuşak Doku Mobilizasyonu ve Foam Rollerin Gecikmiş Kas Ağrısı Üzerindeki Etkilerinin Karşılaştırılması"</b> konulu yüksek lisans tez çalışmanızla ilgili etik onay başvurunuz Sağlık Bilimleri Fakültesi'nin 23.03.2021 tarih ve 01 sayılı toplantısında uygun bulunmuş olup Bilimsel Araştırma ve Yayın Etik Kurulu (BAYEK) tarafından onaylanmıştır.</p> <p>Çalışmalarımızda başarılar dileriz.</p>		
 Prof. Dr. Yücel Vural Etik Kurulu Başkanı		
YV/şk.		
<a href="http://www.emu.edu.tr">www.emu.edu.tr</a>		

## **Ek 2: Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu**

**Doğu Akdeniz Üniversitesi**  
**Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu**  
**Sağlık Etik Alt Kurulu**

### **BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU**

**ARAŞTIRMANIN ADI:** Enstrümental yardımcı yumuşak doku mobilizasyonu ve Foam Roller'in gecikmiş kas ağrısına olan etkileri.

Bu form ile '**Enstrümental yardımcı yumuşak doku mobilizasyonu ve Foam Roller'in gecikmiş kas ağrısına olan etkileri.**' isimli çalışmada yer almak üzere davet edilmiş bulunmaktasınız. Bu çalışma, araştırma amaçlı olarak yapılmaktadır ve katılım gönüllülük esasına dayalıdır. Araştırmaya katılıp katılmama kararı tamamen size aittir. Sizinle ilgili tüm bilgiler gizli tutulacaktır. Araştırmanın sonunda, kendi sonuçlarınızla ilgili bilgi istemeye hakkınız vardır. Araştırma bitiminde elde edilen sonuçlar, sizin kimliğiniz hiçbir şekilde açıklanmadan, tamamen saklı tutularak ilgili literatürde yayınlanabilecektir.

Araştırmaya katılma konusunda karar vermeden önce araştırma hakkında sizi bilgilendirmek istiyoruz. Katılmak isteyip istemediğinize karar vermeden önce araştırmanın neden yapıldığını, bilgilerinizin nasıl kullanılacağını, çalışmanın neleri içerdiğini, olası yararları ve risklerini ya da rahatsızlık verebilecek yönlerini anlamanız önemlidir. Lütfen aşağıdaki bilgileri dikkatlice okumak için zaman ayırınız. Araştırma hakkında tam olarak bilgi sahibi olduktan sonra ve sorularınız cevaplandıktan sonra eğer katılmak isterseniz, sizden bu formu imzalamanız istenecektir. Şu anda bu formu imzalarsanız bile istediğiniz herhangi bir zamanda bir neden göstermeksizin araştırmayı bırakmakta özgürsünüz. Aynı şekilde araştırmayı yürüten araştırmacı çalışmaya devam etmenizin sizin için yararlı olmayacağına karar verebilir ve sizi çalışma dışı bırakabilir. Çalışmaya katılmakla parasal bir yük altına girmeyeceksiniz ve size de herhangi bir ödeme yapılmayacaktır. Bu araştırma Doç. Dr. Berkiye KIRMIZIGİL sorumluluğu altında yapılmaktadır.

#### **Araştırmanın Konusu ve Amacı:**

Yapılacak çalışmanın amacı Enstrümental Yardımlı Yumuşak Doku Mobilizasyonu ve Foam Roller'in gecikmiş kas ağrısı üzerine olan etkilerini incelemektir.

#### **Araştırmanın Yöntemi:**

Araştırmamız fiziksel aktif bireylerde EYYDM ve FR'in gecikmiş kas ağrısı üzerine olan etkilerini incelemek olup, öncelikle sizden sosyo-demografik özelliklerin yer aldığı demografik bilgi formunu doldurmanız istenecektir. Bu bilgiler kaydedildikten sonra rastgele FR, EYYDM veya kontrol grubuna katılımınız sağlanacaktır. Hangi grupta olduğunuz belirlendikten sonra birinci değerlendirme gününde yatay sıçrama testi, dominant bacak; için diz eklemi hareket açıklığı ölçümü, otur uzan testi ile bacak arka grup kasları ve bel kasları için esneklik ölçümü, izokinetik cihazı kullanılarak kas kuvveti ölçümü ve uyluk bölgesi çevre ölçümü yapılacaktır. Ardından dinamik denge ölçümü için Y denge testi uygulanacaktır. Bu ölçümler yapıldıktan sonra birinci gün için değerlendirilmeler tamamlanacaktır. Ardından 48 saat sonra ikinci test gününde izokinetik cihazı kullanılarak gecikmiş kas ağrısı oluşturulacaktır. hemen ardından FR veya EYYDM uygulaması yapılacaktır veya kontrol grubunda iseniz herhangi bir



uygulama yapılmayacaktır. EYYDM ve FR uygulamaları 3 kas grubunu içerecek ve her bir kas grubu için 2 dk olmak üzere toplam 6 dk sürecektir. Ardından ağrınız ve uyluk çevre ölçümünüz değerlendirilecektir. 24. 48. Ve 72. Saatlerde ise yukarıda açıklanan tüm ölçümler tekrarlanacaktır. Yapılacak olan değerlendirmeler ve uygulamalar ortalama; 1. Gün 40 dk, 2. Gün 40 dk, 3. Gün 25 dk, 4. ve 5. Gün ise ortalama 30 dk sürecektir.

**Soru, Daha Fazla Bilgi ve Problemler İçin Başvurulacak Kişiler :**  
Gereksiniminiz olduğunuzda aşağıdaki kişi ile lütfen iletişime geçiniz.

Adı : Erdoğan ÇETİNTAŞ  
Görevi : Fizyoterapist  
Telefon: 0533 847 15 09

**Gönüllünün / Katılımcının Beyanı:**

Bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı ve ilgili metni okudum. Yukarıdaki bilgileri ilgili araştırmacı ile ayrıntılı olarak tartıştım ve kendisi bütün sorularımı tatmin olacağımla şekilde cevapladı.

Bu bilgilendirilmiş olur belgesini okudum ve anladım. Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Eğer katılmayı reddedersem, bu durumun bana herhangi bir zarar getirmeyeceğini de biliyorum. Araştırma sırasında herhangi bir neden göstermeden araştırmadan çekilebilirim. Ayrıca araştırmacı tarafından araştırma dışı da tutulabilirim. Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana da herhangi bir ödeme yapılmayacaktır.

Araştırmadan elde edilen benimle ilgili kişisel bilgilerin gizliliğinin korunacağını biliyorum. Araştırma sırasında herhangi bir bilgi, soru sorma ihtiyacım olduğunda Fzt. Erdoğan ÇETİNTAŞ ile iletişim kurabileceğimi biliyorum. Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Bu koşullarla söz konusu araştırmaya kendi rızamla, hiç bir baskı ve zorlama olmaksızın, gönüllülük içerisinde katılmayı kabul ediyorum ve bu onay belgesini kendi hür irademle imzalıyorum. Araştırmacı, saklamam için imzalı bu belgenin bir kopyasını bana teslim etmiştir.

**Gönüllü/Katılımcı**

Adı, soyadı:  
Adres:  
Tel:  
İmza:  
Tarih:

**Görüşme Tanığı**

Adı, soyadı:  
Adres:  
Tel:  
İmza:  
Tarih:

**Arastirmacı**

Adı soyadı, unvanı:

Adres:

Tel:

İmza:

Tarih:

### Ek 3: Değerlendirme Formu

**DOĞU AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ**  
**SAĞLIK BİLİMLERİ FAKÜLTESİ**  
**FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON BÖLÜMÜ**  
**DEMOGRAFİK BİLGİ FORMU**

Tarih: .....

**Grup 1:**  EYYDM **Grup 2:**  Foam Roller **Grup 3:**  Kontrol

Olgu no:

Cinsiyet:  Kadın  Erkek

Yaş: ..... Dominant taraf: .....

Boy: .....

Kilo: ..... BKİ: .....

Spor yapıyor ise branşı:

a) Futbol, b) Amerikan Futbolu c) fitness d) diğer: .....

Spor kulübü: .....

Yapıyor ise Spor yaşı: .....

Antrenman süresi: ..... saat/gün ..... gün/hafta

İlaç kullanımı:  Hayır  
 Evet ise .....

Sigara kullanımı:  Hayır  
 Evet ise ..... adet/gün ..... yıl

Alkol kullanımı:  Hayır  
 Evet ise ..... kadeh/gün ..... yıl

**ÖZGEÇMİŞ:**

- HT  
 DM  
 Kardiyovasküler Hastalık  
 Kas-İskelet Sistemi Hastalıkları  
 Diğer  Not:.....

**SOYGEÇMİŞ :**

- HT  
 DM  
 Kardiyovasküler Hastalık  
 Kas-İskelet Sistemi Hastalıkları  
 Diğer  Not:.....

## Ağrı Değerlendirmesi

- Vizüel Analog Skalası

Değerlendirme: Tarih:	Ön Değerlendirme	Uygulama sonrası 30. dk	GKA Oluşumu Sonrası 24. saat	GKA Oluşumu Sonrası 48. Saat	GKA Oluşumu Sonrası 72. Saat

## Ödem Değerlendirmesi

- Uyluk Çevre Ölçümü

Değerlendirme: Tarih:	Ön Değerlendirme	Uygulama sonrası 30. dk	GKA Oluşumu Sonrası 24. saat	GKA Oluşumu Sonrası 48. Saat	GKA Oluşumu Sonrası 72. Saat
SİAS- Patella orta noktası					

## Esneklik Değerlendirmesi

- Otur Uzan Testi

Değerlendirme:	Ön Değerlendirme	GKA Oluşumu Sonrası	GKA Oluşumu Sonrası	GKA Oluşumu Sonrası
Tarih:		24. saat	48. Saat	72. Saat
	1.	1.	1.	1.
	2.	2.	2.	2.
	3.	3.	3.	3.
	Ortalama	Ortalama:	Ortalama:	Ortalama:

## Patlayıcı Kuvvet Testleri

- Horizontal Sıçrama Testi

Değerlendirme:	Ön Değerlendirme	GKA Oluşumu Sonrası	GKA Oluşumu Sonrası	GKA Oluşumu Sonrası
Tarih:		24. saat	48. Saat	72. Saat
	1.	1.	1.	1.
	2.	2.	2.	2.
	3.	3.	3.	3.
	En iyi:	En iyi:	En iyi:	En iyi:

- **Vertikal Sıçrama Testi**

Değerlendirme:	Ön Değerlendirme	GKA Oluşumu Sonrası	GKA Oluşumu Sonrası	GKA Oluşumu Sonrası
Tarih:		24. saat	48. Saat	72. Saat
	1.	1.	1.	1.
	2.	2.	2.	2.
	3.	3.	3.	3.
	En iyi:	En iyi:	En iyi:	En iyi:

**İzokinetik Kuvvet Testi**

Değerlendirme:	Ön Değerlendirme	24. saat	48. Saat	72. Saat
Tarih:				
Qudriceps Pik tork 60°/sn				
Hamstring Pik tork 60°/sn				

## Denge Değerlendirmesi

- Y Denge Testi

Değerlendirme:	Ön Değerlendirme		24. saat		48. Saat		72. Saat	
	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol	Sağ	Sol
Tarih:								
Anterior	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.
	2.	2.	2.	2.	2.	2.	2.	2.
	3.	3.	3.	3.	3.	3.	3.	3.
Postero-lateral	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.
	2.	2.	2.	2.	2.	2.	2.	2.
	3.	3.	3.	3.	3.	3.	3.	3.
Postero-medial	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.
	2.	2.	2.	2.	2.	2.	2.	2.
	3.	3.	3.	3.	3.	3.	3.	3.

## Fiziksel Aktivite Değerlendirmesi

### • Uluslararası Fiziksel Aktivite Anketi – Kısa Form

Günlük yaşıyış içerisinde yaptığınız aktiviteler hakkında bilgi edinmek istiyoruz. Aşağıda son 7 gün içerisinde fiziksel olarak harcanan zaman hakkında sorular bulunmaktadır. Lütfen kendinizi çok hareketli, bir kişi olarak görmesiniz dahi her soruyu cevaplayın. Ev ve bahçe işlerinizi, iş yerinde yaptığınız aktiviteleri, bir yerden bir yere gitmek için yaptıklarınızı, boş zamanlarınızda yaptığınız egzersiz veya spor gibi aktiviteleri düşünün.

Son 7 gün içerisinde 10 dakika veya üzerinde süren nefesini hızlandıran, kuvvet gerektiren tüm yoğun faaliyetleri göz önünde bulundurun.

1. Son bir hafta içinde kaç gün ağır kaldırma, kazma, aerobik, basketbol, futbol veya hızlı bisiklet çevirme gibi şiddetli bedensel güç gerektiren faaliyetlerden yaptınız?

Haftada.....gün

Şiddetli fiziksel aktivite yapmadım. ( Bu şıkkı işaretlediyseniz 3. Soruya geçiniz.)

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

Bilmiyorum / Emin değilim

Günde..... dakika

Günde..... saat

Geçen bir hafta içinde yaptığınız orta dereceli fiziksel aktiviteleri düşünün. Bunlar 10 dakika veya daha uzun süren, orta derece fiziksel güç gerektiren ve normalden biraz sık nefes almaya neden olan aktivitelerdir.

3. Son bir hafta içinde kaç gün hafif yük taşıma, normal hızda bisiklet çevirme, halk oyunları, dans, bowling veya tenis gibi orta dereceli bedensel güç gerektiren faaliyetlerden yaptınız? (Yürüme hariç.)

Haftada.....gün

Orta dereceli fiziksel aktivite yapmadım. ( Bu şıkkı işaretlediyseniz 5. Soruya geçiniz.)

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

Bilmiyorum / Emin değilim

Günde..... dakika



Günde..... saat

Geçen bir hafta içinde yürüyerek geçirdiğiniz zamanı düşünün. Bu; işyerinde, evde, bir yerden bir yere ulaşım amacıyla veya sadece dinlenme, spor, egzersiz veya hobi amacıyla yaptığınız yürüyüş olabilir.

5. Geçen 7 gün içerisinde, bir seferde en az 10 dakika yürüdüğünüz gün sayısı kaçtır?  Haftada..... gün

Yürümedim ( Bu şıkkı işaretlediyseniz 5. Soruya geçiniz.)

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

Bilmiyorum / Emin değilim

Günde..... dakika, Günde..... saat

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

7. Son bir hafta içinde oturarak günde ne kadar zaman harcadınız?  Bilmiyorum / Emindeğilim

Günde.....dakika

Günde..... saat