

**FOAM ROLLER İLE KENDİ KENDİNE UYGULANAN
MİYOFASİYAL GEVŞETME YÖNTEMİNİN GECİKMİŞ KAS AĞRISI
ÜZERİNE ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MERVE PALALI

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİM DALI

**MERSİN
AĞUSTOS - 2021**

**FOAM ROLLER İLE KENDİ KENDİNE UYGULANAN
MİYOFASİYAL GEVŞETME YÖNTEMİNİN GECİKMİŞ KAS AĞRISI
ÜZERİNE ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MERVE PALALI

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

BEDEN EĞİTİMİ VE SPOR ANABİLİM DALI

**Danışman
Doç. Dr. İrfan YILDIRIM**

**MERSİN
AĞUSTOS - 2021**

ÖZET

FOAM ROLLER İLE KENDİ KENDİNE UYGULANAN MİYOFASYAL KAS GEVŞETME YÖNTEMİNİN GECİKMiŞ KAS AĞRISI ÜZERİNE ETKİLERİ

Gecikmiş kas ağrısı, ağır eksantrik egzersizlerden meydana gelen ve yaklaşık 48 saatte zirve seviyesine ulaşan eklem hareket açıklığında azalmanın gözlemlendiği ağrı ve hassasiyete, vücuttaki bazı biyobelirteçlerin artışına sebep olur. Sporcularda sık görülebilen gecikmiş kas ağrısı semptomları performansın azalması, yaralanma riskinin artmasıyla antrenman ve müsabakalara katılımı engelleyebilmektedir. Bundan dolayı gecikmiş kas ağrısının en kısa süre içinde etkili yöntemlerle tedavi edilmesi gerekmektedir. Günümüzde gecikmiş kas ağrısı semptomlarının giderilmesinde; foam roller ile uygulanan kendi kendine myofasyal gevşetme yönteminin etkinliği antrenör, klinisyenler ve fizyoterapistlerce araştırılmaktadır.

Bu çalışmanın amacı; futbol sporcularında oluşturulan gecikmiş kas ağrısı sonrasında foam roller kullanılarak gerçekleştirilen kendi kendine miyofasiyal gevşetme yönteminin etkisini incelemektir.

Araştırma için Mersin Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurul Onayı alınmıştır. Çalışmaya 18-26 yaş arası toplam 21 sağlıklı erkek futbol sporcusu katılmıştır. Sporcular randomize deney grubu (n=12) ve kontrol grubu (n=9) iki gruba ayrılmıştır. Sporcularda izokinetik cihazla hamstring grup kaslarında gecikmiş kas ağrısı oluşturulmuştur. Gecikmiş kas ağrısı oluşturulma protokolü sonrası deney grubuna (n=12) hamstring grubu kaslara; foam roller, 10 set, her set 1 dak., her yuvarlama 1-2 sn sporcunun vücut ağırlığı ile oluşturulan basınçla kendi kendine uygulanmıştır. Çalışmaya katılan sporcuların egzersizden önce, sonra, egzersizden 6 ve 24 saat sonrası eklem hareket açıklığı, basınç ağrı eşiği, görsel ağrı skalası değerleri ile kan parametrelerinden kreatin kinaz, laktat dehidrogenaz ve nötrofil düzeyleri değerlendirilmiştir. Elde edilen veriler, tanımlayıcı istatistikler Mann Whitney U testi, Friedman testi ve Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ile analiz edilmiştir.

Futbol sporcularında gecikmiş kas ağrısı sonrası foam roller ile kendi kendine uygulanan myofasyal gevşetme tekniğinin egzersiz öncesi, sonrası, 6. ve 24. saat ölçümlerinde serum kreatin kinaz, nötrofil, görsel ağrı skalası ve basınç ağrı eşiği değerlerine etkisi olmamıştır. 24. saat ölçümünde kendi kendine uygulanan foam roller uygulaması diz eklem hareket açıklığı değerlerini anlamlı derecede arttırmıştır ($p<0,05$). Yine 24. Saat ölçümlerinde laktat dehidrogenaz seviyesi değerlerini kontrol grubuna göre anlamlı derecede azaltmıştır ($p<0,05$).

Anahtar Kelimeler: Foam roller, gecikmiş kas ağrısı, kreatin kinaz, eklem hareket açıklığı, laktat dehidrogenaz

Danışman: Doç. Dr. İrfan YILDIRIM, Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu/ Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, Mersin Üniversitesi, Mersin

ABSTRACT

THE EFFECT OF MYOFASCIAL RELEASE METHOD WITH SELF-FOAM ROLLER ON DELAYED ONSET MUSCLE PAIN

Delayed muscle pain causes pain and tenderness resulting from heavy eccentric exercises and a decrease in joint range of motion, which reaches its peak in approximately 48 hours, and increases some biomarkers in the body. Delayed muscle pain symptoms, which can be seen frequently in athletes, may prevent participation in training and competitions due to decreased performance and increased risk of injury. Therefore, delayed muscle pain should be treated with effective methods as soon as possible. Today, in the relief of delayed muscle pain symptoms; The effectiveness of the self-myofascial release method applied with foam roller is being investigated by trainers, clinicians and physiotherapists.

The aim of this study is to examine the effect of self-myofascial release method using foam roller after delayed muscle pain created in soccer players.

Mersin University Clinical Research Ethics Committee Approval was obtained for the study. A total of 21 healthy male soccer players between the ages of 18-26 participated in the study. Athletes were divided into two groups: randomized experimental group (n=12) and control group (n=9). Delayed muscle pain was created in the hamstring group muscles of the athletes with the isokinetic device. After the delayed muscle pain induction protocol, the hamstring group muscles were given to the experimental group (n=12); foam roller, 10 sets, each set for 1 minute, each rolling for 1-2 seconds, was applied by itself with the pressure created by the body weight of the athlete. The range of motion, pressure pain threshold, visual pain scale values and blood parameters of creatine kinase, lactate dehydrogenase and neutrophil levels of the athletes participating in the study were evaluated before, after, and 6 and 24 hours after the exercise. The obtained data were analyzed with descriptive statistics Mann Whitney U test, Friedman test and Wilcoxon Signed Rank Test.

Self-administered myofascial release technique with foam roller after delayed muscle pain in soccer players had no effect on serum creatine kinase, neutrophils, visual pain scale and pressure pain threshold values in pre-exercise, post-exercise, 6th and 24th hour measurements. In the 24th hour measurement, self-administered foam roller application increased the knee range of motion significantly ($p<0.05$). Again, in the 24th hour measurements, lactate dehydrogenase levels decreased significantly compared to the control group ($p<0.05$).

Keywords: Foam roller, Delayed muscle pain, Creatine Kinase, range of motion, lactate dehydrogenase

Advisor: Assoc. Dr. Irfan YILDIRIM, School of Physical Education and Sports / Department of Physical Education and Sports, Mersin University, Mersin

TEŞEKKÜR/ÖNSÖZ

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde yol gösteren, değerli bilgilerini benimle paylaşan, lisans eğitimimden beri öğrencisi olduğum saygıdeğer danışman hocam; Doç. Dr. İrfan YILDIRIM'a teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmadaki bilgi ve katkılarından dolayı değerli hocam Dr. Öğr. Üyesi Yasin Ersöz'e teşekkür ederim.

Çalışmanın gerçekleştirilmesinde yardımı ve emeği olan Hüseyin KÖKTEBİR'e, Arş. Gör. Nasuh Evrim ACAR'a, Arş. Gör. Erkan GÜVEN'e, Arş. Gör. Gizem AKARSU'ya teşekkür ederim.

Yaşamım boyunca desteklerini hep hissettiğim canım anneme ve babama, tezimi yazarken verdiği motivasyonla beni destekleyen, varlığına hep şükrettiğim biricik kardeşim Elif Cemre'ye, bu süreçte çokça ilgisi, desteği ve emeği olan hayat arkadaşım sevgili eşim İsmail'e, çalışma süresince zamanlarından ayırıp fedakârlık gösteren yaşama sevincim canım evlatlarım Mehmet İlhan ve Duru'ya sonsuz teşekkür ederim.

Bu tez Mersin Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (BAP) tarafından 2019-1-TP2-3429 kodlu proje olarak desteklenmiştir.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇ KAPAK	
ONAY	
ETİK BEYAN	
ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR/ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	iv
TABLolar DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
KISALTMALAR ve SİMGELER	viii
1. GİRİŞ	1
1.1. Problem Durumu	1
1.2. Araştırmanın Amacı	2
1.3. Problem Cümlesi ve Alt Problemler	2
1.3.1. Alt Problemler	3
1.4. Araştırmanın Önemi	3
1.5. Sayıtlar	4
1.6. Sınırlılıklar	4
2. KAYNAK ARAŞTIRMALARI	6
2.1. Gecikmiş Kas Ağrısı	6
2.2. Gecikmiş Kas Ağrısının Mekanizması	6
2.2.1. Laktik Asit Teorisi	7
2.2.2. Kas Spazmı Teorisi	7
2.2.3. Konnektif Doku Hasarı Teorisi	7
2.2.4. Kas Hasarı Teorisi	8
2.2.5. İnflamasyon Teorisi	8
2.2.6. Enzim Akış Teorisi	9
2.3. Gecikmiş Kas Ağrısı Bulguları	9
2.3.1. Biyokimyasal Parametreler	9
2.3.2. Kas Ağrısı ve Hassasiyet	10
2.3.3. Eklem Hareket Açıklığında Azalma	11
2.3.4. Performans Azalması	11
2.4. Tedaviler	11
2.4.1. İlaç Tedavisi	12
2.4.2. Soğuk Uygulama	12
2.4.3. Elektrofiziksel Modaliteler	12
2.4.4. Kompresyon	13
2.4.5. Egzersiz	14
2.4.6. Germe Egzersizleri	14
2.4.7. Kinezyolojik Bantlama	14
2.4.8. Diğer Tedaviler	15
2.4.9. Terapötik Masaj	16
2.4.10. Foam Roller	17
3. YÖNTEM	20
3.1. Araştırma Modeli	20
3.2. Çalışma Grubu	20
3.2.1. Sporcu bilgilendirme oturumu:	20
3.3. Sporcuların Vücut Kompozisyonu Ölçümü	21
3.4. Gecikmiş Kas Ağrısı Oluşturma Protokolü	21
3.4.1. Gecikmiş Kas Ağrısı Oluşturma Egzersizi	21
3.5. Foam Roller Uygulaması	22

3.6. Veri Toplama Araçları	23
3.6.1. Görsel Analog Skalası	23
3.6.2 Basınç Ağrı Eşiği	23
3.6.3. Serum Kreatin Kinaz, Laktat dehidrogena ve Nötrofil Düzeylerinin Değerlendirilmesi	24
3.6.4. Eklem Hareket Açıklığı Değerlerinin Ölçümü	25
3.7. Verilerin Analizi	25
4. BULGULAR	27
4.1. Sporcuların Tanımlayıcı Özellikleri	27
4.2. Kreatin Kinaz Verilerine İlişkin Analizler	28
4.3. Laktat Dehidrogenaz Verilerine İlişkin Analizler	31
4.4. Nötrofil Verilerine İlişkin Analizler	34
4.5. Diz Fleksiyonu Verilerine İlişkin Analizler	37
4.6. Diz Ekstansiyonu Verilerine İlişkin Analizler	40
4.7. Basınç Ağrı Eşiği Verilerine İlişkin Analizler	43
4.8. Görsel Ağrı Skalası Verilerine İlişkin Analizler	45
5. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER	49
5.1. Tartışma	49
5.1.1. Demografik ve Fiziksel Özellikler	49
5.1.2. Gecikmiş Kas Ağrısı Bulguları	50
5.1.2.1. Kreatin Kinaz ve Gecikmiş Kas Ağrısı	50
5.1.2.2. Laktat Dehidrogenaz ve Gecikmiş Kas Ağrısı	52
5.1.2.3. Nötrofil ve Gecikmiş Kas Ağrısı	54
5.1.2.4. Eklem Hareket Açıklığı ve Gecikmiş Kas Ağrısı	55
5.1.2.5. Basınç Ağrı Eşiği	58
5.1.2.6. Görsel Analog Skalası	59
5.2. Sonuç ve Öneriler	61
KAYNAKLAR	64
EKLER	75
ÖZGEÇMİŞ	81

TABLOLAR DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 4.1.Demografik Bilgiler Tanımlayıcı İstatistikler	27
Tablo 4.2.Deney ve Kontrol Gruplarının Demografik Özelliklerinin Karşılaştırılması	27
Tablo 4.3.Kreatin Kinaz Verilerine İlişkin Analizler (U/L)	28
Tablo 4.4.Deney Grubu Grup İçi Kreatin Kinaz Tekrarlı Ölçümler Test Sonuçları	28
Tablo 4.5.Deney Grubu Kreatin Kinaz Wilcoxon Test Sonuçları	29
Tablo 4.6.Kontrol Grubu Kreatin Kinaz Grup İçi Tekrarlı Ölçümler Test Sonuçları	29
Tablo 4.7.Kontrol grubu Kreatin Kinaz Wilcoxon Test Sonuçları	30
Tablo 4.8.Kontrol ve Deney Gruplarının Kreatin Kinaz Değerlerinin Karşılaştırılması	31
Tablo 4.9.Laktat Dehidrogenaz Verilerine İlişkin Analizler (U/L)	31
Tablo 4.10.Deney Grubu Laktat Dehidrogenaz Grup İçi Tekrarlı Ölçümler Test Sonuçları	31
Tablo 4.11.Deney Grubu Laktik asit Wilcoxon Test Sonuçları	32
Tablo 4.12.Kontrol Grubu Laktat Dehidrogenaz Grup İçi Tekrarlı Ölçümler Test Sonuçları	32
Tablo 4.13.Kontrol Grubu Laktat Dehidrogenaz Wilcoxon Test Sonuçları	33
Tablo 4.14.Kontrol ve Deney Gruplarının Laktat Dehidrogenaz Değerlerinin Karşılaştırılması	34
Tablo 4.15.Nötrofil Verilerine İlişkin Analizler (mCL)	34
Tablo 4.16.Deney Grubu Nötrofil Grup İçi Tekrarlı Ölçümler Test Sonuçları	34
Tablo 4.17.Deney Grubu Nötrofil Wilcoxon Test Sonuçları	35
Tablo 4.18.Kontrol Grubu Nötrofil Grup İçi Tekrarlı Ölçümler Test Sonuçları	36
Tablo 4.19.Kontrol Grubu Nötrofil Wilcoxon Test Sonuçları	36
Tablo 4.20.Kontrol ve Deney Gruplarının Nötrofil Değerlerinin Karşılaştırılması	37
Tablo 4.21.Diz Fleksiyonu Verilerine İlişkin Analizler (°)	37
Tablo 4.22.Deney Grubu Diz Fleksiyonu Grup İçi Tekrarlı Ölçümler Test Sonuçları	38
Tablo 4.23.Deney Grubu Diz Fleksiyonu Wilcoxon Test Sonuçları	38
Tablo 4.24.Kontrol Grubu Diz Fleksiyonu Grup İçi Tekrarlı Ölçümler Test Sonuçları	39
Tablo 4.25.Kontrol Grubu Diz Fleksiyonu Wilcoxon Test Sonuçları	39
Tablo 4.26.Kontrol ve Deney Gruplarının Diz Fleksiyonu Değerlerinin Karşılaştırılması	40
Tablo 4.27.Diz Ekstansiyonu Verilerine İlişkin Analizler (°)	40
Tablo 4.28.Deney Grubu Diz Ekstansiyonu Grup İçi Tekrarlı Ölçümler Test Sonuçları	41
Tablo 4.29.Deney Grubu Diz Ekstansiyonu Wilcoxon Test Sonuçları	41
Tablo 4.30.Kontrol Grubu Diz Ekstansiyonu Grup İçi Tekrarlı Ölçümler Test Sonuçları	42
Tablo 4.31.Kontrol ve Deney Gruplarının Diz Ekstansiyonu Değerlerinin Karşılaştırılması	42
Tablo 4.32.Basınç Ağrı Eşiği Verilerine İlişkin Analizler (kg/cm ²)	43
Tablo 4.33.Deney Grubu Basınç Ağrı Eşiği Grup İçi Tekrarlı Ölçümler Test Sonuçları	43
Tablo 4.34.Deney Grubu Basınç Ağrı Eşiği Wilcoxon Test Sonuçları	43
Tablo 4.35.Kontrol Grubu Basınç Ağrı Eşiği Grup İçi Tekrarlı Ölçümler Test Sonuçları	44
Tablo 4.36.Kontrol ve Deney Gruplarının Basınç Ağrı Eşiği Değerlerinin Karşılaştırılması	44
Tablo 4.37.Görsel Ağrı Skalası Verilerine İlişkin Analizler (mm)	45
Tablo 4.38.Deney Grubu Görsel Ağrı Skalası Grup İçi Tekrarlı Ölçümler Test Sonuçları	45
Tablo 4.39.Deney Grubu Görsel Ağrı Skalası Wilcoxon Test Sonuçları	45
Tablo 4.40.Kontrol Grubu Görsel Ağrı Skalası Grup İçi Tekrarlı Ölçümler Test Sonuçları	46
Tablo 4.41.Kontrol Grubu Görsel Ağrı Skalası Wilcoxon Test Sonuçları	47
Tablo 4.42.Kontrol ve Deney Gruplarının Görsel Ağrı Skalası Değerlerinin Karşılaştırılması	48

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Araştırma Modeli Simgesel Gösterimi	20
Şekil 3.2. Bioelektrik Empedans Analiz Ölçümü	21
Şekil 3.3. İzokinetik Cihaz Ölçümü	22
Şekil 3.4. Hamstringe FR Uygulaması(1)	22
Şekil 3.5. Hamstringe FR Uygulaması(2)	22
Şekil 3.6. GRID Foam Roller	23
Şekil 3.7. Görsel Ağrı Skalası	23
Şekil 3.8. Analog Algometre	24
Şekil 3.9. LDH Ölçümü	24
Şekil 3.10. Serum CK ve NEU Kan Örneği Alımı	25
Şekil 3.11. İzokinetik Cihaz ile EHA Ölçümü	25

KISALTMALAR ve SİMGELER

Kısaltma/Simg	Tanım
BAE	:Basınç Ağrı Eşiği
BCAA	:Dallı Zincirli Amino Asit
CK	:Kreatin Kinaz
DOMS	:Gecikmiş başlangıçlı kas ağrısı
DİZ EKST	:Diz Ekstansiyon
DİZ FLEKS	:Diz Fleksiyon
DSL	:Düşük Seviye Lazer Terapi
DOMS	:Delayed Onset Muscle Soreness
EFA	:Enterferansiyel Akım
EHA	:Eklem Hareket Açıklığı
EMS	:Elektromiyostimülasyon
ESWT	:Ekstrakorporeal Şok Dalga Terapisi
FR	:Foam Roller
GAS	:Görsel Ağrı Skalası
GKA	:Gecikmiş Kas Ağrısı
KT	:Kinezyolojik Bantlama
LDH	:Laktat Dehidrogenaz
LV	:Lokal Mekanik Titreşim
NEU	:Nötrofil
NSAİİ	:Non Steroidal Antienflamatuar İlaçlar
ROM	:Range Of Motion
SFR	:Kendi Kendine Uygulanan Foam Roller
TENS	:Transkuteneal Elektriksel Sinir Stimülasyonu
US	:Ultrason
VAS	:Visual Analog Scale
VKİ	:Vücut Kitle İndeksi
WBV	:Tüm Vücut Titreşimi

1. GİRİŞ

1.1. Problem Durumu

Eksantrik egzersizler, bir dizi fizyolojik ve morfolojik olayı tetikleyebilen kas yapısı üzerinde yüksek mekanik stres uygular, bu da kas gücünde bir azalmaya, gecikmiş kas ağrısına (GKA), kas şişmesine ve vücuttaki inflamatuvar biyobelirteçlerin konsantrasyonunda bir artışa yol açar (Medeiros ve ark., 2020). GKA'nın oluşumu, eksantrik veya alışılmadık egzersiz formlarından kaynaklanır. Klinik belirtiler arasında kuvvet kapasitelerinde azalma, artan ağırlı hareket kısıtlaması, sertlik, şişme ve bitişik eklemlerin disfonksiyonu bulunur. GKA hafif bir yaralanma türü olarak kabul edilse de, sportif performansın düşmesinin en yaygın nedenlerinden biridir (Hotfiel ve ark., 2018). Spesifik fizyolojik ve mekanik özelliklerinden dolayı, eksantrik egzersizlerin çeşitli alanlarda kullanımı artmaktadır (Hody, Croisier, Bury, Rogister ve Leprince, 2019).

GKA'nın sportif performansın azalmanın yaygın sebepleri arasında gösterilmektedir. Ortaya çıkan ağrı kas yapısındaki esneklik ve eklem biyomekanizmasındaki bozulmalar sebebiyle yaralanmalara da sebebiyet vermektedir. Bundan dolayı ağır eksantrik egzersizler sonrası meydana gelen GKA kısa sürede tedavi edilip, kas normal fonksiyonlarına ve biyomekanikliğine dönmelidir (Lieber ve Friden, 2002).

Deneyisel çalışmalarda oluşturulan GKA'nın semptomlarının azaltılıp, ağrıya etkisini inceleyen birçok çalışma vardır (Connolly, Sayers, ve McHugh, 2003; Veqar ve Imtiyaz, 2014; Wang ve ark., 2021). İlaç tedavilerinin (analjezikler, non-steroidal anti inflamatuvar ilaçlar) yanında farklı fizyoterapi tedavi yöntemleri de etkinliği araştırılan konulardandır. Fizyoterapi modalitelerinden yüzeysel sıcak ve soğuk uygulaması, masaj, germe, ultrason, transkutaneal elektriksel sinir stimülasyonu(TENS), enterferansiyel akım (EFA), vibrasyon ve çeşitli egzersiz tedavileri bulunmaktadır (Heiss ve ark., 2019). GKA da son dönemde literatürde özellikle yumuşak dokunun mobilize edilmesine yönelik tedavilerin; vibrasyon uygulamaları,(Iodice, Ripari ve Pezzulo, 2019; Tan ve ark., 2020),proprioseptif nöromusküler fasilitasyon teknikleri,(Mcgrath, Whitehead ve Caine, 2014) masaj (Guo ve ark., 2017) popüleritesinin ve sahada kullanımının yaygınlaşmasına bağlı olarak yayın sayısında ve kalitesinde artış mevcuttur.

Günümüzde ise GKA semptomlarının giderilmesinde foam roller ile uygulanan kendi kendine myofasyal gevşetme yönteminin etkinliği (yumuşak doku rejenerasyonu, ağrı üzerine etkisi gibi) için antrenör, klinisyenler ve fizyoterapistlerce araştırılmaktadır (Cheatham, Kolber, Cain ve Lee, 2015; Laffaye, Da Silva ve Delafontaine, 2019; Medeiros ve ark., 2020; Scudamore ve ark., 2021; Vaidya, Gangwal, Dabadghav, Shyam ve Sancheti, 2021).

Miyofasyal gevşetme çok çeşitli manuel terapi teknikleri içeren bir terim olarak tanımlanmıştır. Kas ve fasyaya basınç uygulanır (McKenney, Elder ve Hutchins 2013). Ek olarak, kendi kendine miyofasyal gevşetme bir klinisyen tarafından değil, genellikle bir araç kullanılarak bireyin kendisi tarafından gerçekleştirilen bir miyofasyal gevşetme türüdür (Beardsley ve Skarabot, 2015).

Yapılan çalışmalarda, sporcularda kendi kendine foam roller ile uygulanan miyofasyal gevşetme tekniğinin ağrıda azalma, spor yaralanmalarının önlenmesi, performans arttırmak için egzersiz öncesi ve sonrası uygulanabilir bir teknik olduğu görülmektedir(Renan-Ordine, Albuquerque-Sendín, Cleland ve Fernández-de-Las-Peñas, 2011; Sullivan, Silvey, Button ve Behm, 2013). Egzersizden sonrası foam roller uygulamasının masaj uygulamalarının etkisiyle benzer şekilde kas boyu ve esnekliğini arttırdığını, ağrıyı azalttığı, ısınmaya sebep olduğu belirtilmektedir(Depino, Webright, ve Arnold, 2000; MacDonald ve ark., 2013). Foam roller ile yapılan myofasyal gevşetme tekniğini masaja veya diğer fizyoterapi uygulamalarına uygulama noktasında üstün kılan, bir terapist, partner ya da masör/masöz'e gerek olmadan kişinin kendi kendine her yerde kolaylıkla uygulayabilmesidir (Kurt ve Kafkas, 2018). Ayrıca tüm dünyada görülen Covid-19 pandemisi sebebiyle sporcuların kendi kendine toparlanma amaçlı kullanabilmesi önem arz etmektedir.

Foam roller günümüzde popülaritesi artan bir uygulama olmakla birlikte, foam rollerin Tokyo Olimpiyat Oyunları 2020'de olimpik sporcularda sıklıkla kullanıldığına şahitlik etmekteyiz. Ancak foam roller uygulamasının gecikmiş kas ağrısı üzerine etkisi ile ilgili yapılan çalışmalarda fikir birliğine varılamamıştır.(Cheatham ve ark., 2015; Laffaye ve ark., 2019; Medeiros ve ark., 2020) . Çalışmamızla foam rollerin GKA üzerine etki mekanizmasına ışık tutmakla birlikte gereksiz fizyoterapi harcamalarının önüne geçerek iş gücü ve ekonomik kayıpların minime indirgenmesi, foam rollerin kullanımının pratikliği ile sporcuların sportif yaşamına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

1.2. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı; futbol sporcularında oluşturulan gecikmiş kas ağrısı sonrasında foam roller ile kendi kendine uygulanan myofasyal gevşetme tekniğinin etkinliğini araştırmaktır.

1.3. Problem Cümlesi ve Alt Problemler

Futbol sporcularında oluşturulan gecikmiş kas ağrısı sonrasında foam roller ile uygulanan kendi kendine miyofasyal gevşetme tekniğinin gecikmiş kas ağrısı üzerine etkisi var mıdır?

1.3.1. Alt Problemler

1. Futbol sporcularında gecikmiş kas ağrısı oluşturmak için uygulanan egzersiz öncesi, sonrası, egzersiz sonrası 6. saat ve 24. saat kreatin kinaz (CK) düzeylerinde grup içi ve gruplar arasında fark var mıdır?

2. Futbol sporcularında gecikmiş kas ağrısı oluşturmak için uygulanan egzersiz öncesi, sonrası, egzersiz sonrası 6. saat ve 24. saat laktat dehidrogenaz (LDH) düzeylerinde grup içi ve gruplar arasında fark var mıdır?

3. Futbol sporcularında gecikmiş kas ağrısı oluşturmak için uygulanan egzersiz öncesi, sonrası, egzersiz sonrası 6. saat ve 24. saat nötrofil (NEU) düzeylerinde grup içi ve gruplar arasında fark var mıdır?

4. Futbol sporcularında gecikmiş kas ağrısı oluşturmak için uygulanan egzersiz öncesi, sonrası, egzersiz sonrası 6. saat ve 24. saat eklem hareket açıklığı (EHA) düzeylerinde grup içi ve gruplar arasında fark var mıdır?

5. Futbol sporcularında gecikmiş kas ağrısı oluşturmak için uygulanan egzersiz öncesi, sonrası, egzersiz sonrası 6. saat ve 24. saat basınç ağrı eşiği düzeylerinde grup içi ve gruplar arasında fark var mıdır?

6. Futbol sporcularında gecikmiş kas ağrısı oluşturmak için uygulanan egzersiz öncesi, sonrası, egzersiz sonrası 6. Saat ve 24. saat görsel ağrı sklası (GAS) düzeylerinde grup içi ve gruplar arasında fark var mıdır?

1.4. Araştırmanın Önemi

Gecikmiş kas ağrısı (GKA), genellikle yoğun ve alışılmamış eksantrik tipte egzersizlerden meydana gelen ve 24–48 saatte zirve seviyesine ulaşan eklem hareket açıklığında azalmanın gözlemlendiği ağrı ve hassasiyete sebep olur. Herhangi bir tedavi uygulanmadığında GKA 5–7 gün sonra ortadan kalkabilmektedir (Armstrong, 1984; MacIntyre, Reid ve McKenzie 1995). Sporcularda sık görülebilen GKA semptomları (ağrı, hassasiyet, eklem mekaniğindeki bozulmalar gibi) performansın azalması, yaralanma riskinin artması antrenman ya da yarışmalara katılımı engelleyebilmektedir (Cheung, Hume ve Maxwell, 2003a; Ernst, 1998). Bundan dolayı ağır eksantrik egzersizler sonrası görülen GKA'nın en kısa süre içinde etkili yöntemlerle tedavi edilmesi gerekmektedir.

İlaç tedavileri (analjezikler, non-steroidal anti enflamatuar ilaçlar) tedavi yöntemleri arasındadır (Donnelly, Maughan ve Whiting, 1990). Fizyoterapi yöntemlerinin de etkinliği araştırılmaktadır. Bu fizyoterapi yöntemlerinden transkuteneal elektriksel sinir stimülasyonu (TENS), yüzeysel sıcak ve soğuk uygulaması masaj, germe, myofasyal gevşetme teknikleri, ultrason, enterferansiyel akım (EFA) ve çeşitli egzersizler yer almaktadır (Chang, Wu, Lee ve

Chen, 2019; Cheung ve ark., 2003a; Hilbert ve ark., 2003; Hotfiel ve ark., 2018; O'Connor ve Hurley, 2003).

Doku üzerindeki uygulamaların biri olan "Miyofasiyal (miyo-bağ dokusal) gevşetme", birçok ağrı ve yaralanma durumunda kullanılıp, fizyoterapi ve manipülasyon tedavi teknikleri kullanılmaktadır. "Miyofasiyal gevşetme" tekniği olarak da isimlendirilmektedir. Miyofasiyal gevşetme tekniği bir uzmanın yumuşak dokulara uygun ve bireyin kaslarına yönelik uygulama kuvveti, açısı ve süresi değişen, yumuşak dokulardaki fleksibilitesini arttırmak ve ağrıyı azaltmak için kullanılan germe olarak tanımlanmaktadır (Manheim, 2008). Kas-fasya yapısındaki salınımın; ağrıda azalma, eklem hareket açıklığının artma, kasın artmış tonusunun azaltılması, esnekliğin artırılması ve fonksiyonel kas boyuna ulaşılmasına etkileri söylenebilir. Bu teknik maliyetli ve bir uzman gerektirmektedir (Schroeder ve Best, 2015). Bu sebeple, kendi kendine uygulanan miyofasiyal gevşetme sporcular için faydalı bir tedavi yöntemi olduğu söylenmektedir. Son çalışmalarda; sporcularda egzersizden önce ve sonra kendi kendine uygulanan miyofasiyal gevşetme uygulamalarının ağrının azaltılması, sakatlıkların tedavi edilmesi ve performans arttırmak için uygulanan bir teknik olduğu bazı çalışmalarda öne sürülmektedir (MacDonald ve ark., 2013; Renan-Ordine ve ark., 2011).

Bu bilgilerden yola çıkarak gecikmiş kas ağrısı üzerine diğer fizyoterapi yöntemlerine göre avantajı kendi kendine uygulanabilen Foam Roller ile myofasiyal gevşetme tekniğinin etkinliğini araştırmak amaçlanmıştır. Bununla birlikte diğer fizyoterapi uygulamalarına göre Foam Roller uygulamasının gecikmiş kas ağrısı üzerine etkileri hakkında çalışma sayısının az olması, çalışmalarda fikir birliğine varılamaması, çalışmamızın örneklemini sporcuların oluşturması çalışmamızın önemini arttırmaktadır. Ayrıca foam roller uygulamasının etki mekanizmasının aydınlanmasında fayda sağlayacağı düşünülmektedir. Bu bilgiler ışığında gereksiz fizyoterapi uygulamalarının önüne geçilerek ekonomik kayıpların minime inmesi sağlanacaktır.

Osteopatik ve manipülatif tedavilerin içerisinde yer alan fasya teknikleri ile ilgili diğer bilimsel çalışmalara ışık tutarak alt yapı oluşturacağı düşünülmektedir. Ayrıca çalışmamızın örneklemini erkek futbol sporcularının oluşturmasının farklı bir perspektif katacağı düşünülmektedir.

1.5. Sayıtlar

Sporcuların Görsel Ağrı Skalasına ağrı düzeylerinde doğru cevap verdikleri kabul edilmiştir.

1.6. Sınırlılıklar

Bu araştırma genç yetişkin bireyleri kapsamaktadır. Sağlıklı erkek futbol sporcuları sporcular ile sınırlıdır. 18-26 yaş aralığı ile sınırlıdır.

Bu araştırmadaki dışlanma kriterleri ise;

*Kronik sağlık probleminin bulunması,

*Son 6 ay içinde herhangi bir ortopedik yaralanma yaşamış olmak,

*Herhangi bir ilaç kullanıyor olmaktır.



2. KAYNAK ARAŞTIRMALARI

2.1. Gecikmiş Kas Ağrısı

Genellikle yoğun eksantrik egzersizleri içeren alışılmamış egzersiz sonrası kaslarda oluşan ağrı ya da hassasiyete gecikmiş kas ağrısı denir (Lieber ve Friden, 2002; Smith, 1991). Özellikle yokuş aşağı koşma, merdiven inme, pliyometrik ve dirençli egzersizler veya aşırı ağır eşya taşıma gibi eksantrik kontraksiyonlardan oluşan kas aktivitelerinde görülmektedir (Bakhtary, Safavi-Farokhi, Aminian-Far, 2007; Lee, Bae, Hwang ve Kim, 2015). Egzersizden sonra 8. ve 24. saatler arasında gecikmiş kas ağrısına bağlı; kaslarda sertlik ve ağrı görülmeye başlar. Ağrı 24. ve 48. Saatler arasında zirve yapar ve birkaç gün sonra kaybolmaya başlar (Armstrong, 1984; Winke ve Williamson, 2018) GKA spor yaralanmalarının en yaygın ve tekrarlayıcı yaralanmalarından biri olarak düşünülmektedir (Cheung ve ark., 2003a).

Eksantrik kas kontraksiyonu aktif kasın gerilim altında kasılmasıyla oluşmaktadır (Herzog, 2014). GKA sıklıkla kasın distal bölümünde, genellikle eksantrik egzersizlerden 24–48 saat başlayan ve yoğun olan hassasiyet ilerleyen zamanlarda tüm kas boyunda görülür. Ağrının lokalizasyonu kas- tendon yapısındaki yumuşak dokusunda yoğun olarak bulunan ağrı reseptörlerine bağlanabilir. Kas ile tendon yapının birleşiminden önceki kas liflerinin oblik yapısı; kaslarda uzama oluşturacak yüksek kuvvetlere karşı yapının tolerasyonunu azaltmaktadır. Kas liflerinin bu mimari yapısı kasılabilme özelliğine sahip olan bu elemanları mikroskobik düzeydeki hasarlanmalara yatkın bir duruma getirmektedir (Cheung ve ark., 2003a).

Düzenli antrenmandan daha çok sıklıkla alışılmadık yüksek şiddetli fiziksel aktivite, çoğunlukla geniş eksantrik egzersiz ile ilişkili olan GKA hem sporcu hem de sedanter bireylerde görülebilir (Barnett, 2006) . Düşük hızda yapılan eksantrik kontraksiyondan daha çok yüksek hızda yapılan eksantrik kontraksiyonun has hasarını tetiklediği gösterilmiştir (Chapman, Newton, McGuigan ve Nosaka, 2008).

Ağrı, ödem, eklem hareket açılığındaki hassasiyet ve kas gücü kaybının geçici süre devam etmesi GKA'nın en önemli semptomatik özellikleridir (O'Connor ve Hurley, 2003).

2.2. Gecikmiş Kas Ağrısının Mekanizması

Özellikle eksantrik kasılmalar içeren egzersizler sıklıkla geçici kas hasarına neden olur ve gecikmeli başlangıçlı kas ağrısına (GKA) yol açmaktadır (Bieuzen, Bleakley ve Costello 2013).

GKA genellikle kapsamlı veya yoğun egzersizden sonra ilk 24 saat içinde ortaya çıkar ve 24 ila 72 saat arasında bir zirveye ulaşır (Howatson ve van Someren, 2008). Genellikle ödem ve kas performansında azalma eşlik etmektedir (De Marchi ve ark., 2017; Kargarfard ve ark., 2016). Eklem hareket aralığında bir azalmanın yanı sıra (Cheung, Hume ve Maxwell, 2003b; Lavender ve Nosaka, 2006). GKA'un kesin mekanizması belirsizliğini korusa da, en çok kabul

gören teori egzersizin neden olduğu birincil mekanik hasarı ve ardından GKA semptomlarına atfedilen iltihabı düşündürmektedir. Bu, kas liflerinin bozulmasına neden olan mikroskopik analizlerle doğrulanır. Ek olarak, kanda kreatin kinaz (CK) ve inflamatuvar belirteçler gibi hücre içi enzimlerin de artışı vardır (Chatzinikolaou ve ark., 2010; Peake ve ark., 2005).

GKA' nın muhtemel mekanizmalarını araştıran çeşitli teoriler vardır. Bu teorileri; laktik asit, kas spazmı, kas hasarı, konnektif doku hasarı, enflamasyon ve enzim teorileri oluşturmaktadır (Cheung ve ark., 2003a; O'Connor ve Hurley, 2003).

2.2.1. Laktik Asit Teorisi

Ağrı, kas hasarı ve rahatsızlıkla bağlantılı olan laktik asit; kas metabolizmasının yan ürünü ve birikimidir (Cheung ve ark., 2003a). Laktik asit teorisi temelinde; GKAnın egzersizden sonra laktik asidin üretilmeye devam etmesiyle olduğu varsayımına dayanmaktadır (Armstrong, 1984; Gulick, Kimura, Sitler, Paolone ve Kelly 1996). Ancak, GKA ya neden olmayan konsantrik kas kasılmaları açığa çıkan yüksek yoğunluklu laktik asitin ve eksantrik egzersizlerin diğer egzersiz türlerine göre daha düşük enerji gereksinimine ihtiyaç olup daha az laktat üretimi gerçekleştirmesi, GKA ile örtüşmemektedir (Murase ve ark., 2010) . Bundan dolayı, bu teori geniş ölçüde reddedilmektedir.

2.2.2. Kas Spazmı Teorisi

Eksantrik egzersizden sonra istirahat kas aktivitesi seviyelerinde artmanın gözlemlenmesiyle kas spazmı teorisi öne sürülmüştür. İstirahat esnasında ki kas aktivitesinin artması motor ünitelerde tonusun bölgesel artışı ile karakterize spazmlara sebebiyet vermektedir. Böylece lokal kan damarlarının iskemik kontraksiyonu sebebi ile ve ağrı mediatörlerinin ilgili lokalizasyonda birikmesi durumu meydana gelir. Ağrı-spazm-ağrı kısır döngüsü sebebi ile uzamış bir kısır döngü oluşur (Cheung ve ark., 2003a).

2.2.3. Konnektif Doku Hasarı Teorisi

Kas kontraksiyonuyla meydana gelen konnektif doku hasarı, albuminoid metabolizmada dengesizlik ve derin dokuda yaralanma oluşturur (İmtiyaz, Veqar ve Shareef, 2014; Veqar ve İmtiyaz, 2014) . Kas lif demetlerinin çevresini saran endomisyum, perimisyum ve epimisyum içeren iskelet kası konnektif dokusunun hasarla ilgili olduğu düşünülmektedir (Cheung ve ark., 2003a; Cleak ve Eston, 1992; Kafry ve Pines, 1980). Hasar teorisine göre en önemli olan yapı endomisyumdur, çünkü miyofibrilin etrafında bir kılıf oluşturur ve komşu miyofibrillerle birbirine bağlanabilmektedir (Cleak ve Eston, 1992). Konnektif dokunun içerik ve kompozisyonları birbirinden farklı olan kas lifi tiplerinden; Yavaş kasılan tip I lifler hızlı kasılan tip II liflerden daha sağlam bir yapıdadırlar. Böylece hızlı kasılan lifler gerilme nedeniyle oluşabilecek yaralanmalara daha açıktırlar ve egzersizle konnektif dokunun zorlanması kas

ağrısını tetikleyebilmektedir (Fleckenstein ve ark., 2017; Park, Rhyu ve Rhi, 2020). Tullison ve Armstrong, kas dokusu hasarına kıyasla konnektif doku hasarına seçici gösterge olarak, düşük basit şeker monofosfat aktivitesinden bahsetmektedirler. Ayrıca sarkoplazmik retikulumdaki bozulma ve IV duysal liflerin konnektif doku içindeki yerleşimleri de bu teori içerisinde yer almaktadır (Veqar ve İmtiyaz, 2014). Egzersizi takiben idrarda hidroksiprolin (HP) ve hidroksilizin (HL) değerlerinin çalışılması da bu teoriyi desteklemektedir. HP ve HL amino asitleri, kollajen komponentleridir ve bu aminoasitlerin idrarda gözlenmesi aşırı kullanma ya da zorlanmaya bağlı hasar nedeniyle kollajen bozukluğunun belirteçleridir. Bununla birlikte, HP ve HL'deki artış, kollojen sentezi ya da kollojen azalması sonucu da gözlenebilir. Bu nedenle HP ve HL'deki artış, GKA'yı tam olarak açıklamamaktadır (Cheung ve ark., 2003; Cleak ve Eston, 1992; Kafry ve Pines, 1980).

2.2.4. Kas Hasarı Teorisi

Kas hasarı teorisi ilk kez Hough tarafından öne sürülmüştür (Hough, 1900). Bu teori, eksantrik egzersiz sonrasında gerilim altındaki kasın uzamasıyla birlikte özellikle Z bantlarında bulunan myofibrillerin bozulması ile karakterizedir (Cheung ve ark., 2003a; Hough, 1900). 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, kapillerler ve kas-tendon kavşak bölgesinde yer alan nosiseptörler uyarılır ve ağrı hissine yol açarak GKA oluşumu tetiklenir (Cheung ve ark., 2003a). Bu teori egzersiz sonrası kandaki kas spesifik proteinlerinin varlığı ile desteklenmiştir. Normal dinlenme koşullarında 100 IU/L olan serum keratinkinaz (CK) düzeyi eksantrik egzersizleri sonrasındaki 24–48 saatlik süreçte kas liflerinde ki mikro düzeyde ki bozulma ile kas hücrelerinin zar metabolizmasındaki yükseliş ile ilgili olarak 40.000 IU/L' ye kadar artışlar görülebilir. Bu düzey yapılan egzersizin yoğunluğuna ve çeşitliliğine bağlı olarak 3–7 gün lük süreç içerisinde pik değere ulaşır ve 7–14 günlük süreçte optimal değere döner (Vickers, 2001) . Sonuç itibariyle, kas hasarına ilişkin durum GKA süreci için teorik anlamda tanımlayıcı bir teori olarak kabul edilebilir (Cheung ve ark., 2003a).

2.2.5. İnflamasyon Teorisi

Hasarlı kas hücreleri ve kas mimarisinde ki hızlı değişim ile birlikte, histamin, prostoglandin ve bradikininlerde ki artış ile etkilenmiş alana monosit ve nötrofil hareketi meydana gelir. Ardından eksantrik egzersizden sonra protein yoğunluklu sıvı artışı küçük kan damarlarında ve kasta görülür (Cheung ve ark., 2003a). İnflamasyonun ana belirtilerinden bir tanesi ağrıdır. Tip III ve Tip IV afferent lifler ile nosiseptif uyaranlar merkezi sinir sistemine iletilir. Bu süreç içerisinde çeşitli biyokimyasal maddelerde önemli bir rol oynar. Dolaşım sisteminde ki nötrofil sayısı, akut inflamatuvar süreci destekler şekilde, kastaki hasarın parametrik bir belirteci olarak, anlamlı miktarda bir yükseliş meydana getirebilir (Tietz, 1983).

2.2.6. Enzim Akış Teorisi

Bu teori, normalde sarkoplazmikretikulumda depolanması gereken kalsiyumun kas hasarı sonucu oluşan sarkolemmal hasarı takiben yaralı kaslarda biriktiği varsayımına dayanmaktadır (Armstrong, 1984; Gulick ve ark., 1996). Biriken bu anormal kalsiyumun mitokondriyal seviyede hücre solunumunun inhibe edilmesine yol açtığı düşünülmektedir. Oluşan bu durum, kalsiyumun sarkoplazmikretikuluma aktif olarak geri taşınması için gerekli olan adenozintrifosfat (ATP) rejenerasyonunun yavaşlamasına neden olmaktadır (Cheung ve ark., 2003a). Ek olarak, kalsiyum birikiminin proteazları ve fosfolipazları aktive ettiği, böylece lökotrienlerin ve prostaglandinlerin üretilmesiyle sarkolemmada daha fazla yaralanmaya neden olduğu düşünülmektedir (Armstrong, 1984; Donnelly ve ark., 1990). Tüm bunların bir sonucu olarak, zayıflamış Z çizgilerindeki kas proteini dejenerasyonunun artması ve ağrıdan sorumlu sinir uçlarının kimyasal stimülasyon ile uyarılarak GKA'ya neden olduğu bu teorinin varsayımıdır (Armstrong, 1984; Cheung ve ark., 2003a).

2.3. Gecikmiş Kas Ağrısı Bulguları

2.3.1. Biyokimyasal Parametreler

GKA'da oluşan kas hasarını indirekt olarak gösterilmesinde serum CK, laktat dehidrogenaz düzeyleri, oluşan inflamasyonun belirlenmesinde ise nötrofil sayısı kullanılabilir.

Kreatin Kinazın kandaki artışı eksantrik egzersize ilişkin meydana gelen kas hasarını dolaylı olarak gösterebilmek için kandaki bu proteinin varlığı olarak değerlendirilmiştir (Sorichter, Puschendorf ve Mair, 1999). Protein CK egzersizden sonraki kas hasarı oluşumunda artış gösterir ve geçerliliği en fazla kabul edilen parametredir (Chapman ve ark., 2008; Fridén, Sjöström ve Ekblom 1983; Nosaka ve Clarkson, 1995). CK düzeyindeki artış miktarının diğer proteinlere göre daha fazla olması sebebiyledir. Serum CK düzeyinin egzersizden sonra 24-48 saatte artış gösterdiği ve 3-6 gün süresince yüksek seviyede kaldığını gösteren çalışmalar mevcuttur. Plazma CK'nın görevi, kas kasılması sırasında Adenozin Trifosfat'ı uygun seviyede tutmaktır. CK'nın kan plazmasındaki artışı kas hücrelerini saran zarın yırtılmasına veya geçirgenliğin artmasına işaret eder. Kas hasarının şiddetiyle serum CK düzeyindeki artışın ilişkili olduğu görüşü, tam olarak kanıtlanabilmiş değildir (Powers ve Howley 2009).

Kas hasarını değerlendirmek için, anaerobik glikolizde pirüvatın laktata dönüşümünün katalizörü olan laktat dehidrogenazdır (LDH) değerleri de kullanılmaktadır. Egzersizden meydana gelen kas hasarında, kandaki LDH seviyesinin ilk 6 saatte görüldüğü en yüksek değerde olduğu ve 48-72 saat sonra, önceki seviyesine geri döndüğüyle ilgili çalışmalar vardır (Rumley ve ark., 1985). Ancak yakın zamanda gecikmiş kas ağrısında LDH seviyesini araştıran

çalışmalar LDH seviyesinin egzersizden hemen sonra zirveye ulaştığını bildirmişlerdir (Adamczyk, Gryko ve Boguszewski, 2020; Brancaccio ve ark., 2010; Tokinoya ve ark., 2020).

Genel olarak kas hasarı, kas proteinlerinin (örneğin, kreatin kinaz; CK) dolaşıma katılması ile değerlendirilir (Nosaka ve Clarkson, 1995). Benzer şekilde, inflamasyonla ilgili biyobelirteçler (örn. sitokinler ve lökosit sayıları) ve redoks biyobelirteçleri (örn., protein karbonilleri ve glutatyon durumu) ikincil fizyolojik ölçümler olarak sıklıkla kullanılır (Armstrong, 1984; Cheatham, Lee, Cain ve Baker, 2016; Peake ve ark., 2005).

Nötrofiller bir lökosit hücresi olup , lökositlerin en sık bulunan tipidir . Vücudun yabancı maddelere karşı hücresel yollarla korunmasında nötrofiller sorumludur(Deas, Mackey, ve McDonnell 2003). GKA oluşumundaki enflamasyon teorisinde de belirtildiği üzere; tekrarlı eksantrik egzersizlerden sonra ödem ve enflamasyon, hücre filtrasyonu gibi enflamatuvar cevapların meydana gelmesinden kaynaklı olduğu düşünülmektedir (Cheung ve ark., 2003a; Veqar ve Imtiyaz, 2014).

Önceki çalışmalar, kandaki nötrofil sayısının, lokal eksantrik egzersizden sonraki birkaç saat içinde arttığını öne sürmüştür (Kanda ve ark., 2013). Bununla birlikte, yokuş aşağı koşma gibi sistemik eksantrik egzersizden sonra değerlendirilen nötrofil işlevleri yeterince açıklanmamıştır (Kawamura ve ark., 2018). Dinamik eksantrik egzersizden (yokuş aşağı koşma gibi) sonra dolaşımdaki nötrofil sayıları ve sistemik sitokin cevapları statik ve lokal eksantrik egzersizden (tek bacak kaldırma) ve dayanıklılık egzersizinden (bisiklete binme ve düz koşu) farklı olduğundan (Kanda ve ark., 2013) , dolaşımdaki nötrofil sayısı her iki egzersiz modunda farklı olabilir (Kawamura ve ark., 2018).

2.3.2. Kas Ağrısı ve Hassasiyet

Egzersiz sonrası kas hasarından dolayı meydana gelen akut kas ağrısının oluşum süreci bilinmesine rağmen GKA sebebiyle oluşan ağrı ve hassasiyetin etiyolojisi tam olarak açıklanamamıştır (Armstrong, 1984). Geçerli görüş, GKA'da miyotendinöz dokulardaki hasara bağlı gelişen inflamasyonunun histamin, bradikinin ve prostaglandin E gibi zararlı kimyasallar ile mekanoreseptörleri uyardığı ve kontraksiyona karşı hassaslaştırarak ağrıya neden olduğudur (Fridén ve ark., 1983; O'Connor ve Hurley, 2003). Meydana gelen ağrı ve hassasiyet miyotendinöz dokuda ve kas boyunca görülür. Egzersiz sonrası 8–72 saat içinde ortaya çıkar ve 24–48 saatte zirve yaparak 5–10 gün içerisinde kaybolur (Craig, Barron, Walsh ve Baxter, 1999; Nosaka ve Clarkson, 1995). GKA'da algılanan ağrı ile birlikte basınç ile ortaya çıkan ağrı ve hassasiyette artış olur. Algılanan ağrının görsel ağrı skalası (GAS), kas hassasiyetinin ise algometre ile ölçüldüğü bildirilmiştir (Craig ve ark., 1999).

2.3.3. Eklem Hareket Açıklığında Azalma

Bazı çalışmalar eksantrik egzersiz sonrası, eklem hareket açıklığının azaldığını ve 10 gün sonra bile egzersiz öncesi değerlere dönmediğini bildirmişlerdir. GKA oluşumuyla, kas lifleriyle paralel uzanan konnektif dokunun eklem hareket açıklığındaki azalmada etkili olduğu görüşü mevcuttur (Cheung ve ark., 2003a). Ayrıca azalan eklem hareket açıklığının, miyotendinöz kavşaktaki ödem ile ilişkili olduğu da öne sürülmektedir (Edwards, Hill, Jones ve Merton, 1977; İmtiyaz ve ark., 2014).

2.3.4. Performans Azalması

Eksantrik egzersiz, kas ağrısı ve kas iskelet yapısındaki değişimlerin yanı sıra kas fonksiyonu, eklem mekaniğinde ve propriyosepsiyonunda bozulmalara sebep olur (Proske ve Allen, 2005; Warren, Lowe ve Armstrong, 1999). Egzersizin türüne, bireyin bünyesine bağlı olarak eklem hareket açıklığı, kas kuvveti, ağrı ile birlikte istemli kas kontraksiyonunda azalma semptomları arasındadır. Antrenmanların fiziksel performans gerektirmesi nedeniyle, özellikle ağır antrenman yapan sporcular gecikmiş başlangıçlı kas ağrısı (GKA) geliştirme riski altındadır (Jones ve ark., 2015) Bu nedenle, GKA sonucu yarışmalarda performans kayıpları görülmekte ve sakatlanma riskine sebep olmaktadır (Fridén ve ark., 1983). Kas kuvvetindeki azalma, ağrı veya eklem hareket açıklığının normale dönmesinden daha zordur (Cleak ve Eston, 1992; Fridén ve ark., 1983). Profesyonel sporcularda ağrı, performansta azalmaya ve gerekli antrenman şiddetine ulaşamamaya sebep olabilir (Edwards ve ark., 1977).

Eksantrik egzersiz sonrası oluşan kas hasarıyla bozulan performans, en çok maksimal izometrik kontraksiyon kuvvetinde azalma ile olduğunu belirten çalışmalar vardır (Bottas, Linnamo, Nicol ve Komi, 2005; Morgan, 1990). Bu çalışmaların birçoğu sedanter veya son 6 ay içinde dirençli antrenmana katılmayan kişilerle yapılmıştır. Kas hasarındaki farklılıklar kanıtlanmasa da, kas hasarı derecesi ve etkisinin sedanter bireylerde daha yoğun şekilde görülme ihtimali vardır (Bottas ve ark., 2005). Ayrıca miyotendinöz yapıdaki propriyoseptif sensörlerin bozulmasına sebep olan GKA'nın performans azalmasına neden olabileceği de belirtilmektedir (Lott ve Stang, 1980; Uwe Proske ve Allen, 2005).

GKA'ya bağlı semptomları azaltmak, performansı arttırmak ağrıyı azaltmak için çeşitli tedavi yöntemleri bulunmaktadır.

2.4. Tedaviler

Özellikle elit sporcularda, egzersizle tetiklenen GKA'dan sonra iyileşme yöntemleri bulunmaktadır. GKA'nın önlenmesi ve tedavisi, dolayısıyla egzersizle tetiklenen kas hasarının iyileşmesi, kas gücü ve performans seviyesinin geri kazanılmasının tamamlayıcı parçasıdır (Kurt, 2020).

Gecikmiş kas ağrısında tedavilerin amacı; semptomların önlenmesi, miyotendinöz yapıdaki esneklik ve fonksiyonunun yeniden kazanılmasıdır. GKA'da uygulanan ilaç tedavileri ve diğer tedavilerin yanında; fizyoterapi yöntemlerinde; germe, elektroterapi uygulamaları masaj, kompresyon, sıcaklık ajanları, ve egzersiz, foam roller uygulaması kullanılmaktadır (Cheung ve ark., 2003a; Cleak ve Eston, 1992; Connolly ve ark., 2003; Gulick ve ark., 1996; Heiss ve ark., 2019; Vaidya ve ark., 2021).

2.4.1. İlaç Tedavisi

Gecikmiş kas ağrısı (GKA) tedavisinde antienflamatuvar ilaçların kullanımında farklı görüşler mevcuttur. Enflamatuvar cevaplardaki azalma intramusküler basınçta ve kas ödeminde azalmaya neden olmaktadır. Fakat bazı durumlarda NSAİİ enflamasyon ile karışıp, iyileşmeyi engelleyip hastalık etkisi oluşturabilmektedir (Heiss ve ark., 2019; Schoenfeld, 2012). Ayrıca alternatif olarak kullanılabilen oral suda çözünabilir vitamin (vitamin C) ve antioksidanların GKA ile ilgili sonuçları farklılık göstermektedir (Han, Kim, Yang, Lee ve Sung, 2014; Veqar ve Imtiyaz, 2014).

2.4.2. Soğuk Uygulama

Buz uygulaması ile kas hasarına bağlı oluşan gecikmiş kas ağrısı ve inflamatuvar cevaplarda iyileşme belirtilmiştir (Paddon-Jones ve Quigley, 1997). Soğuk uygulama deride, kas yapısında ve eklemlerdeki ısıda değişiklikler oluşturur. Dokudaki ısının düşüşüyle yüzeysel deri reseptörleri uyarılıp, sempatik adrenerjik lifler ile lokal arteriyol ve venüllerin konstrüksiyonu gerçekleşir. Böylece ödemde ve membran geçirgenliğinde azalma ile metabolizma yavaşlar. Soğuk tedavisi, kolay uygulanması ve maliyeti az olması sebebiyle ile GKA'da sık kullanılan tedavi yöntemlerindendir (Cheung ve ark., 2003a; Heiss ve ark., 2019) Yakın zamanda yapılan çalışmalar da bu görüşü desteklemektedir (Wang ve ark., 2021).

2.4.3. Elektrofiziksel Modaliteler

Ultrason, terapatik ekstrakorporeal şok dalga terapisi (ESWT),laser tedavisi, vibrasyon, transkutanöz elektrik sinir stimülasyonu (TENS), elektromiyostimülasyon (EMS), enterferansiyel akım gibi uygulamalar elektrofiziksel ajanlar GKA azaltmak için kullanılan yöntemlerdendir (Chang ve ark., 2019; Hotfiel ve ark., 2018; O'Connor ve Hurley, 2003) Ultrasonun (US) etkileri görüşleri farklılık göstermektedir. Kan akışı ve doku ısısında artış ile inflamatuvar tepkilerin oluşumunda ultrasonun etkinliği belirtilmektedir. Bazı çalışmalarda US tedavisinden sonra GKA 'da 48-72 saatleri arasında semptomlarda azalma görülürken, bazı çalışmalarda ise semptomlarda artış gözlemlenmiştir (Aytar,2006; Cheung ve ark., 2003; Hotfiel ve ark., 2018).

ESWT'nin GKA üzerine orta evrelerinde yararlı etkileri olduğu ve sporcuların performansının normale dönük iyileştirilmesinde yararlı bir tedavi olduğu belirtilmektedir. ESWT'nin GKA'nın erken evrelerindeki etkisi kanıtlanmamıştır (Fleckenstein, Friton, Himmelreich ve Banzer, 2017; Hotfiel ve ark., 2018)

TENS, GKA'nın semptomlarını azaltmak için sıklıkla kullanılan elektroterapi modalitelerindendir. Yapılan çalışmalar düşük ve yüksek frekanslı TENS uygulamalarının GKA'da semptomlar üzerinde önemli bir etkisinin olmadığını göstermiştir (Cheung ve ark., 2003a; Craig, Cunningham, Walsh, Baxter ve Allen, 1996).

EMS, kas kontraksiyonu için motor nöronları periferik olarak uyatarak elektriksel iletilerin yüzey elektrotlarıyla iletilmesini amaçlar. Bu kasılmaların doku onarımıyla iyileştirici "kas pompası etkisi" oluşturarak artan kan akışına bağlı iyileşme sağlanacağı görüşü mevcuttur. EMS için yapılan çalışmalarda kullanılan yöntemlerin farklı olmasının sonuçların tartışmalı olmasına sebep olduğu söylenebilir (Barnett, 2006; Hotfiel ve ark., 2018).

Vibrasyon terapisinin, tüm vücut vibrasyonunun GKA'nın semptomlarının azaltılmasında etkili olup olmadığı tartışmalıdır. Farklı örneklem gruplarında çalışmalar yapılması gerektiği belirtilmektedir (Aminian-Far, Hadian, Olyaei, Talebian ve Bakhtiary, 2011; Veqar ve Imtiyaz, 2014).

Enterferansiyel akım GKA'da inflamasyon, ağrı ve ödemi azaltmak için kullanılan bir yöntemdir ancak yapılan çalışmalarda çelişkili sonuçlar elde edilmiştir. Enterferansiyel akım uygulamasının ağrının azaltılmasında etkili olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur (Clarice ve ark., 2012; Minder ve ark., 2002). Ancak bazı çalışmalar ise GKA'nın semptomlarının azaltılmasında etkili olmadığını öne sürmektedir (O'Connor ve Hurley, 2003).

Düşük seviye lazer terapi (DSLTL) ise; hücrenin ışık enerjisini absorbe ederek dokular üzerindeki etkisiyle açıklanabilir. DSLTL fizyolojik ve terapötik etkileri nedeniyle GKA için kullanılabilir. Hücrenin oksijenlenmesi ve enerji seviyelerinin artmasını sağlamaktadır. Lazer terapinin GKA üzerine etkileriyle ilgili çalışmalar mevcuttur (Baroni ve ark., 2010; Kaba, 2020; Kakihata ve ark., 2015).

2.4.4. Kompresyon

GKA'nın tedavisinde kompresyon tedavisi de kullanılmaktadır. Kompresyonun ozmotik basınçla, ödemin azalmasıyla inflamatuvar cevap ve ağrı ve hassasiyeti azaltabileceğini öne süren çalışmalar mevcuttur (Kraemer ve ark., 2001). Ancak, GKA semptomlarının giderilmesinde kompresyonun etkisi çelişkilidir. Kompresyon giysilerinin GKA semptomlarının azaltılmasında etkili olduğu, ancak performansı arttırmada kısıtlı etkisi olduğu düşünülmektedir (Heiss ve ark., 2019). Ancak uygulamanın protokolündeki farklılıklar bu çelişkili sonuçlar ortaya çıkarmaktadır (Hotfiel ve ark., 2018).

2.4.5. Egzersiz

GKA semptomlarını azaltılmasında kullanılan tedavi yöntemlerinden biri de egzersizdir. Egzersiz esnasında ağrıdaki azalma; atık ürünlerin atılımı, kastaki adhezyonların çözülmesi ve endorfin enzimindeki artıştan dolayıdır. Bunun sonucunda, GKA'na bağlı hassasiyeti azaltan analjezik etki meydana gelmektedir. (Cheung ve ark., 2003). GKA sonrası egzersizin etkilerini inceleyen çalışmalarda protokoller; kolun ergometre ile çalıştırılması (Weber, Servedio ve Woodall, 1994), submaksimal eksantrik egzersizler (Choinière ve ark., 2010; Donnelly, Clarkson ve Maughan, 1992), yokuş aşağı koşmayı içeren eksantrik egzersiz ve 3-6 hafta sonra tekrarlanan egzersizler mevcuttur (Byrnes ve ark., 1985). Bu çalışmalardan GKA sonrası, 3-6 hafta tekrarlanan eksantrik egzersizlerin etkin olduğu bildirilmiştir.

Aktif iyileşme, kas hasarından sonra iyileşmek için en çok reçete edilen tekniktir. Koşu ve bisiklet, sporcular tarafından rejeneratif antrenman seanslarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bisikletle ve koşmanın, LDH ve ağrı düzeylerini azaltmada pasif iyileşmeden daha etkili olduğu görülmüştür. Bisiklete binmek, güç ve ağrının iyileştirilmesinde etkilidir. Yakın zamanda yapılan bu çalışmada orta yoğunlukta bisiklet sürmek, eksantrik egzersizin neden olduğu kas hasarının iyileşmesinde koşmaktan daha etkili olduğu belirtilmiştir (De Azevedo Franke ve ark., 2021).

2.4.6. Germe Egzersizleri

Germe egzersizlerinin esnekliği artırarak sakatlanma riskini azalttığı düşünülmektedir (Cheung ve ark., 2003). Geçmiş araştırmalar, egzersiz sonrası esnetmenin GKA semptomlarını azaltmak için etkili olmadığını gösteren çok sayıda çalışma ile karışık ve çoğu zaman çelişkili sonuçlara sahiptir. GKA sonrasında yapılan tekrarlı statik germenin kas-tendon kavşağında gerginliği azalttığı fakat dokuda ödem birikimini meydana getirdiği öne sürülmektedir (O'Connor ve Hurley, 2003). Ayrıca balistik germenin GKA oluşumunu tetikleyebileceği teorisi de mevcuttur (Cheung ve ark., 2003; Smith ve ark., 1993).

Yakın zamanlı yapılan çalışmalarda şimdilik, mevcut (yetersiz) veriler ilgili iddiaları desteklemediğinden, iyileşme amacıyla egzersiz sonrası germe uygulanıp uygulanmayacağına dair kanıta dayalı önerilerden kaçınılmalıdır görüşü belirtilmiştir (Afonso ve ark., 2021).

2.4.7. Kinezyolojik Bantlama

Kinezyo bandın ağrının azaltılmasındaki etkisi ödem ve inflamasyonun azaltılması, kapı kontrol teorisi, inen inhibitör yolların uyarılması, yüzeysel ve derin fasya fonksiyonlarının düzenlenmesiyle açıklanabilir (Kalichman, Vered ve Volchek, 2010). Kinezyolojik bantlama (KT), GKA sonrası kas ağrısını azaltmada, kas gücü ve performansı arttırmada etkili bulunmuştur fakat uygulama yöntemi farklılıklar gösterdiğinden kesme şekli, banttaki gerim

miktarı ve uygulama yöntemi çalışmalarda farklılık göstermektedir (Hazar, 2015; Kirmizigil ve ark., 2020; Lee ve ark., 2015).

Son zamanlarda yapılan çalışmalar, KT'nin kas gücünü artırmak için eksantrik egzersizden sonra GKA'yi hafifletmeye yardımcı olabileceğini düşündürmektedir. Bu nedenle, KT'yi egzersizden sonra 48 saatten fazla, ancak 24 saat boyunca kullanmamak, ağrıyı gidermede ve kas gücünü geliştirmede daha etkili görünmektedir (Lin ve ark., 2021). Yine yakın zamanlı başka bir çalışmada kinezyo bantlama gecikmiş kas ağrısını azalttığı, ancak kas performansını iyileştirmediği bildirilmiştir (Camacho, Herrera, Barela ve Delgado-Diaz, 2020).

2.4.8. Diğer Tedaviler

Vibrasyon, kontrast banyo, akupunktur GKA tedavisinde kullanılan diğer tedavi uygulamalarındandır (Cheung ve ark., 2003a; Heiss ve ark., 2019; Lee ve ark., 2015; Lu ve ark., 2019; Robson-Ansley, Gleeson ve Ansley, 2009)

Vibrasyon tedavisi son yıllarda gecikmiş kas ağrısını üzerine etkileri popüler konulardan biri olmuştur. Titreşim tedavileri tipik olarak doğrudan kas veya tendona uygulanan lokal mekanik titreşimden (LV) veya titreşimli platformlar veya direnç antrenman makinelerine sabitlenmiş cihazlar tarafından gerçekleştirilen tüm vücut titreşiminden (WBV) oluşur (Cochrane, 2017). Bununla birlikte, GKA için vibrasyonun etkinliği tartışmalıdır. Bazı çalışmalar, bu titreşim tedavisi GKA olan hastalarda masaj ya da plaseboda daha fazla etkili olduğunu rapor etmişlerdir (Dabbs, Black, ve Garner, 2015; Fuller, Thomson, Howe ve Buckley, 2015), diğer çalışmalar ise titreşim GKA ve rahatlamış ağrı birlikte desteklenmiş iyileşme sürecini araştırmışlardır (Broadbent ve ark., 2010; Koh ve ark., 2013). Bununla birlikte, GKA'de titreşimin rolünü ve mekanizmasını netleştirmek için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır görüşünü belirtilmiştir (Lu ve ark., 2019). Yakın zamanlı yapılan bir çalışmadaki sonuçlar, eksantrik egzersizden önce WBV kullanımının, GKA'yi hafifçe azalttığını göstermektedir. WBV'nin uygulanması, direnç antrenmanından önce hızlı bir ısınma modu olarak işlev görebilir ve GKA'den gelen ağrı algısını azaltabilir. Bu, GKA'nin muhtemel olduğu ağır bir kuvvet antrenmanı aşamasından geçen sporcular için faydalı olabilir görüşü belirtilmiştir (Magoffin ve ark., 2020).

Kontrast banyo soğuk ve sıcak suya daldırma tekniğidir. Bu teknikle dolaşımsal vazodilatasyon ve vazokonstriksiyon oluşur. Bu etkiyle kan akımı artar ödem azalır laktat atılımı gerçekleşir. (Bieuzen ve ark., 2013). Kontrast banyonun yorucu egzersizlerden sonra kullanımının immobilizasyona göre daha etkili olduğu, kandaki serum CK seviyesinin düşürdüğü ancak yorgunluğu düşünülmektedir (Barnett, 2006; Dupuy, Douzi, Theurot, Bosquet, ve Dugué, 2018).

Akupunktur ağrının azaltılması için kullanılan Çin tıbbına ait bir uygulamadır. Yapılan çalışmalarda, akupunkturun kas ağrısı üzerine etkileri tartışmalıdır (Barlas, Robinson, Allen Baxter, 2000; Huang ve ark., 2020; Hübscher, Vogt, Bernhörster, Rosenhagen ve Banzer, 2008). Akupunktura göre GKA mekanizması lokal düzeyde kas yapısıyla ilgili olduğundan daha bölgesel temelli olan kuru iğneleme tedavisinin uygulanması önerilmektedir (Fleckenstein ve ark., 2017; O'Connor ve Hurley, 2003).

2.4.9. Terapötik Masaj

Terapötik masaj dünyada binlerce yıldır kullanılan bir tedavi yöntemidir. Fizyoterapik bir uygulama olarak, masaj tedavisi GKA'nın yaygın klinik semptomlarını hafifletmek ve kasın normal fonksiyonlarına geri dönüşü için genellikle sporcularda için kullanılır (Dupuy ve ark., 2018; Poppendieck ve ark., 2016). Masaj tedavisinin potansiyel etkinliği cilt ve kas sıcaklığını, kan ve lenfatik akışı ve parasempatik aktiviteyi artırmak için önerilir (Guo ve ark., 2017). Etkileri kas gerginliği ve sertliğinin giderilmesi, kas ağrısının azaltılması ve eklem hareket aralığının artırılmasını içerir (Weerapong, Hume ve Kolt, 2005). Ayrıca masajın, ödemin azalmasıyla kandaki laktat dehidrogenazı uzaklaştırdığı, kas spazmını azalttığı, adezyonları açarak skar dokusunda yumuşama sağladığı, kan dolaşımını arttırıp GKA semptomlarının azaltılması için fayda sağladığı söylenmektedir (Barnett, 2006; Dupuy ve ark., 2018). Ayrıca, gevşeme de dahil olmak üzere masaja psikofizyolojik yanıt, ruh halinin geliştirilmesine ve yorgunluğun azaltılmasına yardımcı olur (Hemmings, Smith, Graydon ve Dyson, 2000).

Önceki sistematik çalışmalar, yoğun egzersizden sonra GKA semptomları için masajın faydalı etkilerini göstermiştir. Bununla birlikte, pik tork ve maksimum izometrik kuvvet gibi önemli faktörlerde, spor müsabakalarındaki kas performansını artırmak için masaj kullanımının çok az etkisi olduğu gözlenmiştir (Best, Hunter, Wilcox ve Haq, 2008; Ernst, 1998). Yorucu egzersizden sonra masaj tedavisinin GKA'yi hafifletmek ve kas performansını artırmak için etkili olabileceğini gösteren çalışmalar vardır; ancak aynı çalışmalarda şu anda, masaj müdahalesinin GKA üzerindeki etkilerinin kanıtı hala sınırlı olduğu belirtilmekte, daha çok araştırmanın yapılması gerektiği belirtilmektedir (Guo ve ark., 2017; O'Connor ve Hurley, 2003).

Hilbert ve arkadaşları, hamstringin eksantrik kasılmalarından sonra 20 dakikalık masajın GKA üzerindeki fizyolojik ve psikolojik etkilerini bir sahte masajla karşılaştırıldığında araştırdıkları çalışmalarında plasebo ile karşılaştırıldığında masajın GKA'yı azaltmadığını belirttiler (Hilbert ve ark., 2003). Dawson ve Zainuddin ve diğerleri benzer şekilde yapılan masajın GKA semptomlarını hafifletmediğini belirtmişlerdir (Dawson ve Tiidus, 2004; Zainuddin, Hope, Newton, Sacco ve Nosaka, 2005).

Tersine, diğer çalışmalar masajın GKA'yı azaltabileceğini öne sürmektedir. Kargarfard ve diğerleri masajın performans üzerinde hiçbir etkisi olmadığı sonucuna varmıştır, ancak

algılanan kas ağrısını egzersizden 24, 48 ve 72 saat sonra önemli ölçüde azalttığını belirtmiştir (Kargarfard ve ark., 2016).

Hoffman ve arkadaşları bir ultra maraton koşusundan sonra GKA için masaj ve pnömatik kompresyonun etkisini incelemiştir. Hem masaj hem de pnömatik kompresyonun kontrole kıyasla anında ağrı kesici etkisi sağladığını belirtmişlerdir (Hoffman, Badowski, Chin ve Stuempfle, 2016).

Masajın, parasempatik sinir sistemi aktivite ettiği ya da kandaki biyokimyasal kas dokusu hasarı parametrelerin uzaklaştırılmasıyla (CK, LDH) veyahut psikofizyolojik etkisiyle ağrıyı azalttığı düşünülmektedir (Guo ve ark., 2017; Heiss ve ark., 2019). Fakat, masajın, egzersiz sonrası performans ve kuvvet kaybında etkisi olmadığı, ağrı ve hassasiyetin giderilmesinde etkili olabileceğini ve GKA semptomları üzerinde çelişkili etkileri olduğu söylenen çalışmalar mevcuttur (Barnett, 2006; Guo ve ark., 2017; Hilbert ve ark., 2003; Mancinelli ve ark., 2006).

2.4.10. Foam Roller

Son yıllarda foam rollerla (FR) kendi kendine miyofasiyal gevşeme tekniği ağrı ve hassasiyeti azaltmak için popüler olarak kullanılmaktadır.

Miyofasiyal gevşetme tekniğini açıklarken fasyanın yapısından bahsetmek gerekir.

Fasya tüm vücudu saran konnektif dokudur. Esneklik ve sağlamlık için yapısında kollojen ve elastin bulunur (Boehme, 1991). Fasyadaki; su, kan damarları, sinirler, lenf düğümleri için biyokimyasal reseptörlerin kas yapısından 10 kat fazla olduğu belirtilmektedir (Freiwald, Baumgart, Kühnemann ve Hoppe, 2016).

Sakatlanmalar, enflamasyon, aşırı kullanım (antrenman, yarışma vb.) fasyanın yapısının bozulmasına ve fasyada dehidratasyonuna sebep olur. Fasyanın yapısındaki bozulmalar esnekliğinin azalmasına eklem hareket açıklığında ve performansta kayıplara sebep olur. Zamanla fasyada tetik noktalar (trigger points) fibrözitler oluşur (MacDonald ve ark., 2013). Özellikle eksantrik kontraksiyonlardan sonra meydana gelen GKA'nın kas dokudan ziyade konnektif doku dolayısıyla fasyadan olabileceği görüşündedirler (Cheatham, 2015).

Kas ve fasya yapısından oluşan myofasiyal sistemde fasyadaki yaralanma ve esnekliğin kaybolmasıyla ağrı, hassasiyet güç kaybı görülebilmektedir (Beardsley ve Skarabot, 2015).

Doku üzerindeki uygulamaların biri olan "Miyofasiyal (miyo-bağ dokusal) gevşetme", birçok ağrı ve yaralanma durumunda kullanılıp, fizyoterapi yöntemleri arasındadır. Miyofasiyal gevşetme yumuşak dokulara uygulanan ve kaslara yönelik uygulama kuvveti, açısı ve süresi değişen, yumuşak dokulardaki fleksibilitesini arttırmak ve ağrıyı azaltmak için kullanılan germe olarak tanımlanmaktadır (Manheim, 2008). Kas-fasya yapısındaki salınımın; ağrıda azalma, eklem hareket açıklığında artma, kasın artmış tonusunun azaltılması, esnekliğin artırılması ve

fonksiyonel kas boyuna ulaşılmasına etkileri söylenebilir (Schroeder ve Best, 2015). Miyofasyal gevşetme ile yapılan foam roller uygulamalarının masaja benzer etkisi ile ağrı ve hassasiyetin azaltılması etkisi olduğu belirtilmektedir (MacDonald ve ark., 2013; Pearcey ve ark., 2015; Sullivan ve ark., 2013). Sporcularda eklem hareket aralığını arttırmak için FR uygulamalarının etkisi olduğu da belirtilmektedir (Cheatham ve ark., 2015).

GKA semptomlarını azaltmak için kullanılan yöntemlerden biri olan FR, GKA'nin performans ve ağrı üzerindeki etkisini azaltmanın pratik ve uygun maliyetli bir yolu olarak öne çıkmaktadır (MacDonald ve ark., 2013; Peacock ve ark., 2014; Pearcey ve ark., 2015; Scudamor, Sayer, Church, Bryant ve Přibyslavská, 2021). FR'nin bir GKA'yi tetikleyen egzersiz müsabakasından hemen sonra ve bir iyileşme sonrası performans testinin hemen öncesinde egzersiz sırasında kas ağrısını azalttığı, eklem hareket açıklığındaki azalmaları en aza indirdiği ve ayrıca çeşitli anaerobik performans egzersizlerinde düşüşleri azalttığı gösterilmiştir (García-Gutiérrez ve ark., 2018; MacDonald ve ark., 2013; Peacock ve ark., 2014; Pearcey ve ark., 2015; Romero-Moraleda ve ark., 2019).

Mevcut literatür, GKA'li bireylerde FR'nin performans üzerindeki etkinliği ile ilgili çelişkili sonuçlar sunmaktadır (MacDonald ve ark., 2013; Peacock ve ark., 2014; Pearcey ve ark., 2015; Skinner ve ark., 2020). Bununla birlikte, çeşitli araştırmalar, yorucu GKA'yi tetikleyen egzersizden sonra kullanılan foam rollerin fiziksel olarak aktif erkek sporcularda hız, güç, kuvvet, hareket açıklığı, çeviklik ve genel kas ağrısında önemli gelişmeler olduğunu bildirmiştir (MacDonald ve ark., 2013; Pearcey ve ark., 2015).

Bununla birlikte yakın zamanda yapılan bir çalışmada FR, mevcut çalışmada kas ağrısında veya algılanan eforda herhangi bir değişiklik olmaksızın askeri performansını iyileştirmiştir (Scudamore ve ark., 2021). Bu çalışmada FR sonrası performansta gözlenen iyileşmelerin, psikolojik ve algısal değişikliklerden ziyade tedaviye verilen fizyolojik tepkilerden kaynaklandığını gösterdiği ileri sürülmüştür. Ayrıca bireyler için FR cihazları, performansı önemli ölçüde iyileştirebilen pratik, uygun fiyatlı, taşınabilir ve basit araçlardır olduğu belirtilmektedir (Scudamore ve ark., 2021). Yine yakın zamanlı başka bir çalışmada FR nin GKA semptomlarının azalttığı bildirilmiştir (Vaidya ve ark., 2021).

Foam roller uygulamasının ağrıyı azaltmada etkili olduğu görülse de kesin yararları rapor edilmemiştir. Altında yatan fizyolojik mekanizmalar ve potansiyel riskleri henüz net değildir (Drinkwater ve ark., 2019; Hotfiel ve ark., 2018)

Foam roller tipinin, laktat uzaklaştırma hızı ve GKA önleme üzerindeki etkisini ve egzersiz sonrası toparlanma bağlamında etkili olup olmadığını belirlemeyi amaçlayan son yıllarda yapılan bir çalışmada; FR laktat klirensini arttırmada ve GKA'ye karşı koymada etkili gibi görünmektedir, ancak foam roller tipinin, iyileşme oranını etkilemiyor görüşü rapor edilmiştir (Adamczyk ve ark., 2020).

Ancak son yıllarda yapılan başka bir çalışmada ise; dirsek fleksörlerine uygulanan tek seanslık foam roller uygulamasının maksimal izometrik istemli kasılma, ödem, ROM ve GKA' yın iyileşmesinde hiçbir etkisi olmadığı rapor edilmiştir (Medeiros ve ark., 2020).

Egzersiz takiben kaslardaki kan akışını artırmak, yorgunluk semptomlarını hızla ortadan kaldırmaya yardımcı olabilir. Bu nedenle, düşük yoğunluklu egzersiz, egzersiz sonrası kas iyileşmesi üzerinde olumlu bir etkiye sahip olabilir (Devlin ve ark., 2014). İyileşme, vazodilatasyonu indüklemek ve kan dolaşımını artırmak için dokulardaki kompresyonu mekanik olarak artırarak da desteklenebilir (Dupuy ve ark., 2018). Bunu başarmanın yöntemlerinden biri, fasyanın hidrasyonunu ve elastikiyetini artırabilen bir foam roller aracılığıyla kendi kendine miyofasyal salınımdır (SMFR). Foam roller, bir kişinin kendi vücut ağırlığının basıncını bir foam roller üzerinde ve dolayısıyla hareket sırasında yumuşak doku üzerinde kullanmayı içerir (Cheatham ve ark., 2019).

Artmış arteriyel kan akışının etkisi, fiziksel egzersizle ilişkili kas yorgunluğunu önleyen fizyolojik mekanizmaları indükleyebilir. Foam roller tedavisi, arterlerdeki kan akışını artırarak iyileştirilmiş arter perfüzyonu ile ilişkilidir, bu nedenle FR, artan verimlilik, ROM ve iyileşmede fizyolojik adaptif değişikliklere yol açabiliyor gibi görünmektedir (Adamczyk ve ark., 2020; Boguszewski ve ark., 2017; Junker ve Stöggel, 2019).

Foam roller alanındaki çalışmalar, bu tekniğin birçok fizyolojik tepki nedeniyle ağrıyı gidermedeki etkinliğini göstermektedir. Bunlardan bazıları artmış kan akışı, azalmış arter sertliği, gelişmiş vasküler endotelial fonksiyon ve artmış nitrik oksit konsantrasyonudur (Hotfiel ve ark., 2018).

Kendi kendine uygulanan miyofasyal gevşetme uzman gerektirmeyen pratik ve maliyeti az bir yöntemdir (Robertson, 2008).

3. YÖNTEM

Futbol sporcularında oluşturulan gecikmiş kas ağrısı sonrasında foam roller ile uygulanan kendi kendine miyofasiyal gevşetme tekniğinin kas biyokimyasal parametreler (CK, LDH, NEU) ile ağrı, basınç ağrı eşiği, eklem hareket açıklığı üzerine etkisinin araştırılması için yapılan randomize kontrollü klinik çalışmamız için, Mersin Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun gerekli izni ve onayı alınmıştır (Tarih: 07.02.2019, Ek: 1).

3.1. Araştırma Modeli

Araştırma deneysel desenlerden Kontrol Gruplu Ön Test-Son Test Deseni kullanılmıştır. Sporcular yansız atama yolu ile kontrol grubu ve deney grubuna ayrılmıştır.

Araştırma ilk ölçümler sabah saat 09.00 da toklukta, akabinde saat 10.00 da ise egzersiz yaptırılmıştır (deney n:12 kontrol n:9).

Araştırma Modeli Simgesel Gösterimi							
Atama	Grup	Ölçüm I	İşlem I (GKA)	Ölçüm II	İşlem II (Foam Roller)	Ölçüm III 6. saat	Ölçüm IV 24. saat
Y →	D	Q ₁	X ₁	Q ₂	X ₂	Q ₃	Q ₄
Y →	K	Q ₁	X ₁	Q ₂	~X	Q ₃	Q ₄

Şekil 3.1. Araştırma Modeli Simgesel Gösterimi

Y: Yansız atama D: Deney grubu K: Kontrol grubu Q1: Egzersiz öncesi X1: GKA oluşturma egzersizi Q2: Egzersiz sonrası X2: FR uygulaması Q3: Egzersiz sonrası 6. Saat Q4: Egzersiz sonrası 24. Saat

3.2. Çalışma Grubu

Çalışmamızın başında 26 sağlıklı erkek futbol sporcusuyla çalışmamıza başladık (n:13). Çalışma esnasında kan örneği alınırken kontrol grubundan bir sporcu senkop geçirince sporcu sayımız eksildi. Ardından deney grubundan 1 sporcunun, kontrol grubundan 3 sporcunun kan örnekleri hemolize uğradı. 21 erkek futbol sporcusuyla çalışmamızı gerçekleştirdik.

Çalışmamızın örneklemini sağlıklı 18-26 yaş arası toplam 21 gönüllü sağlıklı erkek futbol sporcusu oluşturmaktadır. Ayrıca en az 2 yıl spor geçmişi olan amatör futbol sporcuları çalışmaya dahil edilmiştir.

3.2.1. Sporcu bilgilendirme oturumu:

Sporculara araştırma dizaynı, gecikmiş kas ağrısı oluşturma programı, ölçüm prosedürü, sporcu sorumluluğu, istenen tıbbi şartlar hakkında bilgi verilerek araştırma programının detaylarını içeren sunum yapılmıştır. Ayrıca sporculara foam roller miyofasiyal gevşetme tekniğinin kendi kendine uygulanabilmesi için deney protokolü uygulamasından 3 gün önce eğitim verilmiştir. Egzersiz öncesi sporcular beslenme konusunda bilgilendirilmiştir.

Her bir deneğe ölçüm prosedürü detaylı olarak tanıtılıp, katılım sorumluluklarını tanımlayan özetlenmiş bilgi paketi verilmiştir.

Ayrıca her bir sporcu çalışmaya katılmadan önce ıslak imzalı aydınlatılmış onam formu doldurmuştur.

3.3. Sporcuların Vücut Kompozisyonu Ölçümü

Çalışmamızda sporcuların vücut kompozisyonu ölçümleri Mersin Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu Fiziksel Performans Laboratuvarı'nda yapılmıştır. Sporcuların boy uzunlukları; Holtain marka "Stadiometre" cihazıyla ölçülmüştür. Sporcuların Tanita MA 418 "Bioelektrik Empedans Analiz Ölçüm Cihazı"yla kilogram, vücut kitle indeksi ölçülüp, sporculara iletkenliğin artırılması amacıyla çıplak ayakla ölçüm yaptırılmıştır (Vasold, Parks, Phelan, Pontifex ve Pivarnik, 2019). Yaş (yıl), boy, vücut ağırlığı hassas ölçümleri yapılarak kaydedilmiştir.



Şekil 3.2. Bioelektrik Empedans Analiz Ölçümü

3.4. Gecikmiş Kas Ağrısı Oluşturma Protokolü

3.4.1. Gecikmiş Kas Ağrısı Oluşturma Egzersizi

Sporcularda hemstringe yönelik kas hasarı oluşturuldu. Mersin Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu Fiziksel Performans Laboratuvarı'nda Humac Norm marka "Cybex İzokinetik Dinamometre" ile dominant olmayan bacakta gecikmiş kas ağrısı oluşturuldu. Sporculara; 1,05 rad test hızında 6 set 10 tekrar tek taraflı eksantrik-eşmerkezli diz fleksiyonunu egzersizi yaptırıldı. Sporculara, bacak fleksiyonunun eksantrik fazı sırasında maksimum çaba göstermeleri ve eşmerkezli faz sırasında bacaklarını başlangıç pozisyonuna döndürmeleri talimatı verildi. Setler arasında dinlenmek için 90 sn süre verildi. Bu protokolün

daha önce kas hasarını indüklediği gösterilmiştir (Cockburn, Hayes, French, Stevenson ve St Clair Gibson, 2008; Robson-Ansley, Cockburn, Walshe, Stevenson ve Nimmo, 2010).

Ağrı seviyelerini tespit etmek amacıyla Görsel Analog Skalasından (GAS) faydalanılmıştır. GAS; 0 ile 10 arası ağrı derecesini gösteren bir ölçektir. Sporcular 10 ağrı seviyesine ulaşana kadar yani kendi maksimum ağrı seviyelerine ulaşana kadar, tükenme belirtileri gösterene kadar egzersizi devam etmeleri istendi ve bu yönde sürekli sözlü ve görsel olarak motive edildiler.



Şekil 3.3. İzokinetik Cihaz Ölçümü

3.5. Foam Roller Uygulaması

Deney grubuna (n=12); GKA oluşumu sonrası foam roller (FR), hamstring grubu kaslara yapılan uygulamada; sporcuların FR üzerinde, hamstring kas grubunun iki uç noktası arasında kendi vücut ağırlıkları ile basınç uygulayarak gidip gelmesi istendi, her set 1 dk setler arası 1 dk pasif dinlenme olan ve her yuvarlama 1-2 sn ye oluşan 10 set FR uygulaması yaptırılmıştır (Bradbury-Squires ve ark, 2015; Healey ve ark., 2014). 30×15 cm GRID foam roller kullanılmıştır (Adamczyk ve ark., 2020).



Şekil 3.4. Hamstringe FR Uygulaması(1)



Şekil 3.5. Hamstringe FR Uygulaması(2)



Şekil 3.6. GRID Foam Roller

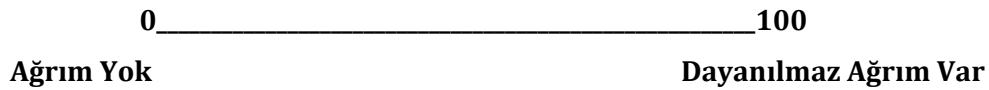
3.6. Veri Toplama Araçları

Araştırmanın değişkenlerini kanda ölçülen kreatin kinaz, laktat dehidrogenaz ile nötrofil değerleri, eklem hareket açıklığı ölçümleri, basınç-ağrı eşiği, Görsel Analog Skalası ile yapılan ağrı değerlendirmeleri oluşturmuştur.

3.6.1. Görsel Analog Skalası

Kısa zamanda ağrı değerlendirmesini sağlayan basit ve kolay bir şekilde uygulanan test tek boyutlu görsel analog skalasıdır. 'Visual analog scale' VAS olarak kısaltılmaktadır (Cleary, Kimura, Sitler ve Kendrick, 2002). GAS, egzersiz öncesi ve sonrası gecikmiş kas ağrısını değerlendirmek için kullanılmaktadır (Kanda ve ark., 2013). GAS, 0'dan (ağrı yok) 10'a (aşırı ağrılı) kadar puanlanan, sözlü tanımlayıcılarla öznel bir ölçümdür. Ağrı yoğunluğunu değerlendirmek için sınıf içi korelasyon katsayılarının 0.97'si olan yüksek güvenilirliğe sahiptir (Bijur, Silver ve Gallagher, 2001) .

100 mm' lik bir çizgiye değerlendirilen parametrede sporcunun ağrı durumu sorgulanıp işaretleme yapıldı. Ağrı için bir uca 'Ağrı yok', diğer uca ise 'Dayanılmaz ağrı var' yazılıp sporcular skala üzerinden ağrısını belirttiler.



Şekil 3.7. Görsel Ağrı Skalası

3.6.2 Basınç Ağrı Eşiği

Basınç ağrı eşiği, ağrı hissinin algılandığı minimum basınçtır (Fischer, 1987) . Basınç ağrı eşiği, kas hassasiyetini belirlemek için geçerli bir değerlendirmedir ve sınıf içi korelasyon katsayısı, iyi test-tekrar test güvenilirliğine sahip olan 0.77'dir (Bisset, Evans ve Tuttle 2015). Basınç ağrı eşiği algometre hemstring kasının basınç ağrı eşiği BASELINE® Dolorimeter marka bir analog algometre ile değerlendirildi. Cihazın probu kasa dik olacak şekilde yerleştirildi ve sporcudan ağrıyı ilk hissettiğinde belirtmesi istendi. Ölçüm için bireyler yüzüstü pozisyonda ve

alt ekstremité anatomik pozisyonda olacak şekilde pozisyonlanmıştır. Uygulamayı tanıtmak için bireylerin sağ ayak dorsumuna cihazın probu dik yerleştirilerek giderek artan basınç uygulanmıştır. Sporculardan uygulanan basınç sonucu ağrı hissettikleri anda belirtmeleri istenmiştir. Referans ölçümler hamstring bölgesi için popliteal çizginin 5 cm üzerinden, kas gövdesi için popliteal üst köşesi ile spina iliaca posterior superior arası mesafenin orta noktasından yapılmıştır. Bu mesafeler mezura ile belirlenmiştir. Sonraki ölçümlerin aynı noktalardan yapılabilmesi için belirlenen noktalar tahta kalemi ile işaretlenmiştir. Referans ölçümler her bir bölge için 2 kez tekrar edilmiştir. Elde edilen ölçüm değerleri kg/cm² olarak kaydedilerek ortalaması alınmıştır. Ölçümler arasında 30 saniye beklenmiştir (Antonaci, Sand ve Lucas, 1998; Kinser, Sands ve Stone, 2009) . Sporcuların 4 ayrı zamanda basınç ağrı eşiği değerleri kaydedilmiştir. Kas ağrısı oluşturmada önce, kas ağrısı oluşturduktan sonra, egzersizden sonra 6. saatte, 24. saatte basınç ağrı eşiği değerleri ölçülmüştür (Hotfiel ve ark., 2018).



Şekil 3.8. Analog Algometre

3.6.3. Serum Kreatin Kinaz, Laktat dehidrogena ve Nötrofil Düzeylerinin Değerlendirilmesi

Sporcuların kol antekubital venlerinden hemşire tarafından kan alınarak CK ve nötrofil düzeyleri incelenmiştir. Kan düzeyi kan örneği biyokimya tüplerinde bakılmıştır. CK için jelli sarı kapaklı tüpler kullanıldı, serumdan analiz yapıldı. Nötrofil tam kandan bakılacak mor kapaklı jelsiz tüpler kullanıldı. LDH parmak ucundan kan örneği alındı. Laktat düzeyi laktat analizatörlerinde ölçüldü (Medbø ve ark., 2000).

Alınan kan örnekleri soğuk zincir koşullarında laboratuvara taşındıktan sonra CK, LDH ve nötrofil enzimleri açısından analiz edilmek üzere Mersin Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi Biyokimya Laboratuvarı'na soğuk zincirde taşındı. Biyokimya uzman doktoru tarafından hizmet alımı esasına göre analizler değerlendirildi.

Kan örnekleri egzersizden önce, sonra 6. Saat ve 24.saatte alınmıştır (Hotfiel ve ark., 2018).



Şekil 3.9. LDH Ölçümü



Şekil 3.10. Serum CK ve NEU Kan Örneği Alımı

3.6.4. Eklem Hareket Açıklığı Değerlerinin Ölçümü

Sporcuların eklem hareket açıklığı egzersiz öncesi sonrası 6. Saat ve 24. Saatte amacıyla Humac Norm marka “Cybex İzokinetik Dinamometre” ile dominant olmayan bacak diz ekstansiyon ve fleksiyon dereceleri ölçülmüştür (Maffiuletti, Bizzini, Desbrosses, Babault ve Munzinger, 2007; O'Connor ve Hurley, 2003). Sporcular dinamometre koltuğuna dik olarak oturtuldu ve sıkıca uygulanan göğüs, kalça ve uyluk kayışları ile stabilize edildi ve test boyunca sandalye kulplarını tutması talimatı verildi.

Alt bacak, ayak bileği malleollerinin hemen üstünde bir seviyede dinamometrenin hareketli koluna bağlandı. Diz rotasyon eksenine laterale doğru hizalanmış femoral kondil ve yerçekimi düzeltmesi yapıldı. Lateral femoral epikondilin lateralinde, kuvvet kolu, bacağın distal kenarı lateral malleolusun üzerinde olacak şekilde bacak sabitlenmiştir. Diz fleksiyon ve ekstansiyon açıları ölçüldü.



Şekil 3.11. İzokinetik Cihaz ile EHA Ölçümü

3.7. Verilerin Analizi

Çalışmanın sonucunda elde edilen verilerin analizi, “Statistical Package for Social Sciences” (SPSS) programı kullanılarak yapılmıştır. Değişkenlerin dağılımının normale uygun

olup olmadığı Shapiro Wilk testi ile yapılmıştır. Normal dağılım göstermeyen verilerin analizi deney ve kontrol grubu gruplar arası karşılaştırmalarda Mann Whitney U testi ile yapılmıştır. Grup içi karşılaştırmalar ise Friedman grup içi tekrarlı test ile yapılmıştır. Hangi ölçümler arasında fark olduğunu belirlemek adına Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi analizi yapılmıştır. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p<0,05$ olarak kabul edilmiştir.



4. BULGULAR

4.1. Sporcuların Tanımlayıcı Özellikleri

Tablo 4.1.
Demografik Bilgiler Tanımlayıcı İstatistikler

		$\bar{x}$	ss	min	max
Yaş (Yıl)	Deney	21,08	1,62	19	24
	Kontrol	22,66	6,14	20	26
Boy (Cm)	Deney	178,5	8,22	163	190
	Kontrol	176,6	7,69	168,0	187,0
Kilo (Kg)	Deney	75,53	11,12	55,80	92,30
	Kontrol	71,08	2,54	61,20	83,50
VKİ (Kg/m ²)	Deney	23,55	1,79	21,00	26,11
	Kontrol	22,77	2,11	19,22	26,65

Çalışmamıza 21 sporcu erkek sporcu dâhil edildi. Sporcuların yaş ortalaması 21,76 $\pm$ 2,16 yıl, boy uzunluğu ortalaması 177,76 $\pm$ 7,30 cm, vücut ağırlığı ortalaması 73,62 $\pm$ 9,83 kg, vücut kitle indeksi (VKİ) ortalaması ise 23,21 $\pm$ 1,92kg/ m² dır.

Tablo 4.2.
Deney ve Kontrol Gruplarının Demografik Özelliklerinin Karşılaştırılması

	Grup	N	Sıra Ort	Sıra Toplamı	U	P
Yaş (Yıl)	Deney	12	9,38	112,50	34,50	0,159
	Kontrol	9	13,17	118,50		
Boy (Cm)	Deney	12	11,63	139,50	46,50	0,594
	Kontrol	9	10,17	91,50		
Kilo (Kg)	Deney	12	12,08	145,00	41,00	0,356
	Kontrol	9	9,56	86,00		
VKİ (Kg/m ²)	Deney	12	12,00	144,00	42,00	0,394
	Kontrol	9	9,67	87,00		

Kontrol ve deney gruplar arasında yaş, boy, vücut ağırlığı, VKİ olarak istatistiksel anlamlı fark ($p>0,05$) bulunamamıştır (Tablo 4.2).

4.2. Kreatin Kinaz Verilerine İlişkin Analizler

Tablo 4.3.
Kreatin Kinaz Verilerine İlişkin Analizler (U/L)

		X	ss	min	max
1. Ölçüm (Egzersizden önce)	Deney	254,66	256,81	63	967
	Kontrol	149,00	120,05	41	428
2. Ölçüm (Egzersizden sonra)	Deney	272,33	680,44	67	1011
	Kontrol	162,11	130,78	47	469
3. Ölçüm (Egzersizden sonra 6. saat)	Deney	390,83	268,37	90	986
	Kontrol	284,33	169,46	128	571
4. Ölçüm (Egzersizden sonra 24. saat)	Deney	581,50	405,09	122	1356
	Kontrol	589,22	608,02	168	2127

Kreatin Kinaz verilerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler tabloda belirtilmiştir (Tablo 4.3).

Tablo 4.4.
Deney Grubu Grup İçi Kreatin Kinaz Tekrarlı Ölçümler Test Sonuçları

		N	Sıra Ortalaması	X ²	Sd	P
Kreatin Kinaz	Egzersiz Öncesi		1,08			
	Egzersiz Sonrası	12	2,33	25,7	3	0,001**
	Egzersiz Sonrası 6. Saat		2,92			
	Egzersiz Sonrası 24. Saat		3,67			

**p<0,01 düzeyinde anlamlıdır.

Deney grubu Kreatin kinaz grup içi tekrarlı ölçümlerde istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu görüldü (Tablo 4.4). Hangi ölçümler arasında fark olduğunu belirlemek adına Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi analizi yapılmıştır.

Tablo 4.5.
Deney Grubu Kreatin Kinaz Wilcoxon Test Sonuçları

		N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	P
CK2 CK1	Negatif Sıra	0	0,00	0,00	-3,062	0,002**
	Pozitif Sıra	12	6,5	78,00		
	Eşit	0				
	Toplam	12				
CK3 CK1	Negatif Sıra	0	0,00	0,00	-3,061	0,002**
	Pozitif Sıra	12	6,5	78,00		
	Eşit	0				
	Toplam	12				
CK4 CK1	Negatif Sıra	1	3,00	3,00	-2,824	0,004**
	Pozitif Sıra	11	6,82	75,00		
	Eşit	0				
	Toplam	12				
CK3 CK2	Negatif Sıra	2	7,50	15,00	-1,883	0,059
	Pozitif Sıra	10	6,30	63,00		
	Eşit	0				
	Toplam	12				
CK4 CK2	Negatif Sıra	2	8,00	16,00	-1,805	0,071
	Pozitif Sıra	10	6,20	62,00		
	Eşit	0				
	Toplam	12				
CK4 CK3	Negatif Sıra	1	7,00	7,00	-2,510	0,012*
	Pozitif Sıra	11	6,45	71,00		
	Eşit	0				
	Toplam	12				

**p<0,01 düzeyinde; *p<0,05 düzeyinde anlamlıdır.

Tekrarlı ölçümler Wilcoxon Test Sonuçları incelendiğinde CK2 ile CK1 ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu belirlendi. CK3 ve CK1 grupları, CK4 ve CK1 grupları, CK4 ve CK3 grupları arasında da istatistiksel farklılık olduğu gözlemlendi. CK3 ve CK2 grupları ve CK4 ve CK2 grupları arasında ise anlamlı farklılık olmadığı belirlendi (Tablo 4.5).

Tablo 4.6.
Kontrol Grubu Kreatin Kinaz Grup İçi Tekrarlı Ölçümler Test Sonuçları

		N	Sıra Ortalaması	X ²	Sd	P
CK	Egzersiz Öncesi		1,11			
	Egzersiz Sonrası	9	2			
	Egzersiz Sonrası 6. Saat		3	23,533	3	0,001**
	Egzersiz Sonrası 24. Saat		3,89			

**p<0,01 düzeyinde anlamlıdır.

Kontrol grubu Kreatin Kinaz tekrarlı ölçümlerde istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu görüldü (Tablo 4.6). Hangi ölçümler arasında fark olduğunu belirlemek adına Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi analizi yapılmıştır.

Tablo 4.7.

Kontrol grubu Kreatin Kinaz Wilcoxon Test Sonuçları

		N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	P
CK2 CK1	Negatif Sıra	1	1,00	1,00	-2,549	0,010*
	Pozitif Sıra	8	5,5	44,00		
	Eşit	0				
	Toplam	9				
CK3 CK1	Negatif Sıra	0	0,00	0,00	-2,666	0,007**
	Pozitif Sıra	9	5,00	45,00		
	Eşit	0				
	Toplam	9				
CK4 CK1	Negatif Sıra	0	0,00	0,00	-2,666	0,007**
	Pozitif Sıra	9	5,00	45,00		
	Eşit	0				
	Toplam	9				
CK3 CK2	Negatif Sıra	1	1,00	1,00	-2,547	0,010*
	Pozitif Sıra	8	5,5	44,00		
	Eşit	0				
	Toplam	9				
CK4 CK2	Negatif Sıra	0	0,00	0,00	-2,666	0,007**
	Pozitif Sıra	9	5,00	45,00		
	Eşit	0				
	Toplam	9				
CK4 CK3	Negatif Sıra	1	1,00	1,00	-2,547	0,010*
	Pozitif Sıra	8	5,5	44,00		
	Eşit	0				
	Toplam	9				

**p<0,01 düzeyinde; *p<0,05 düzeyinde anlamlıdır.

Tekrarlı ölçümler Wilcoxon Test Sonuçları incelendiğinde tüm CK ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu belirlendi (Tablo 4.7).

Tablo 4.8.
Kontrol ve Deney Gruplarının Kreatin Kinaz Değerlerinin Karşılaştırılması

	Grup	N	Sıra Ort	Sıra Toplamı	U	P
CK1 (egzersiz öncesi)	Deney	12	12,33	148	38,00	0,255
	Kontrol	9	9,22	83		
CK2 (egzersiz sonrası)	Deney	12	12,5	150	36,00	0,201
	Kontrol	9	9	81		
CK3 (egzersizden sonra 6. Saat)	Deney	12	12	144	42,00	0,394
	Kontrol	9	9,67	87		
CK4 (egzersizden sonraki 24.saat)	Deney	12	11,25	135	51,00	0,831
	Kontrol	9	10,67	96		

Kontrol ve Deney Gruplarının Egzersiz öncesi, Egzersiz sonrası, Egzersizden sonraki 6. ve 24. Saatte ölçülen Kreatin Kinaz değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark ($p<0,05$) olmadığı görüldü (Tablo 4.8).

4.3. Laktat Dehidrogenaz Verilerine İlişkin Analizler

Tablo 4.9.
Laktat Dehidrogenaz Verilerine İlişkin Analizler (U/L)

		X	ss	min	max
1. Ölçüm (Egzersizden önce)	Deney	2,30	0,65	1,40	3,30
	Kontrol	2,22	0,90	0,90	3,50
2. Ölçüm (Egzersizden sonra)	Deney	10,69	2,22	8,20	16,40
	Kontrol	11,06	1,72	9,00	13,90
3. Ölçüm (Egzersizden sonra 6. saat)	Deney	4,09	1,14	2,70	5,80
	Kontrol	4,80	1,10	3,60	7,00
4. Ölçüm (Egzersizden sonra 24. saat)	Deney	2,44	1,13	1,20	4,80
	Kontrol	3,32	0,83	2,10	4,80

Laktik Asit verilerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler tabloda belirtilmiştir (Tablo 4.9).

Tablo 4.10.
Deney Grubu Laktat Dehidrogenaz Grup İçi Tekrarlı Ölçümler Test Sonuçları

	N	Sıra Ortalaması	X ²	Sd	P
Laktik asit	Egzersiz Öncesi	1,46	30,27	3	0,001**
	Egzersiz Sonrası	4,00			
	Egzersiz Sonrası 6. Saat	2,88			
	Egzersiz Sonrası 24. Saat	1,67			

** $p<0,01$ düzeyinde anlamlıdır.

Deney grubu Laktik asit tekrarlı ölçümlerde istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu görüldü (Tablo 4.10). Hangi ölçümler arasında fark olduğunu belirlemek adına Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi analizi yapılmıştır.

Tablo 4.11.
Deney Grubu Laktik asit Wilcoxon Test Sonuçları

		N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	P
LDH2 LDH1	Negatif Sıra	0	0,00	0,00	-3,06	0,002**
	Pozitif Sıra	12	6,50	78,00		
	Eşit	0				
	Toplam	12				
LDH3 LDH1	Negatif Sıra	0	0,00	0,00	-2,93	0,003**
	Pozitif Sıra	11	6,00	66,00		
	Eşit	1				
	Toplam	12				
LDH4 LDH1	Negatif Sıra	5	7,10	35,50	-0,27	0,78
	Pozitif Sıra	7	6,07	42,50		
	Eşit	0				
	Toplam	12				
LDH3 LDH2	Negatif Sıra	10	6,50	78,00	-3,06	0,002**
	Pozitif Sıra	2	0,00	0,00		
	Eşit	0				
	Toplam	12				
LDH4 LDH2	Negatif Sıra	12	6,50	78,00	-3,05	0,002**
	Pozitif Sıra	0	0,00	0,00		
	Eşit	0				
	Toplam	12				
LDH4 LDH3	Negatif Sıra	11	6,64	73,00	-2,66	0,008**
	Pozitif Sıra	1	5,00	5,00		
	Eşit	0				
	Toplam	12				

**p<0,01 düzeyinde; *p<0,05 düzeyinde anlamlıdır.

Tekrarlı ölçümler Wilcoxon Test Sonuçları incelendiğinde LDH2 ile LDH1 ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu belirlendi. LDH3 ve LDH1 grupları, LDH3 ve LDH2 grupları, LDH4 ve LDH2 grupları, LDH4 ve LDH3 grupları arasında da istatistiksel farklılık olduğu gözlemlendi. LDH4 ve LDH1 grupları arasında ise anlamlı farklılık olmadığı belirlendi (Tablo 4.11).

Tablo 4.12.
Kontrol Grubu Laktat Dehidrogenaz Grup İçi Tekrarlı Ölçümler Test Sonuçları

	N	Sıra Ortalaması	X ²	Sd	P
LDH	9	Egzersiz Öncesi	1,11	23,80	0,001**
		Egzersiz Sonrası	4,00		
		Egzersiz Sonrası 6. Saat	2,78		
		Egzersiz Sonrası 24. Saat	2,11		

**p<0,01 düzeyinde anlamlıdır.

Kontrol Grubu Laktik Asit tekrarlı ölçümlerde istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu görüldü (Tablo 4.12). Hangi ölçümler arasında fark olduğunu belirlemek adına Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi analizi yapılmıştır.

Tablo 4.13.

Kontrol Grubu Laktat Dehidrogenaz Wilcoxon Test Sonuçları

		N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	P
LDH2 LDH1	Negatif Sıra	0	0,00	0,00	-2,66	0,008**
	Pozitif Sıra	9	5,00	45		
	Eşit	0				
	Toplam	9				
LDH3 LDH1	Negatif Sıra	0	0,00	0,00	-2,66	0,008**
	Pozitif Sıra	9	5,00	45,00		
	Eşit	0				
	Toplam	9				
LDH4 LDH1	Negatif Sıra	1	5,00	5,00	-2,07	0,038*
	Pozitif Sıra	8	5,00	40,00		
	Eşit	0				
	Toplam	9				
LDH3 LDH2	Negatif Sıra	9	5,00	45,00	-2,66	0,008**
	Pozitif Sıra	0	0,00	0,00		
	Eşit	0				
	Toplam	9				
LDH4 LDH2	Negatif Sıra	9	5,00	45,00	-2,66	0,008**
	Pozitif Sıra	0	0,00	0,00		
	Eşit	0				
	Toplam	9				
LDH4 LDH3	Negatif Sıra	7	5,79	40,50	-2,13	0,033*
	Pozitif Sıra	2	2,25	4,5		
	Eşit	0				
	Toplam	9				

**p<0,01 düzeyinde; *p<0,05 düzeyinde anlamlıdır.

Tekrarlı ölçümler Wilcoxon Test Sonuçları incelendiğinde kontrol grubu LDH tüm ölçümlerde istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu belirlendi (Tablo 4.13).

Tablo 4.14.

Kontrol ve Deney Gruplarının Laktat Dehidrogenaz Değerlerinin Karşılaştırılması

	Grup	N	Sıra Ort	Sıra Toplamı	U	P
LDH1	Deney	12	11,21	134,50	51,5	0,85
	Kontrol	9	10,72	96,50		
LDH2	Deney	12	10,13	121,50	43,5	0,45
	Kontrol	9	12,17	109,50		
LDH3	Deney	12	9,58	115,00	37,0	0,22
	Kontrol	9	12,89	116,00		
LDH4	Deney	12	8,67	104,00	26,0	0,04*
	Kontrol	9	14,11	127,00		

*p<0,05 düzeyinde anlamlıdır.

Kontrol ve Deney Gruplarının Egzersiz öncesi, Egzersiz sonrası, Egzersizden sonraki 6. saatte ölçülen LDH değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark ($p>0,05$) olmadığı görüldü. Egzersizden sonraki 24. saat ölçümlerinde deney ve kontrol grubu arasındaki ölçümlerde istatistiksel olarak anlamlı farklılık ($p<0,05$) olduğu belirlendi (Tablo 4.14).

4.4. Nötrofil Verilerine İlişkin Analizler

Tablo 4.15.

Nötrofil Verilerine İlişkin Analizler (mcL)

		$\bar{x}$	ss	min	max
1. Ölçüm (Egzersizden önce)	Deney	3484	1372	1984	6794
	Kontrol	3306	634	2674	4427
2. Ölçüm (Egzersizden sonra)	Deney	4490	1696	2404	8174
	Kontrol	4502	1537	3134	8304
3. Ölçüm (Egzersizden sonra 6. saat)	Deney	4330	1201	2734	6494
	Kontrol	5391	1596	3994	9204
4. Ölçüm (Egzersizden sonra 24. saat)	Deney	3406	1035	2134	5874
	Kontrol	3565	1528	1824	5424

Nötrofil verilerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler tabloda belirtilmiştir (Tablo 4.15).

Tablo 4.16.

Deney Grubu Nötrofil Grup İçi Tekrarlı Ölçümler Test Sonuçları

	N	Sıra Ortalaması	X ²	Sd	P
NEU	12	Egzersiz Öncesi	1,67	16,400	3
		Egzersiz Sonrası	3,33		
		Egzersiz Sonrası 6. Saat	3,17		
		Egzersiz Sonrası 24. Saat	1,83		

**p<0,01 düzeyinde anlamlıdır.

Deney grubu Nötrofil tekrarlı ölçümlerde istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu görüldü (Tablo 4.16). Hangi ölçümler arasında fark olduğunu belirlemek adına Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi analizi yapılmıştır.

Tablo 4.17.

Deney Grubu Nötrofil Wilcoxon Test Sonuçları

		N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	P
NEU2 NEU1	Negatif Sıra	0	0,00	0,00	-3,061	0,002**
	Pozitif Sıra	12	6,5	78,00		
	Eşit	0				
	Toplam	12				
NEU3 NEU1	Negatif Sıra	2	5,5	11,00	-2,197	0,028
	Pozitif Sıra	10	6,70	67,00		
	Eşit	0				
	Toplam	12				
NEU4 NEU1	Negatif Sıra	6	7,00	42,00	-0,235	0,813
	Pozitif Sıra	6	6,00	36,00		
	Eşit	0				
	Toplam	12				
NEU3 NEU2	Negatif Sıra	6	6,17	37,00	-0,157	0,875
	Pozitif Sıra	6	6,83	41,00		
	Eşit	0				
	Toplam	12				
NEU4 NEU2	Negatif Sıra	10	7,00	70,00	-2,432	0,015*
	Pozitif Sıra	2	4,00	8,00		
	Eşit	0				
	Toplam	12				
NEU4 NEU3	Negatif Sıra	10	7,30	73,00	-2,668	0,007**
	Pozitif Sıra	2	2,5	5,00		
	Eşit	0				
	Toplam	12				

**p<0,01 düzeyinde; *p<0,05 düzeyinde anlamlıdır.

Tekrarlı ölçümler Wilcoxon Test Sonuçları incelendiğinde NEU2 ile NEU1 ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu belirlendi. NEU4 ve NEU2 grupları ile NEU4 ve NEU3 grupları arasında da istatistiksel farklılık olduğu gözlemlendi. NEU3 ve NEU1 grupları, NEU4 ve NEU1 grupları ve NEU3 ve NEU2 grupları arasında ise anlamlı farklılık olmadığı belirlendi (Tablo 4.17).

Tablo 4.18.

Kontrol Grubu Nötrofil Grup İçi Tekrarlı Ölçümler Test Sonuçları

		N	Sıra Ortalaması	X ²	Sd	P
NEU	Egzersiz Öncesi		1,67			
	Egzersiz Sonrası	9	2,83	15,404	3	0,002**
	Egzersiz Sonrası 6. Saat		3,72			
	Egzersiz Sonrası 24. Saat		1,78			

**p<0,01 düzeyinde anlamlıdır.

Kontrol Grubu Nötrofil tekrarlı ölçümlerde istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu görüldü (Tablo 4.18). Hangi ölçümler arasında fark olduğunu belirlemek adına Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi analizi yapılmıştır.

Tablo 4.19.

Kontrol Grubu Nötrofil Wilcoxon Test Sonuçları

		N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	P
NEU2 NEU1	Negatif Sıra	0	0,00	0,00	-2,666	0,007**
	Pozitif Sıra	9	5,00	45,00		
	Eşit	0				
	Toplam	9				
NEU3 NEU1	Negatif Sıra	0	0,00	0,00	-2,666	0,007**
	Pozitif Sıra	9	5,00	45,00		
	Eşit	0				
	Toplam	9				
NEU4 NEU1	Negatif Sıra	6	3,67	22,00	-0,059	0,952
	Pozitif Sıra	3	7,67	23,00		
	Eşit	0				
	Toplam	9				
NEU3 NEU2	Negatif Sıra	0	0,00	0,00	-2,521	0,011*
	Pozitif Sıra	8	4,5	36,00		
	Eşit	1				
	Toplam	9				
NEU4 NEU2	Negatif Sıra	7	5,00	35,00	-1,481	0,138
	Pozitif Sıra	2	5,00	10,00		
	Eşit	0				
	Toplam	9				
NEU4 NEU3	Negatif Sıra	7	5,86	41,00	-2,192	0,028
	Pozitif Sıra	2	2,00	4,00		
	Eşit	0				
	Toplam	9				

**p<0,01 düzeyinde; *p<0,05 düzeyinde anlamlıdır.

Tekrarlı ölçümler Wilcoxon Test Sonuçları incelendiğinde NEU2 ile NEU1 ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu belirlendi. NEU3 ve NEU1 grupları ile NEU3

ve NEU2 grupları arasında da istatistiksel farklılık olduğu gözlemlendi. NEU4 ve NEU2 grupları, NEU4 ve NEU1 grupları ile NEU4 ve NEU3 grupları ve arasında ise anlamlı farklılık olmadığı belirlendi (Tablo 4.19).

Tablo 4.20.

Kontrol ve Deney Gruplarının Nötrofil Değerlerinin Karşılaştırılması

	Grup	N	Sıra Ort	Sıra Toplamı	U	P
NEU1	Deney	12	11,67	129,5	51,5	0,859
	Kontrol	9	10,11	101,5		
NEU2	Deney	12	10,79	129,5	50,00	0,776
	Kontrol	9	11,28	101,5		
NEU3	Deney	12	9,38	112,5	34,5	0,166
	Kontrol	9	13,17	118,5		
NEU4	Deney	12	11,5	135,00	51,00	0,831
	Kontrol	9	10,67	96,00		

Kontrol ve Deney Gruplarının Egzersiz öncesi, Egzersiz sonrası, Egzersizden sonraki 6. ve 24. Saatte ölçülen Nötrofil değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark ($p<0,05$) olmadığı görüldü (Tablo 4.20).

4.5. Diz Fleksiyonu Verilerine İlişkin Analizler

Tablo 4.21.

Diz Fleksiyonu Verilerine İlişkin Analizler (°)

		$\bar{x}$	ss	min	max
1. Ölçüm (Egzersizden önce)	Deney	118,50	6,5	104,00	127,00
	Kontrol	118,66	8,5	109,00	131,00
2. Ölçüm (Egzersizden sonra)	Deney	109,75	8,0	96,00	123,00
	Kontrol	109,55	10,6	85,00	122,00
3. Ölçüm (Egzersizden sonra 6. saat)	Deney	114,41	6,1	104,00	125,00
	Kontrol	109,88	10,7	86,00	125,00
4. Ölçüm (Egzersizden sonra 24. saat)	Deney	119,41	7,5	107,00	130,00
	Kontrol	110,66	11,0	86,00	125,00

Diz Fleksiyonu verilerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler tabloda belirtilmiştir (Tablo 4.21).

Tablo 4.22.

Deney Grubu Diz Fleksiyonu Grup İçi Tekrarlı Ölçümler Test Sonuçları

		N	Sıra Ortalaması	X ²	Sd	P
DİZ FLEKS	Egzersiz Öncesi		3,33			
	Egzersiz Sonrası	12	1,08	28,17	3	0,001**
	Egzersiz Sonrası 6. Saat		2,17			
	Egzersiz Sonrası 24. Saat		3,42			

**p<0,01 düzeyinde anlamlıdır.

Deney grubu Diz fleksiyonu tekrarlı ölçümlerde istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu görüldü (Tablo 4.22). Hangi ölçümler arasında fark olduğunu belirlemek adına Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi analizi yapılmıştır.

Tablo 4.23.

Deney Grubu Diz Fleksiyonu Wilcoxon Test Sonuçları

		N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	P
2. Ölçüm	Negatif Sıra	12	6,5	78,0	-3,06	0,002**
1. Ölçüm	Pozitif Sıra	0	0,0	0,0		
	Eşit	0				
	Toplam	12				
3. Ölçüm	Negatif Sıra	10	5,5	55,0	-2,81	0,005**
1. Ölçüm	Pozitif Sıra	0	0,0	0,0		
	Eşit	2				
	Toplam	12				
4. Ölçüm	Negatif Sıra	2	4,0	8,0	-0,52	0,60
1. Ölçüm	Pozitif Sıra	4	3,2	13,0		
	Eşit	6				
	Toplam	12				
3. Ölçüm	Negatif Sıra	0	0,0	0,0	-3,06	0,002**
2. Ölçüm	Pozitif Sıra	12	6,5	78,0		
	Eşit	0				
	Toplam	12				
4. Ölçüm	Negatif Sıra	1	5,5	5,5	-2,63	0,009**
2. Ölçüm	Pozitif Sıra	11	6,5	72,5		
	Eşit	0				
	Toplam	12				
4. Ölçüm	Negatif Sıra	1	9,5	9,5	-2,32	0,02*
3. Ölçüm	Pozitif Sıra	11	6,2	68,5		
	Eşit	1				
	Toplam	12				

**p<0,01 düzeyinde; *p<0,05 düzeyinde anlamlıdır.

Tekrarlı ölçümler Wilcoxon Test Sonuçları incelendiğinde deney grubu Diz Fleksiyonu 4. ölçüm ile 1. ölçüm arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı belirlendi. 3. Ölçüm ile ve 2. ölçüm grupları arasında da istatistiksel farklılık olduğu gözlemlendi. 2. ölçüm ve 1. ölçüm

grupları, 3. ölçüm ve 1. ölçüm grupları, 4. ölçüm ve 2. ölçüm grupları ve 4. ölçüm ve 3. ölçüm grupları arasında da anlamlı farklılık olduğu belirlendi (Tablo 4.23).

Tablo 4.24.

Kontrol Grubu Diz Fleksiyonu Grup İçi Tekrarlı Ölçümler Test Sonuçları

		N	Sıra Ortalaması	X ²	Sd	P
DİZ FLEKS	Egzersiz Öncesi		3,94			
	Egzersiz Sonrası	9	1,50	19,71	3	0,001**
	Egzersiz Sonrası 6. Saat		1,94			
	Egzersiz Sonrası 24. Saat		2,61			

**p<0,01 düzeyinde anlamlıdır.

Kontrol Grubu Diz Fleksiyonu tekrarlı ölçümlerde istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu görüldü (Tablo 4.24). Hangi ölçümler arasında fark olduğunu belirlemek adına Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi analizi yapılmıştır.

Tablo 4.25.

Kontrol Grubu Diz Fleksiyonu Wilcoxon Test Sonuçları

		N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	P
2. Ölçüm 1. Ölçüm	Negatif Sıra	9	5,00	45,00	-2,67	0,008**
	Pozitif Sıra	0	0,00	0,00		
	Eşit	0				
	Toplam	9				
3. Ölçüm 1. Ölçüm	Negatif Sıra	9	5,00	45,00	-2,67	0,008**
	Pozitif Sıra	0	0,00	0,00		
	Eşit	0				
	Toplam	9				
4. Ölçüm 1. Ölçüm	Negatif Sıra	8	4,50	36,00	-2,52	0,012*
	Pozitif Sıra	0	0,00	0,00		
	Eşit	1				
	Toplam	9				
3. Ölçüm 2. Ölçüm	Negatif Sıra	2	6,75	13,50	-0,63	0,52
	Pozitif Sıra	6	3,75	22,50		
	Eşit	1				
	Toplam	9				
4. Ölçüm 2. Ölçüm	Negatif Sıra	2	6,00	12,00	-1,27	0,20
	Pozitif Sıra	7	4,71	33,00		
	Eşit	0				
	Toplam	9				
4. Ölçüm 3. Ölçüm	Negatif Sıra	0	0,00	0,00	-2,07	0,038*
	Pozitif Sıra	5	3,00	15,00		
	Eşit	4				
	Toplam	9				

**p<0,01 düzeyinde; *p<0,05 düzeyinde anlamlıdır.

Tekrarlı ölçümler Wilcoxon Test Sonuçları incelendiğinde kontrol grubu Diz Fleksiyonu 2. ölçüm ile 1. ölçüm arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu belirlendi. 3. Ölçüm ile ve 1. ölçüm grupları arasında da istatistiksel farklılık olduğu gözlemlendi. 4. ölçüm ve 1. ölçüm grupları, 3. ölçüm ve 3. ölçüm grupları arasında da anlamlı farklılık olduğu belirlendi. 3. Ölçüm ile 2. Ölçüm ve 4. Ölçüm ile 2. Ölçüm grupları arasında istatistiksel anlamlı farklılık olmadığı gözlemlendi (Tablo 4.23).

Tablo 4.26.

Kontrol ve Deney Gruplarının Diz Fleksiyonu Değerlerinin Karşılaştırılması

	Grup	N	Sıra Ort	Sıra Toplamı	U	P
Egzersiz öncesi	Deney	12	11,13	133,5	52,5	0,91
	Kontrol	9	10,83	97,5		
Egzersiz sonrası	Deney	12	10,75	129,0	51,0	0,83
	Kontrol	9	11,33	102,0		
Egzersizden sonra 6. saat	Deney	12	12,42	149,0	37,0	0,22
	Kontrol	9	9,11	82,0		
Egzersizden sonra 24. saat	Deney	12	13,38	160,5	25,5	0,041*
	Kontrol	9	7,83	70,5		

*p<0,05

Kontrol ve deney gruplarının egzersiz öncesi, egzersiz sonrası, egzersizden sonraki 6. diz fleksiyonu değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark ($p<0,05$) olmadığı görüldü. Egzersizden sonraki ve 24. Saatte ölçülen diz fleksiyonu değerlerinde istatistiksel anlamlı farklılık olduğu gözlemlendi (Tablo 4.26).

4.6. Diz Ekstansiyonu Verilerine İlişkin Analizler

Tablo 4.27.

Diz Ekstansiyonu Verilerine İlişkin Analizler (°)

		$\bar{x}$	ss	min	max
1. ölçüm (Egzersizden önce)	Deney	-3,91	4,31	-14	,00
	Kontrol	-4,77	5,30	-18,01	-1,00
2. ölçüm (Egzersizden sonra)	Deney	-5,91	4,50	-14	,00
	Kontrol	-2,22	3,27	-8,00	3,00
3. ölçüm (Egzersizden sonra 6. saat)	Deney	-5,08	5,75	-16	2,00
	Kontrol	-5,88	3,75	-12,00	,00
4. ölçüm (Egzersizden sonra 24. saat)	Deney	0,50	5,31	-13,0	8,0
	Kontrol	-4,44	7,35	-21,00	5,00

Diz Ekstansiyonu verilerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler tabloda belirtilmiştir (Tablo 4.27).

Tablo 4.28.

Deney Grubu Diz Ekstansiyonu Grup İçi Tekrarlı Ölçümler Test Sonuçları

		N	Sıra Ortalaması	X ²	Sd	P
DİZ EKST	Egzersiz Öncesi		2,5			
	Egzersiz Sonrası	12	2,04	11,296	3	0,001**
	Egzersiz Sonrası 6. Saat		1,96			
	Egzersiz Sonrası 24. Saat		3,50			

**p<0,01 düzeyinde anlamlıdır.

Deney grubu Diz ekstansiyonu tekrarlı ölçümlerde istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu görüldü (Tablo 4.28). Hangi ölçümler arasında fark olduğunu belirlemek adına Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi analizi yapılmıştır.

Tablo 4.29.

Deney Grubu Diz Ekstansiyonu Wilcoxon Test Sonuçları

		N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	P
2. Ölçüm 1. Ölçüm	Negatif Sıra	7	5	35,00	-1,485	0,137
	Pozitif Sıra	2	5	10,00		
	Eşit	3				
	Toplam	12				
3. Ölçüm 1. Ölçüm	Negatif Sıra	7	5,93	41,5	-0,197	0,843
	Pozitif Sıra	5	7,30	36,5		
	Eşit	0				
	Toplam	12				
4. Ölçüm 1. Ölçüm	Negatif Sıra	2	5,25	10,5	-2,002	0,045*
	Pozitif Sıra	9	6,17	55,5		
	Eşit	1				
	Toplam	12				
3. Ölçüm 2. Ölçüm	Negatif Sıra	7	5,07	35,5	-0,276	0,783
	Pozitif Sıra	5	8,50	42,5		
	Eşit	0				
	Toplam	12				
4. Ölçüm 2. Ölçüm	Negatif Sıra	2	4,50	9,00	-3,357	0,018*
	Pozitif Sıra	10	6,90	69,00		
	Eşit	0				
	Toplam	12				
4. Ölçüm 3. Ölçüm	Negatif Sıra	1	9,00	9,00	-2,134	0,033*
	Pozitif Sıra	10	5,70	57,00		
	Eşit	1				
	Toplam	12				

*p<0,05 düzeyinde anlamlıdır.

Tekrarlı ölçümler Wilcoxon Test sonuçları incelendiğinde Diz Ekstansiyon 2. ölçüm ve 1. ölçümleri arasında istatistiksel anlamlı farklılık olmadığı belirlendi. 3. ölçüm ve 2. ölçümleri arasında anlamlı farklılık olmadığı gözlemlendi. 3. ölçüm ile 1. ölçüm grupları arasında da istatistiksel farklılık olmadığı gözlemlendi. 4. ölçüm ve 1. ölçüm grupları arasında, 4. ölçüm ve 2. ölçüm grupları, 4. ölçüm ve 3. ölçüm grupları arasında anlamlı farklılık gözlemlendi (Tablo 4.29).

Tablo 4.30.

Kontrol Grubu Diz Ekstansiyonu Grup İçi Tekrarlı Ölçümler Test Sonuçları

		N	Sıra Ortalaması	X ²	Sd	P
DİZ EKST	Egzersiz Öncesi		2,28			
	Egzersiz Sonrası	9	3,06	4,047	3	0,256
	Egzersiz Sonrası 6. Saat		1,94			
	Egzersiz Sonrası 24. Saat		2,72			

Kontrol Diz Ekstansiyonu tekrarlı ölçümlerde istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı belirlendi (Tablo 4.30).

Tablo 4.31.

Kontrol ve Deney Gruplarının Diz Ekstansiyonu Değerlerinin Karşılaştırılması

	Grup	N	Sıra Ort	Sıra Toplamı	U	P
1.Ölçüm	Deney	12	11,58	139,00	47,00	0,212
	Kontrol	9	10,22	92,00		
2.Ölçüm	Deney	12	8,75	105,00	27,00	0,017
	Kontrol	9	14,00	126,00		
3.Ölçüm	Deney	12	12,00	144,00	42,00	0,130
	Kontrol	9	9,67	87,00		
4.Ölçüm	Deney	12	13,42	161,00	25,00	0,012*
	Kontrol	9	7,78	70,00		

*p<0,05 düzeyinde anlamlıdır.

Kontrol ve deney Gruplarının egzersiz öncesi, egzersiz sonrası, egzersizden sonraki 6. saatte ölçülen diz ekstansiyon değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark (p>0,05) olmadığı görüldü. Egzersizden sonraki 24. saat ölçümlerinde deney ve kontrol grubu arasındaki ölçümlerde istatistiksel olarak anlamlı farklılık (p<0,05) olduğu belirlendi (Tablo 4.31).

4.7. Basınç Ağrı Eşiği Verilerine İlişkin Analizler

Tablo 4.32.

Basınç Ağrı Eşiği Verilerine İlişkin Analizler (kg/cm²)

		$\bar{x}$	ss	min	max
1. ölçüm (Egzersizden önce)	Deney	18,75	4,535	10	25
	Kontrol	19,11	5,84	9,00	26,00
2. ölçüm (Egzersizden sonra)	Deney	17,08	5,55	10	27
	Kontrol	17,11	3,88	9,00	21,00
3. ölçüm (Egzersizden sonra 6. saat)	Deney	21,0	5,59	10	28
	Kontrol	18,11	4,07	13,00	24,00
4. ölçüm (Egzersizden sonra 24. saat)	Deney	17,5	5,35	10	27
	Kontrol	16,88	4,22	12,00	25,00

Basınç Ağrı Eşiği verilerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler tabloda belirtilmiştir (Tablo 4.32).

Tablo 4.33.

Deney Grubu Basınç Ağrı Eşiği Grup İçi Tekrarlı Ölçümler Test Sonuçları

	N	Sıra Ortalaması	X ²	Sd	P
BAE	Egzersiz Öncesi	2,67	11,214	3	0,001**
	Egzersiz Sonrası	2,00			
	Egzersiz Sonrası 6. Saat	3,38			
	Egzersiz Sonrası 24. Saat	1,96			

**p<0,01 düzeyinde anlamlıdır.

Deney grubu Basınç Ağrı Eşiği tekrarlı ölçümlerde istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu görüldü (Tablo 4.33). Hangi ölçümler arasında fark olduğunu belirlemek adına Wilcoxon İşaretili Sıralar Testi analizi yapılmıştır.

Tablo 4.34.

Deney Grubu Basınç Ağrı Eşiği Wilcoxon Test Sonuçları

	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	P
2. Ölçüm 1. Ölçüm	Negatif Sıra	7	6,71	-1,248	0,212
	Pozitif Sıra	4	4,75		
	Eşit	1			
	Toplam	12			
3. Ölçüm 1. Ölçüm	Negatif Sıra	2	1,75	-2,038	0,041
	Pozitif Sıra	6	5,42		
	Eşit	4			
	Toplam	12			

Tablo 4.34. (devamı)

4. Ölçüm	Negatif	7	4,79	33,50	-1,307	0,191
1. Ölçüm	Sıra					
	Pozitif Sıra	2	5,75	11,50		
	Eşit	3				
	Toplam	12				
3. Ölçüm	Negatif	2	3,00	6,00	-2,416	0,015*
2. Ölçüm	Sıra					
	Pozitif Sıra	9	6,67	60,00		
	Eşit	1				
	Toplam	12				
4. Ölçüm	Negatif	4	6,13	24,50	-0,307	0,759
2. Ölçüm	Sıra					
	Pozitif Sıra	6	5,08	30,50		
	Eşit	2				
	Toplam	12				
4. Ölçüm	Negatif	10	5,50	55,00	-2,823	0,004**
3. Ölçüm	Sıra					
	Pozitif Sıra	0	0,00	0,00		
	Eşit	2				
	Toplam					

**p<0,01 düzeyinde; *p<0,05 düzeyinde anlamlıdır.

Tekrarlı ölçümler Wilcoxon Test Sonuçları incelendiğinde Bınc Ağrı Eşiği 3. ölçüm ile 2. ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu belirlendi. 4. ölçüm ve 3. ölçüm grupları arasında da istatistiksel farklılık olduğu gözlemlendi. 2. ölçüm ve 1. ölçüm grupları, 3. ölçüm ve 1. ölçüm grupları, 4. ölçüm ve 1. ölçüm grupları ve 4. ölçüm ve 2. ölçüm grupları arasında ise anlamlı farklılık olmadığı belirlendi (Tablo 4.34).

Tablo 4.35.

Kontrol Grubu Basınc Ağrı Eşiği Grup İçi Tekrarlı Ölçümler Test Sonuçları

		N	Sıra Ortalaması	X ²	Sd	P
	Egzersiz Öncesi		2,78			
BAE	Egzersiz Sonrası	9	2,22	2,103	3	0,55
	Egzersiz Sonrası 6. Saat		2,83			
	Egzersiz Sonrası 24. Saat		2,17			

Kontrol Grubu Basınc Ağrı Eşiği tekrarlı ölçümlerde istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı görüldü (Tablo 4.35).

Tablo 4.36.

Kontrol ve Deney Gruplarının Basınc Ağrı Eşiği Değerlerinin Karşılaştırılması

	Grup	N	Sıra Ort	Sıra Toplamı	U	P
1. Ölçüm	Deney	12	10,58	127,00		
	Kontrol	9	11,56	104,00	49,00	0,722
2. Ölçüm	Deney	12	10,92	131,00		
	Kontrol	9	11,11	100,00	53,00	0,943
3. Ölçüm	Deney	12	12,5	150,00		
	Kontrol	9	9,00	81,00	36,00	0,199
4. Ölçüm	Deney	12	11,13	133,5		
	Kontrol	9	10,83	97,5	52,5	0,915

Kontrol ve deney gruplarının egzersiz öncesi, egzersiz sonrası, egzersizden sonraki 6. ve 24. Saatte ölçülen basınç ağrı eşiği değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark ($p<0,05$) olmadığı görüldü (Tablo 4.36).

4.8. Görsel Ağrı Skalası Verilerine İlişkin Analizler

Tablo 4.37.

Görsel Ağrı Skalası Verilerine İlişkin Analizler (mm)

		$\bar{x}$	ss	min	max
1. Ölçüm	Deney	,00	,00	,00	,00
(Egzersizden önce)	Kontrol	,00	,00	,00	,00
2. Ölçüm	Deney	54,58	23,10	10,00	80,00
(Egzersizden sonra)	Kontrol	72,22	16,41	50,00	100,00
3. Ölçüm	Deney	11,83	8,86	,00	30,00
(Egzersizden sonra 6. saat)	Kontrol	13,88	4,85	10,00	20,00
4. Ölçüm	Deney	1,66	3,25	,00	10,00
(Egzersizden sonra 24. saat)	Kontrol	10,00	14,14	,00	40,00

Görsel Ağrı Skalası verilerine ilişkin tanımlayıcı istatistikler tabloda belirtilmiştir (Tablo 4.37).

Tablo 4.38.

Deney Grubu Görsel Ağrı Skalası Grup İçi Tekrarlı Ölçümler Test Sonuçları

		N	Sıra Ortalaması	X ²	Sd	P
	Egzersiz Öncesi		1,42			
	Egzersiz Sonrası		3,96			
GAS	Egzersiz Sonrası 6. Saat	12	2,88	32,943	3	0,001**
	Egzersiz Sonrası 24. Saat		1,75			

** $p<0,01$ düzeyinde anlamlıdır.

Deney grubu Görsel Ağrı Skalası tekrarlı ölçümlerde istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu görüldü (Tablo 4.38). Hangi ölçümler arasında fark olduğunu belirlemek adına Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi analizi yapılmıştır.

Tablo 4.39.

Deney Grubu Görsel Ağrı Skalası Wilcoxon Test Sonuçları

		N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	P
2. Ölçüm	Negatif Sıra	0	0,00	0,00	-3,069	0,002**
1. Ölçüm	Pozitif Sıra	12	6,50	78,00		
	Eşit	0				
	Toplam	12				
3. Ölçüm	Negatif Sıra	0	0,00	0,00	-2,655	0,003**
1. Ölçüm	Pozitif Sıra	11	6,00	66,00		
	Eşit	1				
	Toplam	12				

Tablo 4.39. (devamı)

4. Ölçüm	Negatif Sıra	0	0,00	0,00	-1,633	0,102
1. Ölçüm	Pozitif Sıra	3	2,00	6,00		
	Eşit	9				
	Toplam	12				
3. Ölçüm	Negatif Sıra	11	6,00	66,00	-2,936	0,003**
2. Ölçüm	Pozitif Sıra	0	0,00	0,00		
	Eşit	1				
	Toplam	12				
4. Ölçüm	Negatif Sıra	12	6,50	78,00	-3,063	0,002**
2. Ölçüm	Pozitif Sıra	0	0,00	0,00		
	Eşit	0				
	Toplam	12				
4. Ölçüm	Negatif Sıra	9	5,00	45,00	-2,680	0,007**
3. Ölçüm	Pozitif Sıra	0	0,00	0,00		
	Eşit	3				
	Toplam	12				

**p<0,01 düzeyinde anlamlıdır.

Tekrarlı ölçümler Wilcoxon Test Sonuçları incelendiğinde 2. ölçüm ve 1. ölçüm grupları ve 3. ölçüm ve 1. ölçüm gruplarının ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu belirlendi. 3. ölçüm ve 2. ölçüm grupları, 4. ölçüm ve 2. ölçüm grupları ve 4. ölçüm ve 3. ölçüm grupları arasında da istatistiksel farklılık olduğu gözlemlendi. 4. ölçüm ve 1. ölçüm grupları arasında ise anlamlı farklılık olmadığı belirlendi (Tablo 4.39).

Tablo 4.40.

Kontrol Grubu Görsel Ağrı Skalası Grup İçi Tekrarlı Ölçümler Test Sonuçları

		N	Sıra Ortalaması	X ²	Sd	P
	Egzersiz Öncesi		1,28			
	Egzersiz Sonrası		4,00			
GAS	Egzersiz Sonrası 6. Saat	9	2,78	24,181	3	0,001**
	Egzersiz Sonrası 24. Saat		1,94			

**p<0,01 düzeyinde anlamlıdır.

Kontrol grubu Görsel Ağrı Skalası tekrarlı ölçümlerde istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu görüldü (Tablo 4.40). Hangi ölçümler arasında fark olduğunu belirlemek adına Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi analizi yapılmıştır.

Tablo 4.41.
Kontrol Grubu Görsel Ağrı Skalası Wilcoxon Test Sonuçları

GAS		N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	Z	P
2. Ölçüm 1. Ölçüm	Negatif Sıra	0	0,00	0,00	-2,692	0,007**
	Pozitif Sıra	9	5,00	45,00		
	Eşit	0				
	Toplam	9				
3. Ölçüm 1. Ölçüm	Negatif Sıra	0	0,00	0,00	-2,724	0,006**
	Pozitif Sıra	9	5,00	45,00		
	Eşit	0				
	Toplam	9				
4. Ölçüm 1. Ölçüm	Negatif Sıra	0	0,00	0,00	-1,841	0,065
	Pozitif Sıra	4	2,50	10,00		
	Eşit	5				
	Toplam	9				
3. Ölçüm 2. Ölçüm	Negatif Sıra	9	5,00	45,00	-2,673	0,007**
	Pozitif Sıra	0	0,00	0,00		
	Eşit	0				
	Toplam	9				
4. Ölçüm 2. Ölçüm	Negatif Sıra	9	5,00	45,00	-2,677	0,007**
	Pozitif Sıra	0	0,00	0,00		
	Eşit	0				
	Toplam	9				
4. Ölçüm 3. Ölçüm	Negatif Sıra	6	3,50	21,00	-1,205	0,228
	Pozitif Sıra	1	7,00	7,00		
	Eşit	2				
	Toplam	9				

**p<0,01 düzeyinde anlamlıdır.

Tekrarlı ölçümler Wilcoxon Test Sonuçları incelendiğinde Görsel Ağrı Skalası değerlerinde 2. ölçüm ve 1. ölçüm grupları ve 4. ölçüm ve 2. ölçüm gruplarının arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu belirlendi. 3. ölçüm ve 2. ölçüm grupları ve 3. ölçüm ve 1. ölçüm arasında da istatistiksel farklılık olduğu gözlemlendi. 4. ölçüm ve 1. ölçüm grupları ve 4. ölçüm ve 3. ölçüm grupları arasında ise anlamlı farklılık olmadığı belirlendi (Tablo 4.41).

Tablo 4.42.

Kontrol ve Deney Gruplarının Görsel Ağrı Skalası Değerlerinin Karşılaştırılması

	Grup	N	Sıra Ort	Sıra Toplamı	U	P
1. Ölçüm	Deney	12	11,00	132,00	54,00	1,000
	Kontrol	9	11,00	99,00		
2. Ölçüm	Deney	12	8,92	107,00	29,00	0,69
	Kontrol	9	13,78	124,00		
3. Ölçüm	Deney	12	9,88	118,5	40,5	0,315
	Kontrol	9	12,5	112,5		
4. Ölçüm	Deney	12	9,67	9,67	38,00	0,175
	Kontrol	9	12,78	12,78		

Kontrol ve deney gruplarının egzersiz öncesi, egzersiz sonrası, egzersizden sonraki 6. ve 24. Saatte ölçülen Görsel Ağrı Skalası değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark ($p<0,05$) olmadığı görüldü (Tablo 4.42).

5. SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

5.1. Tartışma

5.1.1. Demografik ve Fiziksel Özellikler

Çalışmamıza dahil ettiğimiz sporcuların; yaş, vücut kitle indeksi, cinsiyet, ilaç kullanıp kullanmadıkları bu başlık altında incelenmiştir.

Çalışmamıza; deney grubu (n:12) kontrol grubu (n:9) erkek olmak üzere toplam 21 sporcu dahil edilmiştir. Sporcuların yaş ortalamaları $21,76 \pm 2,16$ yıl olarak saptanmıştır.

Gruplara göre yaş, cinsiyet ve vücut kitle indeksi (VKİ) dağılımları bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır (Tablo 4.2). Bu şekilde, sporcuların yaş, cinsiyet ve VKİ açısından çalışmamızda sonuçların etkilenmesi engellenmiştir.

Literatür incelendiğinde vücut kitle indeksinin de sporcuların serum CK düzeylerinde etkili olduğu söz edilmektedir (Kim ve Lee, 2015). Heled ve arkadaşları, egzersiz sonrası CK aktivitesi fazla olanların vücut yağ yüzdesinin de fazla olduğundan bahsetmektedirler (Heled, Bloom, Wu, Stephens ve Deuster, 2007). Paschalis ve arkadaşları; eksentrik egzersiz sonrasında kilolu (VKİ:25.0–33.0) ve zayıf (VKİ:18.5–24.9) kişilerde serum CK düzeylerinde artış olduğunu gözlemlemişlerdir. Fakat zayıf kişilerde kilolu kişilere göre bu artışın daha fazla ve uzun süreli olduğunu belirtmektedirler (Paschalis ve ark., 2010). Kim ve arkadaşları; toplam 119 sağlıklı erkek sporcu üzerinde yaptıkları çalışmalarında eksantrik egzersizi takiben vücut yağı yüzdesi CK değişkenliği için bir faktördür sonucuna ulaşmışlardır ancak; ancak tepe CK değeri ve yağ yüzdesi arasında bir korelasyon belirtmemişlerdir. CK ve VKİ arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalarda fikir birliği bulunmamaktadır. Çalışmamızda kontrol ve deney gruplarında VKİ değerleri arasında fark bulunmamaktadır (Tablo 4.2). Bu nedenle çalışmamızda CK seviyelerindeki değişimin VKİ etkisinden sonuçların etkilenmesi engellenmiştir.

Çalışmamıza dahil edilen sporcuların ilaç kullanıp kullanmadıkları çalışma öncesinde sorgulanmıştır. Sporculardan hiçbirinin ilaç kullanmadığı ve sağlıklı oldukları belirlenmiştir. Bu nedenle bu parametrelere bağlı olarak verilerde bir etkilenim söz konusu değildir.

GKA ile ilgili bazı çalışmalarda cinsiyetin sonucu etkileyebileceğinden bahsedilmektedir (Dannecker, Koltyn, Riley ve Robinson, 2003). Gecikmiş kas ağrısında hormonal faktörler, kreatin kinaz (CK) aktivitesi, ağrı, kas hasarı açısından kadın ve erkek cinsiyeti arasında bir fark olduğunu belirten çalışmalar mevcuttur, ayrıca kadınlarda menstrual döngünün kas hasarında koruyucu bir etki oluşturduğu belirtilmiştir (Hicks, Onambélé, G.Winwood ve Morse, 2016). MacIntyre ve arkadaşları; 10 kadın ve 12 erkek sporcuyla yaptıkları çalışmada, cinsiyetin GKA semptomlarında farklılık gösterdiğini belirtmiştir (MacIntyre, Reid, Lyster ve McKenzie 2000). High ve arkadaşları ise; 31 kadın ve 31 erkek sporcuyla yürüttükleri çalışmada GKA'da ağrı semptomunda cinsiyetin farklılık oluşturmadığını

belirtmiştir (High, Howley ve Franks, 1989). Rinard ve arkadaşları da GKA'da ağrı semptomunda, cinsiyetler arasında fark olmadığını iddia etmişlerdir (Rinard, Clarkson, P.Smith ve Grossman, 2000) . Literatür incelendiğinde; cinsiyetin GKA semptomlarını etkilediğiyle ilgili farklı sonuçlar bulunmaktadır. Bu nedenle çalışmamızda, cinsiyet farklılığının sonuçları etkilememesi adına sadece erkek sporcular dahil edilmiştir.

5.1.2. Gecikmiş Kas Ağrısı Bulguları

5.1.2.1. Kreatin Kinaz ve Gecikmiş Kas Ağrısı

Gecikmiş kas ağrısı oluşumunun belirlenmesinde sık kullanılan biyobelirteçlerden biri serum kreatin kinaz seviyesidir (Brancaccio, Lippi ve Maffulli, 2010; Dupuy ve ark., 2018; Guo ve ark., 2017; Sorichter ve ark., 1995).

İmtiyaz ve arkadaşları (2014) GKA semptomlarının önlenmesinde titreşim tedavisi ve masajın etkilerini karşılaştırmayı amaçladıkları çalışmalarında 45 kadın sporcuyla kontrol grubuyla beraber 3 gruba ayırmışlardır (n:15). Serum Kreatin Kinaz (CK) seviyesini egzersiz öncesi, sonrası, egzersiz sonrası 24, 48 ve 72. saatte ölçtükleri çalışmada; GKA oluşturdıkları 3 grupta da serum CK seviyelerinin arttığını göstermişlerdir (İmtiyaz ve ark., 2014).

Zainuddin ve arkadaşları (2005) eksenrik egzersiz sonrası kısmi immobilizasyonun kas hasarının iyileşmesi üzerine etkilerini incelemişlerdir. Dirsek ekstensörlerine izokinetik cihazla GKA oluşturdıkları çalışmalarını 5 kadın 5 erkekle gerçekleştirmişlerdir. Plazma CK aktivitesinde önemli artışlar kontrol ve deney grubunda da egzersizden 2 gün daha çok görüldü, 4 gün sonra zirve yaptı ve 7. günde yüksek kaldı sonucunu bildirmişlerdir (Zainuddin ve ark., 2005).

Sellwood ve arkadaşları (2007) kuadrisepse eksenrik egzersiz sonrası; buzlu suya daldırmanın gecikmiş başlangıçlı kas ağrısı semptomlarına etkilerini belirlemeyi amaçlayan çalışmalarında; 40 sporcuyla 24, 48 ve 72 saat sonra serum kreatin kinaz (CK) seviyelerini ölçmüşlerdir. 24 saatte eksenrik egzersiz sonrası sporcuların serum CK seviyelerinde önemli derecede artış gözlemleyip, GKA oluşturdıklarını belirtmişlerdir (Sellwood, Brukner, Williams, Nicol ve Hinman 2007).

Çalışmamıza benzer şekilde Tzatzakis ve arkadaşları (Tzatzakis ve ark., 2019) nın örneklem grubunu futbol sporcuların oluşturduğu oluşturduğu 10 erkek sporcuyla yaptıkları çalışmalarında; hız-dayanıklılık antrenmanı sonrası toparlanma kinetiğini araştırmışlardır. Diz ekstansörlerinin ve fleksörlerinin izokinetik cihazla oluşturdıkları kas hasarı sonrası, gecikmiş kas ağrısı(GKA) da ve kreatin kinaz düzeylerini egzersizden önce, sonra, 24, 48 ve 72 saat sonra değerlendirmişlerdir. GKA (72. saat) ve kreatin kinaz artışı ile ilişkilidir sonucuna ulaşmışlardır.

Çalışmamızda da gecikmiş kas ağrısı sonrası; son ölçüm olan 24. saat ölçüme kadar serum CK seviyesi ilk ölçüme göre her iki grupta artış göstermiştir (Tablo 4.3). Grup içi serum

CK seviyelerinde istatistiksel anlamlı derecede fark bulunması kullandığımız protokolle, literatürle uyumlu bir şekilde deneysel gecikmiş kas ağrısı oluşturduğumuzun göstergesidir (Tablo 4.4).

Literatür incelendiğinde; **gecikmiş kas ağrısında foam rollerin etkisini** direkt serum CK düzeyi parametresiyle inceleyen az sayılı çalışmaya rastlanmıştır (Beimborn, 2019; Shucheng, 2018).

Beimborn (2019); foam rollerin egzersize bağlı kas hasarı ile ilişkili semptomlarını incelediği tez çalışmasında 8 sporcuyla deney ve kontrol grubuna ayırmışlardır. Egzersiz sonrası 24 ve 48 saat sonrası CK düzeyleri ölçülmüştür. Deney ve kontrol grupları arasında CK düzeyinde anlamlı bir fark bulunmamıştır. CK seviyeleri ile foam roller uygulamasının arasında bir bağlantı olmayabileceği düşünülmektedir sonucunu rapor etmişlerdir (Beimborn, 2019).

Shucheng (2017); titreşimli foam rollerin gecikmiş kas ağrısı ve spor performansına etkisini incelediği tez çalışmasında; 24 katılımcıyı titreşimli foam roller (n:8), foam roller (n:8) ve kontrol grubuna (n:8) ayırmıştır. 4 gün boyunca CK seviyesini ölçtüğü çalışmasında; CK seviyesinde titreşimli foam roller ve foam rollerin hiçbir etkisi olmadı sonucunu rapor etmiştir (Shucheng, 2017).

Adamczyk ve arkadaşları (2020) ise; 33 erkek sporcu ile biri GRID foam roller olan, 2 farklı foam roller tipinin gecikmiş kas ağrısına etkisini inceledikleri çalışmalarında; ön araştırmaları sırasında, gecikmiş kas ağrısı oluşturduklarını göstermek için sadece egzersizden 24 saat sonra kreatin kinaz (CK) düzeyini bir kez ölçmüşlerdir. CK düzeyinin arttığının ve bunun gecikmiş kas ağrısı oluşturdukları anlamına geldiğini belirtmişlerdir, ancak foam rollerin CK seviyesine etkisini incelememişlerdir (Adamczyk ve ark., 2020).

Amerikan Masaj Terapi Birliği; kendi kendine uygulanan foam roller uygulamasının etkilerinin masaja benzer olduğunu belirtmektedir (Schroeder ve Best, 2015). Foam rollerla uygulanan myofasyal gevşetme egzersizlerinin masajla benzer şekilde bir manipülasyon uygulaması olduğu belirtilmektedir (Kurt ve Kafkas 2018).

Masajın gecikmiş kas ağrısı üzerine etkilerini inceleyen meta-analiz çalışmalarında; serum CK düzeyinde azalma olduğu belirtilmektedir (Dupuy ve ark., 2018 ve Guo ve ark., 2017).

Serum CK seviyesi sıklıkla kas performansının iyileşmesini etkileyen inflamasyon ve iskelet kası hasarının bir belirtici sayılmaktadır (Brancaccio ve ark., 2010; Dupuy ve ark., 2018; Guo ve ark., 2017; Sorichter ve ark., 1995). Serum CK seviyesinin dolaşım sisteminden hızlı temizlenmesinin, masajın kas iyileşmesini ve performansını artırmasının nedeni olduğu düşünülmektedir (Guo ve ark., 2017).

İmtiyaz ve arkadaşları (2014) GKA semptomlarının önlenmesinde titreşim tedavisi ve masajın etkilerini karşılaştırmayı amaçladıklarında; serum CK seviyesinin masaj grubunda,

kontrol grubuna göre egzersiz sonrası 48 saat anlamlı farklılık gösterdiğini ve azaldığını belirtmişlerdir (İmtiyaz ve ark., 2014).

Kargarfard ve arkadaşları, erkek vücut geliştiricilerde masajın kas ağrısı, algılanan iyileşme, fizyolojik restorasyon ve fiziksel performans üzerindeki etkisini inceledikleri çalışmalarında; 30 deneyimli erkek vücut geliştiricisi, bir masaj grubuna (n = 15) ve bir kontrol grubuna (n = 15) şeklinde ayrılmıştır. Masaj grubunda kontrol grubuna kıyasla 48 saat ve 72 saatte CK seviyesini düşürmede masajın yararlı bir etkisi olduğunu belirtmişlerdir (Kargarfard ve ark. 2016).

Guo ve arkadaşları (2017); yaptıkları meta analiz çalışmalarında 247 sporcu dahil içeren yedi makalede, masaj grubunda kontrol grubuna kıyasla serum CK seviyesini önemli ölçüde düşüğünü belirtmişlerdir. Bunlar arasında GKA sonrası, 48 ve 72 saatlik alt gruplar, masaj müdahalesinin serum CK seviyesini 48 saatte ve 72 saatte önemli ölçüde azaltabileceğini gösterdi, ancak 24 saatlik alt grupta anlamlı bir fark gözlenmedi sonucunu rapor etmişlerdir (Guo ve ark., 2017).

Çalışmamızda deney ve kontrol grupları arasında; CK seviyelerinde istatistiksel anlamlı fark bulunmamıştır (Tablo 4.8). Çalışmamız egzersiz sonrası 24. saat ile sınırlıdır. Yukarıda belirtilen mevcut literatür masajın egzersiz sonrası 48 ve 72. saatte serum CK düzeyinde azalma olduğunu belirtmektedir. Literatürle uyumlu bir şekilde GKA da; foam roller ile kendi kendine uygulanan miyofasyal gevşetme yönteminin serum CK düzeyinde egzersizden sonraki 24. saate kadar etkisi olmadığı sonucuna vardık.

Literatürde gecikmiş kas ağrısında foam rollerin etkisini direkt serum CK düzeyi parametresiyle inceleyen az sayılı çalışmalardan biri olmamız çalışmamızın özgün ve güçlü taraflarındandır. Çalışmamızın bundan sonra benzer yapılacak çalışmalara referans oluşturabileceğini düşünmekteyiz. Gelecekte yapılacak çalışmalarda gecikmiş kas ağrısında foam rollerin etkisini direkt serum CK düzeyinde incelenmesinde; 48. ve 72. saatleri kapsamalarının alana katkı sağlayacağından önermekteyiz.

5.1.2.2. Laktat Dehidrogenaz ve Gecikmiş Kas Ağrısı

Gecikmiş kas ağrısı oluşumunun belirlenmesinde kullanılan biyobelirteçlerden biri de serum laktat dehidrogenaz seviyesidir (Brancaccio ve ark., 2010; Ra ve ark., 2013; Yarizadh ve ark., 2020)

İmtiyaz ve arkadaşları (2014) GKA semptomlarının önlenmesinde titreşim tedavisi ve masajın etkilerini karşılaştırmayı amaçladıkları çalışmalarında 45 kadın sporcu kontrol grubuyla beraber 3 gruba ayırmışlardır (n:15). LDH seviyesini egzersiz öncesi, sonrası, egzersiz sonrası 24, 48 ve 72. saatte ölçtükleri çalışmalarında; GKA oluşturdukları 3 grupta da serum LDH seviyelerinin egzersiz öncesine göre arttığını göstermişlerdir (İmtiyaz ve ark., 2014).

Lim (2020), maksimum kas gücü ve kas hasarı göstergelerini analiz ederek dallı zincirli amino asit (BCAA) takviyesinin gecikmiş başlangıçlı kas ağrısı (DOMS) üzerindeki etkilerini araştırdığı çalışmada; 12 erkek olguyu deney ve kontrol grubuna ayırmıştır. İzokinetik cihazla gecikmiş kas ağrısı oluşturmıştır. Egzersiz öncesi, sonrası 24.,48.,72. saatlerde LDH düzeylerini ölçtüğü çalışmada; GKA'nın kontrol grubunda da LDH konsantrasyonlarında orantılı bir artışa neden olduğunu rapor etmiştir.

Literatürdeki çalışmalar egzersizle birlikte LDH düzeyinin arttığını belirtmektedirler (Medbo,Mamen,Holt,Olsen ve Evertsen, 2000). Gecikmiş kas ağrısında LDH seviyesini araştıran çalışmalar LDH seviyesinin egzersizden hemen sonra zirveye ulaştığını bildirmişlerdir (Brancaccio ve ark., 2010; Tokinoya ve ark., 2020) Çalışmamızda grup içi deney ve kontrol gruplarında LDH seviyesinin egzersizden hemen sonraki ölçümde (LDH2) en yüksek değerine ulaştığını gözlemledik (Tablo 4.9). Bu yönüyle çalışmamız literatür ile paralellik göstermektedir.

Literatür incelendiğinde; **gecikmiş kas ağrısında foam rollerin etkisini** inceleyen az sayılı çalışmada direkt LDH değeri parametrelerinin kullanıldığını görmekteyiz (Adamczyk ve ark., 2020).

Cheatham ve arkadaşları (2015); 14 makaleyi dahil ettikleri sistematik incelemelerinde; foam roller kullanımının da içine dahil olduğu kendi kendine miyofasyal gevşetme tekniklerinin vazodilatasyonu arttırdığını, ödemi azalttığını, laktat eliminasyonunu artırıp GKA'nın semptomlarını azalttığını bildirmektedirler (Cheatham ve ark., 2015). Kendi kendine miyofasyal gevşetme tekniğinden sonra, kan akım hızının artmasıyla ödemin azalması, laktat eliminasyonunun artması ve böylece yumuşak doku onarımının gerçekleşmesi ile açıklanabilir (Pearcey ve ark., 2015).

Adamczyk ve arkadaşları (2020) yaptıkları çalışmalarında; 33 erkek sporcu 11 kişiden oluşan 3 gruba ayırmışlardır. Biri GRID foam roller olan, 2 farklı foam roller tipinin gecikmiş kas ağrısına etkisini inceledikleri çalışmalarında; LDH değerini egzersiz öncesi, sonrası 24, 48, 72 ve 96 saat sonra ölçmüşlerdir. Toparlanmayı destekleyen yöntemleri kullanan her iki grupta da laktat düşüşü pasif istirahat eden gruba göre daha yüksekti sonucunu rapor etmişlerdir (Adamczyk ve ark., 2020).

Çalışmamızda deney ve kontrol grupları arasında egzersiz öncesi, sonrası ve 6. saatte gruplar arasında anlamlı farklılık bulunamamıştır (Tablo 4.14). Gecikmiş kas ağrısında kendi kendine uygulanan foam roller uygulamasının LDH düzeyinde egzersiz sonrası 6. saate kadar etkisi olmamıştır. Egzersizden sonra 24. saat LDH düzeyi ölçümlerinde deney ve kontrol grupları arasında ise istatistiksel anlamlı farklılık bulunmuştur (Tablo 4.14) ($p<0,05$). Kontrol grubu LDH düzeyinde deney grubuna göre 24. saatte daha çok artış gözlenmiştir. Bu sonuçlardan; çalışmamızda gecikmiş kas ağrısı sonrası kendi kendine uygulanan foam roller

uygulaması egzersizden sonraki 24. Saatte LDH düzeyini azaltabilir sonucuna ulaştık. Çalışmamız yukarıda bahsedilen literatür ile benzerlik göstermektedir.

Literatürde eksantrik egzersizden sonra laktat seviyesinin 3-5 gün hatta 7. güne kadar normal seviyesine inmediği ifade edilmektedir (Brancaccio 2010). Literatürle uyumlu bir şekilde bu çalışmada da LDH seviyesi deney ve kontrol grubunda egzersiz öncesine dönmemiştir (Tablo 4.9). Gecikmiş kas ağrısında foam rollerin etkisini LDH düzeyinde inceleyen az sayılı çalışmalardan biri olması, çalışmamızın özgün taraflarındandır. Çalışmamız egzersiz sonrası 24. saat ile sınırlı olduğundan; 24. saatten sonraki değişimlerin de araştırılmasının alana katkı sağlayacağı düşüncesindeyiz.

5.1.2.3. Nötrofil ve Gecikmiş Kas Ağrısı

Gecikmiş kas ağrısı oluşumunun belirlenmesinde nötrofil seviyesi de kullanılan biyobelirteçlerdendir (Ascensão ve ark., 2008; MacIntyre ve ark., 2000; Valle ve ark., 2013)

MacIntyre ve arkadaşları (MacIntyre, Sorichter, Mair, Berg ve McKenzie, 2001), 12 erkek sporcuyla eksantrik egzersizi takiben inflamasyon ve miyofibriler proteinlerin belirteçlerini inceledikleri çalışmalarında; deneysel gecikmiş kas ağrısı oluşturmuşlardır. Sporculardan egzersizden hemen sonra, 2, 4, 6, 20, 24, 48, 72. saatlerde, 6 ve 9. gün 10 ml kan örneği aldılar. Nötrofil seviyesinin, egzersiz yaptırılan grupta, egzersiz yaptırılmayan gruba göre daha fazla olduğunu, bu bulguların, kasılma proteinlerine verilen hasar ile iltihaplanma arasında bir ilişki olduğunu ve GKA'nin iltihaplanma ile ilişkili olduğunu, ancak kas hasarı ile ilişkili olmadığını göstermektedir sonucunu rapor etmişlerdir.

Kawamura ve arkadaşları (2018), egzersize bağlı kas hasarı ve gecikmiş kas ağrısında nötrofil dinamikleri ve fonksiyonunun katılımını ve moleküler hidrojen (H_2) alımının bu parametreler üzerindeki etkisini araştırmayı amaçladıkları çalışmaları 9 sağlıklı genç erkeklerle gerçekleştirmişlerdir. Nötrofil değerinin eksantrik egzersizden sonra arttığı sonucunu gözlemlemişlerdir. Nötrofillerin GKA da rol oynayabileceğini düşünülmektedir; ancak, H_2 banyosunun, yokuş aşağı koşudan sonra nötrofillere odaklanan inflamatuvar süreç için etkili olması olası değildir sonucuna ulaşmışlardır (Kawamura ve ark., 2018).

Kanda ve arkadaşları (Kanda ve ark., 2013) eksantrik egzersize bağlı gecikmiş başlangıçlı kas ağrısı ve kas hasarı ve inflamasyon belirteçlerindeki değişiklikleri inceledikleri çalışmalarında 9 sağlıklı erkeğin; egzersizden önce ve egzersizden sonraki 2, 4, 24, 48, 72 ve 96 saatte kan örneklerinde nötrofil düzeyini incelemişlerdir. Nötrofil düzeylerinde egzersizden sonra artış gözlemlediler. Egzersiz sonrası nötrofil mobilizasyonu ve migrasyonunun kas hasarı ve inflamatuvar süreçlerde rol oynayabileceğini düşündürmektedir sonucunu bildirdiler.

Çalışmamızda deney ve kontrol gruplarında grup içi istatistiksel anlamlı farklılık gözlemlendi (Tablo 4.16). Bu çalışmalarla benzer şekilde gecikmiş kas ağrısı protokolü egzersizinden sonra nötrofil seviyesi artmıştır.

Literatür incelendiğinde; sağlıklı insanlarda **gecikmiş kas ağrısında foam rollerin etkisini** direkt nötrofil düzeyi parametresiyle inceleyen bir çalışmaya rastlamadık.

Ancak; kendi kendine uygulanan foam rollerin etkisinin masaja benzer etkisi olduğunu Amerikan Masaj Terapi Birliği belirtmektedir (Schroeder ve Best, 2015). Foam rollerla uygulanan myofasyal gevşetme egzersizlerinin masajla benzer şekilde bir manipülasyon uygulaması olduğu belirtilmektedir (Kurt, Kafkas 2018).

Hilbert ve arkadaşları (2003); masajın gecikmiş kas ağrısı üzerindeki fizyolojik ve psikolojik etkilerini araştırdıkları çalışmalarında; 18 gönüllüyü masaj ve kontrol grubuna ayırmışlardır. Hamstringde eksantrik egzersiz sonrası masaj uygulamaları sonrası nötrofil düzeyini, egzersiz sonrası 6. ve 24. saatlerde değerlendirdikleri çalışmalarında; egzersize bağlı kas yaralanmasından sonra uygulanan masaj, nötrofil seviyelerini değiştirmedir sonucunu rapor etmişlerdir (Hilbert, Sforzo ve Swensen, 2003).

Smith ve arkadaşları (1994); atletik masajın gecikmiş kas ağrısı, kreatin kinaz ve nötrofil sayısı üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmalarında; kontrol(n:7) grubuna göre masajdan sonra birkaç saat boyunca dolaşımdaki nötrofil seviyelerinin başlangıçtan yükseldiğini ve bunun, nötrofillerin doku boşluklarına daha az göç etmesinden kaynaklandığını tahmin etmişlerdir. (Smith ve ark.,1994). Bununla birlikte, hiçbir araştırmacı masajın nötrofillerin veya diğer lökositlerin GKA da kas hasarlı bölgelere göçünü azaltabileceğini henüz göstermemiştir görüşünü belirten çalışmalar vardır (Zainuddin ve ark.,2005).

Çalışmamızda deney ve kontrol grupları arasında ise; istatistiksel anlamlı fark bulunamamıştır (Tablo 4.20). Yukarıda bahsedilen literatürle uyumlu bir şekilde GKA da; foam roller ile kendi kendine uygulanan miyofasyal gevşetme yönteminin nötrofil düzeyinde egzersizden sonraki 24. saate kadar etkisi yoktur sonucuna vardık. Çalışmamız egzersiz sonrası 24. saat ile sınırlıdır. Yapılacak olan uzun süreli yeni çalışmaların literatüre katkı sağlayacağı düşüncesindeyiz.

Literatürde gecikmiş kas ağrısında foam rollerin etkisini direkt nötrofil düzeyi parametresiyle inceleyen çalışmamızdan başka çalışmaya rastlamamamız çalışmamızın özgün ve güçlü tarafını ortaya koymaktadır. Çalışmamızın bundan sonra benzer yapılacak çalışmalara referans olacağını düşünmekteyiz.

5.1.2.4. Eklem Hareket Açıklığı ve Gecikmiş Kas Ağrısı

Eksantrik egzersizden sonra oluşan kas hasarı, ağrıyla birlikte kasın aktif kontraksiyonunda azalma meydana getirebilmektedir. Bundan dolayı eklem hareket açıklığında

da azalma olduğu bazı çalışmalarda belirtilmektedir (Clarkson ve Hubal, 2002). Eklem hareket açıklığı değerlerinin, ekzantrik egzersizden 24-48 saat sonrasına kadar azalmakta olduğu, sonrasında yeniden eklem hareket açıklığında artış olduğu belirtilmektedir (Isabell, Durrant, Myrer ve Anderson, 1992; Xie ve ark., 2018). Bazı çalışmalar, eklem hareket açıklığındaki azalışın 72 saate devam ettiğini bildirmişlerdir (Casanova ve ark., 2018). Gecikmiş kas ağrısı sonrası eklem hareket açıklığının değişmediğini bildiren çalışmalar da vardır (Goodall ve Howatson, 2008; Medeiros ve ark., 2020). Goodall ve ark. (2008); 18 erkek sporcuyla (deney n:9 kontrol n:9) yaptıkları çalışmalarında gecikmiş kas ağrısında soğuk suya daldırma yönteminin etkinliğini araştırdılar. Diz ekstansörlerinin eklem hareket açıklığı (EHA), gecikmiş kas ağrısı (GKA), egzersiz öncesi ve ardından 96 saat boyunca 24 saatlik artışlarla ölçmüşlerdir. Çalışmalarında; GKA sonrası eklem hareket açıklığında değişim olmadığını belirttiler. Bu bilgilerden yola çıkarak; gecikmiş kas ağrısı sonrası eklem hareket açıklığı değerlerindeki değişim tartışmalıdır sonucuna varılabilir (Clarkson ve Hubal, 2002; Goodall ve Howatson, 2008). Literatürde farklı sonuçlar olması, fikir birliği olmaması; gecikmiş kas ağrısında eklem hareket açıklığı araştırmalarının özgünlüğünü koruduğunu düşünmekteyiz.

Çalışmamızdaki deney ve kontrol grubu grup içi eklem hareket açıklığı değerleri incelendiğinde Freadman tekrarlı ölçümlerde; kontrol grubu grup içi diz ekstansiyon değeri ölçümlerinde istatistiksel anlamlı fark bulunamamıştır (Tablo 4.28). Kontrol grubunda GKA sonrası grup içi diz ekstansiyon eklem hareket açıklığı değerlerinde değişim olmamıştır. Ancak; bu parametreler dışında deney grubu grup içi diz fleksiyon, deney grubu grup içi diz ekstansiyon, kontrol grubu grup içi diz fleksiyon ölçümlerinde istatistiksel anlamlı fark bulunmuştur (Tablo 4.22, Tablo 4.28, Tablo 4.24). GKA egzersiz sonrası deney grubu sporcularda grup içi diz ekstansiyon değerleri azalmıştır. Diz fleksiyon değerleri de her iki grupta da GKA sonrası azalmıştır (Tablo 4.21).

Literatür incelendiğinde; **gecikmiş kas ağrısında eklem hareket açıklığı ile foam roller**in etkisini inceleyen çalışmalar mevcuttur (D'Amico ve Gillis, 2019; MacDonald ve ark., 2013; Medeiros ve ark., 2020).

MacDonald ve arkadaşları (2013). 20 erkek (n:10 deney, n:10 kontrol) sporcuyla yaptıkları çalışmalarında ön, arka, medial ve lateral uyluğa toplam 20 dakika, 1 seans, sporcunun vücut ağırlığı ile oluşturulan basınç ile yapılan foam roller uygulaması ile diz eklem açıklığını egzersiz sonrası, 24, 48 ve 72. saatlerde ölçmüşlerdir. Diz eklem açıklığında artış gözlemlediler. Egzersize bağlı kas hasarından sonra uygulanan kendi kendine foam roller uygulamasının kontrol grubuna oranla kassal aktivasyonu daha fazla arttırdığını, aktif ve pasif eklem hareket açıklığı değerini geliştirdiğini belirttiler (MacDonald ve ark., 2013).

Sullivan ve arkadaşları (Sullivan ve ark., 2013) 7 erkek 10 kadın sporcuyla yaptıkları çalışmalarında hamstring roller masajıyla EHA artışı rapor etmişlerdir. Alt ekstremite EHA'sı

ve ardından kas uzunluğu performansı üzerindeki akut etkileri incelemek için bir roller cihazı kullanmışlardır. 9 sporcudan oluşan bir grup (üç erkek, altı kadın) ayrıca bir kontrol grubu oturumu gerçekleştirmişlerdir. Her roller uygulamasından önce ve sonra sporcuların; hamstring eklem hareket açıklığını ölçtükleri çalışmalarında; roller daha uzun süre kullanıldığında EHA'da istatistiksel olarak anlamlı artışlar sağlayabilir sonucunu bulmuşlardır.

Cheatham ve arkadaşları (2015) foam roller kullanılarak miyofasyal gevşetme yönteminin GKA, EHA ve performas üzerine etkisini inceledikleri sistematik derlemelerinde, 14 makaleyi dahil etmişlerdir. Foam roller veya rulo masajlı miyofasyal gevşetmenin, kas performansını olumsuz etkilemeden EHA artırmada kısa vadeli etkilere sahip gibi görünmektedir ve yoğun egzersizden sonra GKA semptomlarını hafifletmeye yardımcı olabilir sonucunu bulmuşlardır (Cheatham ve ark., 2015).

Medeiros ve arkadaşları (2020) 36 erkek sporcuyla yaptıkları çalışmalarında ise; egzersize bağlı kas hasarı protokolü sonrasında dirsek fleksörlerinde kontrollü bir kuvvetle uygulanan tek seanslık silindirik masajının kas iyileşmesi üzerindeki etkilerini değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Eksantrik egzersiz protokolü sonrası oluşturdukları gecikmiş kas ağrısından sonra; sporcuları randomize üç gruba ayırmışlardır (Roller uygulaması n:12, Sham n:12 ve Kontrol n:12). Gecikmiş kas ağrısı (GKA), hareket açıklığı (EHA) başlangıçta ve egzersizden 24, 48 ve 72 saat sonra ölçtükleri çalışmalarında; dirsek fleksörlerine uygulanan tek seans roller uygulamasının EHA ve GKA iyileşmesi üzerine etkisi olmadı sonucuna ulaşmışlardır (Medeiros ve ark., 2020).

Çalışmamızda gecikmiş kas ağrısı oluşturulduktan egzersiz sonrası, 6. saat ölçümlerinde hamstringe tek seans kendi kendine foam roller uygulaması uygulayan ve uygulamayan deney ve kontrol gruplarında gruplar arasında diz fleksiyonu EHA ölçümlerinde istatistiksel anlamlı fark bulunamamıştır. Yine GKA protokolü egzersizi öncesi, sonrası, 6. saat diz ekstansiyon ölçümlerinde de kontrol ve deney grubu arasında istatistiksel anlamlı fark bulunamamıştır. Egzersiz sonrası **24. Saat diz ekstansiyon** ve **24. Saat diz fleksiyon** EHA ölçümlerinde ise; kontrol ve deney grubu arasında istatistiksel anlamlı fark bulunmuştur ($p<0,05$). Deney grubunun diz ekstansiyon ve diz fleksiyon değerlerinde kontrol grubuna göre artış gözlemlenmiştir. Bu sonuçlardan; çalışmamızda izokinetik cihazla deneysel oluşturduğumuz gecikmiş kas ağrısı sonrası kendi kendine uygulanan foam roller uygulaması egzersizden sonraki 24. saatte diz eklem hareket açıklığını arttırabilir sonucuna ulaştık. Çalışmamız literatür ile benzerlik göstermektedir (Cheatham ve ark. 2015; MacDonald ve ark., 2013; Sullivan ve ark., 2013). Çalışmamız egzersiz sonrası 24. saat ile sınırlıdır, daha uzun süreli yapılacak çalışmaların alana katkı sağlayacağı düşüncesindeyiz.

5.1.2.5. Basınç Ağrı Eşiği

Basınç ağrı eşiği kas hassasiyeti değerlendirmek için kullanılır ve ağrıya neden olur basınç minimum miktar olarak tanımlanır (Fischer, 1987).

Geçmiş çalışmalarda, deneysel oluşturulan GKA yı göstermek ve semptomları değerlendirmek adına kullanılan bir diğer parametre de basınç ağrı eşiğidir. Bu çalışmalarda, GKA protokolü sonrası basınç ağrı eşiğinin arttığı sonrasında azaldığı bildirilmektedir (Dannecker, Koltyn, Riley, ve Robinson, 2002; İmtiyaz ve ark., 2014; Loram, Mitchell ve Fuller 2005).

Chang ve arkadaşları (Chang ve ark., 2019) lazer akupunkturun gecikmiş kas ağrısı üzerine yaptıkları çalışmalarında; 40 sağlıklı sporcuda dirsek fleksörlerinde 24, 48, 72 ve 96. saatlerde, basınç ağrı eşiğini ölçmüşlerdir. Basınç ağrı eşiği değerlendirmesinde hassasiyetin protokol sonrası 48. saatte zirveye ulaştığını, daha sonra azalma eğilimi gösterdiğini belirtmişlerdir.

Loram ve arkadaşları (Loram ve ark., 2005) çeşitli ilaçların GKA üzerine etkisini inceledikleri çalışmalarını 10 erkek, 5 kadın sağlıklı sporcuyla gerçekleştirdiler. Deneysel gecikmiş kas ağrısı oluşturduktan sonra 24 ve 72. saatte basınç ağrı eşiğini ölçtüler. 24 saat sonra basınç ağrı eşiğinin azaldığı sonucunu gözlemlediler.

Çalışmamızda da benzer şekilde gecikmiş kas ağrısı protokolü egzersizden sonra deney grubunda grup içinde basınç ağrı eşiği anlamlı fark bulunmuştur (Tablo 4.33) Egzersizden sonra basınç ağrı eşiği değerleri azalmıştır (Tablo 4.32).

Literatür incelendiğinde; **gecikmiş kas ağrısında foam rollerın etkisini** inceleyen az sayılı çalışmada basınç ağrı eşiği değeri parametrelerinin kullanıldığını görmekteyiz (Pearcey ve ark., 2015; Romero-Moraleda ve ark., 2019).

Pearcey ve arkadaşları (2015), 8 erkek sporcu ile deneysel gecikmiş kas ağrısı oluşturdukları çalışmalarında; ön, arka, medial ve lateral uyluğa toplam 20 dak., 1 seans foam roller uyguladılar. Çalışmalarında, egzersiz sonrası basınç-ağrı eşiğinin azaldığını ve bunun kas hassasiyetinde artışa işaret ettiğini belirttiler. Kuadriseps basınç-ağrı eşiğinde büyük bir düşüşün egzersizden 24 ve 48 saat sonra meydana geldiğini, ancak egzersizden 72 saat sonra sadece küçük bir düşüş yaşandığını rapor ettiler. Sporcuların vücut ağırlığı ile oluşturulan basınç ile yapılan çalışmalarında basınç ağrı eşiğinde azalma gözlemlediler (Pearcey ve ark., 2015).

Romero ve arkadaşları (2019), kas hasarına neden olan egzersiz sonrası titreşimli ve titreşimsiz foam rollerın etkilerini inceledikleri çalışmalarında; otuz sekiz sağlıklı gönüllü (32 erkek, 6 kadın) eksantrik egzersiz sonrası basınç ağrı eşiği değerlerini tedaviden önce ve tedaviden sonra, egzersizden 48 saat sonra ölçtüler. Tedavi tekniği her iki bacakta 1'er dakika olmak üzere toplam 5 set olarak tekrarlandı, setler arasında 30 sn dinlenme ile

gerçekleştirilmiştir. Lateral vastus, rektus femoris ve medial vastus kaslarında basınç ağrı eşiğinde önemli gelişmeler gözlemlenmiştir (Romero-Moraleda ve ark., 2019).

Çalışmamızda ise; foam rollerin gecikmiş kas ağrısındaki etkisinde basınç ağrı eşiği değerlerinde; deney ve kontrol grupları arasında istatistiksel anlamlı farklılık bulunamamıştır (Tablo 4.36). Bu sonuçlardan; çalışmamızda izokinetik cihazla deneysel oluşturduğumuz gecikmiş kas ağrısı sonrası kendi kendine uygulanan foam roller uygulaması egzersizden sonraki 24. saatte basınç ağrı eşiği değerlerine etkisi yoktur sonucuna ulaştık. Çalışmamız egzersiz sonrası 24. saat ile sınırlıdır. Yukarıda bahsedilen literatüre bakıldığında gecikmiş kas ağrısında foam rollerin etkisini basınç ağrı eşiği ile değerlendiren az sayıda çalışmanın 48. veya 72. saatleri de kapsadığını görmekteyiz. Yapılacak olan uzun süreli yeni çalışmalar literatüre katkıda bulunacaktır düşüncesindeyiz. Örneklem grubumuzu sporcuların oluşturması, literatürdeki bu konudaki çalışma sayısının az oluşu; çalışmamızın özgün yönünü ortaya koymakta ve bu parametrenin daha çok araştırılmaya gerekli olduğunu düşündürmektedir.

5.1.2.6. Görsel Analog Skalası

Kas ağrısını anlamamızı etkileyen faktörlerden biri, doğası gereği öznel olduğu için ağrıyı değerlendirme ve özellikle ağrı düzeyini ölçme zorluğudur. Görsel analog skalalar (GAS) kas-iskelet sistemi ağrılarını ölçmek için yaygın olarak kullanılmaktadır (Lau, Blazeovich, Newton, Wu ve Nosaka, 2015).

Geçmiş çalışmalarda; deneysel olarak eksantrik egzersiz sonrası oluşturulan gecikmiş kas ağrısı ile ortaya çıkan ağrı şiddetinin arttığı bildirilmektedir (Armstrong, 1984; Craig ve ark., 1999; Kanda ve ark., 2013).

Benzer şekilde çalışmamızda da her iki grupta grup içi GAS kullanılarak değerlendirilen ağrı şiddetinde egzersiz sonrası artış gözlemlendi (Tablo 4.37). Yapılan bazı çalışmalarda kas ağrısının egzersizden birkaç saat sonra ortaya çıktığı, 24-48 saat sonra tepe noktasına ulaştığı ve ağrının şiddetinin yapılan egzersizin tipine göre değiştiği söylenmektedir (Alan E Donnelly ve ark., 1992; Sellwood ve ark., 2007).

Geçmiş çalışmalar deneysel olarak oluşturulan gecikmiş kas ağrısında algılanan ağrı seviyesinin arttığını bildirmişlerdir (Cleary ve ark., 2002; Craig ve ark., 1996; Lu ve ark., 2019; Warren ve ark., 1999). Çalışmamızın sonuçları da bunu destekler niteliktedir. Çalışmamızda gecikmiş kas ağrısı egzersizi sonrası algılanan ağrı düzeyleri kontrol ve deney grubunda artmıştır.

Bazı çalışmalar; kas ağrısının egzersizden birkaç saat sonra meydana gelebildiğini, 24-48 saat sonra zirveye ulaştığı ve egzersizin şiddeti, süresi, yoğunluğuna göre farklılık gösterdiğini belirtmişlerdir (Li ve ark., 2020; Sellwood ve ark., 2007; Sözlü, 2020). Proske ve arkadaşları, eksantrik egzersiz sonrası kas ağrısının ilk 24 saatte en yüksek seviyede olduğunu

belirtmektedir (Proske ve Morgan, 2001). Clarkson ve arkadaşları; eksantrik egzersizden sonra kas ağrısının 24 saatte ortaya çıktığını, 48. saatte zirve düzeye ulaştığını bildirmiştir (Rinard ve ark., 2000). Bu bilgilerden yola çıkılarak, literatürde gecikmiş kas ağrısında ağrı seviyesinin ne zaman zirveye ulaştığı tartışmalıdır diyebiliriz.

Çalışmamızda da benzer şekilde gecikmiş kas ağrısı protokolü egzersizinden GAS değerleri artmıştır (Tablo 4.37). Gecikmiş kas ağrısı sonrası; son ölçüm olan 24. saat ölçüme kadar GAS değerleri ilk ölçüme göre her iki grupta artış göstermiştir. Çalışmamızda en yüksek GAS değeri egzersiz sonrası görülmüştür (Tablo 4.37). Çalışmamızın sporcularda yapılması, bu çalışmalardan farklı yaş gruplarından yapılması, görsel ağrı skalasının sözel yolla ifade edilen subjektif bir skala oluşu, bulgularımızın yukarıda bahsedilen çalışmalardaki bulgulardan farklı sonuçlar çıkmasına sebep olduğunu düşünmekteyiz.

Literatür incelendiğinde; **gecikmiş kas ağrısında foam rollerin etkisini** inceleyen bazı çalışmalarda görsel ağrı skalasının kullanıldığını görmekteyiz. (Adamczyk ve ark., 2020; Romero-Moraleda ve ark., 2019).

Romero ve arkadaşları (2019), kas hasarına neden olan egzersiz sonrası titreşimli ve titreşimsiz foam rollerin etkilerini inceledikleri çalışmalarında; 38 sağlıklı gönüllü (32 erkek, 6 kadın) eksantrik egzersiz sonrası GAS ile tedaviden önce ve tedaviden sonra, egzersizden 48 saat sonra ağrı değerlerini ölçmüşlerdir. Tedavi tekniği her iki bacakta 1'er dakika olmak üzere toplam 5 set olarak tekrarlanıp, setler arasında 30 sn dinlenme ile gerçekleştirilmiştir. Titreşimli foam roller uygulanan grubunun ağrı algısında diğer gruba göre daha çok azalma olduğunu gözlemlemişlerdir (Romero-Moraleda ve ark., 2019).

Adamczyk ve arkadaşları (2020) farklı foam roller tiplerinin gecikmiş kas ağrısına etkisini inceledikleri çalışmalarında; 33 erkek sporcu 11 kişiden oluşan 3 gruba ayırmışlardır. Ağrı seviyeleri, egzersizden 24, 48, 72 ve 96 saat sonra Görsel Analog Skala (GAS) kullanılarak değerlendirilmiştir. Egzersiz sonrası derecelendirilen ağrı şikayetlerinin egzersiz sonrası 24 ila 48 saat arasında zirve yapması beklenir, ancak foam rollerin ağrı hissi üzerindeki olumlu etkisi, sadece 96 saat sonra ortaya çıkmıştır görüşünü belirtmişlerdir (Adamczyk ve ark., 2020).

Vaidya ve arkadaşları (2021) ise; yaptıkları çalışmalarında gecikmiş kas ağrısında foam roller ve nörodinamik terapi tedavisini karşılaştırmışlardır. Çalışmaya 60 sağlıklı birey katılmıştır. GAS değerleri egzersizden sonraki 24 ve 48. saatlerde ölçülmüştür. Foam rollerin Görsel Ağrı Skalasında ağrı değerini azaltma etkisinin nörodinamik terapiye göre daha çok olduğu sonucuna ulaşmışlardır (Vaidya ve ark., 2021).

Algılanan ağrıyı değerlendiren farklı bir skala olan Borg skalasını kullanan yakın zamanlı bir çalışmada; foam rollerin gecikmiş kas ağrısında önemli bir etkisi olmadığı sonucu bulunmuştur (Scudamore ve ark., 2021).

Çalışmamızda ise; foam rollerin gecikmiş kas ağrısında Görsel Ağrı Skalasında ağrı değerlerindeki etkisinde; deney ve kontrol grupları arasında istatistiksel anlamlı farklılık bulunamamıştır (Tablo 4.42). Literatür incelendiğinde çalışmamız yakın zamanlı yapılan bir çalışmayla da paralellik göstermektedir (Adamczyk ve ark., 2020). Çalışmamız egzersiz sonrası 24. saat ile sınırlıdır. Yukarıda belirtilen mevcut literatür egzersizden sonraki 48., 72. ve 96. saatleri kapsamaktadır. Literatürle uyumlu bir şekilde GKA da; foam roller ile kendi kendine uygulanan miyofasyal gevşetme yönteminin GAS düzeyinde egzersizden sonraki 24. saate kadar etkisi olmadığı sonucuna vardık. Literatüre bakıldığında gecikmiş kas ağrısında foam rollerin etkisini GAS ile değerlendiren az çalışma olduğunu görmekteyiz. Örneklem grubumuzu sporcuların oluşturması, literatürdeki bu konudaki çalışma sayısının az oluşu daha çok araştırılmaya gerekli olduğu sonucuna varmamıza sebep olmaktadır.

5.2. Sonuç ve Öneriler

İzokinetik cihazla GKA oluşturma egzersiz protokolü sonrasında gelişen semptomların düzeltililebilmesi için foam roller ile kendi kendine uygulanan myofasyal gevşetme tekniğinin etkileri incelenmiştir. 21 erkek futbol sporcusu randomize deney (n:12) ve kontrol grubuna (n:9) ayrılmıştır. Sporcuların CK, LDH, NEU, diz fleksiyon, diz ekstansiyon GAS ve basınç ağrı eşiği karşılaştırılmıştır. Egzersiz öncesi, sonrası, 6. ve 24. saat ölçüm değerleri karşılaştırılmıştır. Futbol sporcularında izokinetik cihazla oluşturulan gecikmiş kas ağrısı sonrasında foam roller ile kendi kendine uygulanan myofasyal gevşetme tekniğinin etkinliğini araştırmak amacıyla tasarlanan çalışmamızdan aşağıdaki bulgular elde edilmiştir.

1. Her iki gruptaki bireylerin yaş, boy uzunluğu, vücut ağırlığı, VKİ açısından benzer özelliklere sahip olduğu görülmüştür.
2. İzokinetik cihazla oluşturulan deneysel gecikmiş kas ağrısı sonrası sporcularda serum CK değerleri artmıştır.
3. İzokinetik cihazla oluşturulan deneysel gecikmiş kas ağrısı sonrası tüm gruplarda LDH en yüksek egzersizden hemen sonraki ölçümde görülmüş ve 24. saatte egzersiz öncesine dönmüştür.
4. İzokinetik cihazla oluşturulan deneysel gecikmiş kas ağrısı sonrası sporcularda NEU değeri seviyesi artmıştır.
5. İzokinetik cihazla oluşturulan deneysel gecikmiş kas ağrısı sonrası sporcularda basınç ağrı eşiği seviyesi düşmüş, palpasyonla ağrı artmıştır.
6. İzokinetik cihazla oluşturulan deneysel gecikmiş kas ağrısı sonrası sporcularda görsel ağrı skalası değerleri artmıştır.
7. İzokinetik cihazla oluşturulan deneysel gecikmiş kas ağrısı sonrası sporcularda diz fleksiyonu eklem hareket açıklıklarında azalma görülmüştür.

8. İzokinetik cihazla oluşturulan deneysel gecikmiş kas ağrısı sonrası sporcularda diz ekstansiyonu eklem hareket açıklıklarında azalma görülmüştür.

9. Futbol sporcularında gecikmiş kas ağrısı oluşturmak için uygulanan egzersiz öncesi, egzersiz sonrası, foam roller (FR) uygulaması sonrası 6. saat (egzersizden sonraki) ve 24. saat foam roller uygulamasının kreatin kinaz (CK) düzeyine etkisi olmamıştır.

10. Futbol sporcularında gecikmiş kas ağrısı oluşturmak için uygulanan egzersiz öncesi, egzersiz sonrası, foam roller uygulaması sonrası 6. saat (egzersizden sonraki) ve 24. saat laktat dehidrogenaz (LDH) ölçümlerinde; 24. saat ölçümünde foam roller uygulaması LDH düzeyini deney grubunda kontrol grubuna göre azaltmıştır.

11. Futbol sporcularında gecikmiş kas ağrısı oluşturmak için uygulanan egzersiz öncesi, egzersiz sonrası, foam roller uygulaması sonrası 6. saat (egzersizden sonraki) ve 24. saat foam roller uygulamasının nötrofil (NEU) düzeyine etkisi olmamıştır.

12. Futbol sporcularında gecikmiş kas ağrısı oluşturmak için uygulanan egzersiz öncesi, egzersiz sonrası, foam roller uygulaması sonrası 6. saat (egzersizden sonraki) ve 24. saat eklem hareket açıklığı (EHA) düzeylerinde; foam roller uygulamasının diz EHA değerlerinin artışında 24. saatte etkinliği olabilir sonucunu söyleyebiliriz.

13. Futbol sporcularında gecikmiş kas ağrısı oluşturmak için uygulanan egzersiz öncesi, egzersiz sonrası, foam roller uygulaması sonrası 6. saat (egzersizden sonraki) ve 24. saat foam roller uygulamasının basınç ağrı eşiği düzeyine etkisi olmamıştır.

14. Futbol sporcularında gecikmiş kas ağrısı oluşturmak için uygulanan egzersiz öncesi, egzersiz sonrası, foam roller uygulaması sonrası 6. saat (egzersizden sonraki) ve 24. Saat foam roller uygulamasının görsel ağrı skalası (GAS) düzeyine etkisi olmamıştır.

Yoğun eksantrik egzersiz antrenmanlarından sonra GKA semptomlarının giderilebilmesi ve azaltılması için sporcuların fizyoterapi tedavilerinin arasında foam roller ile kendi kendine uygulanan myofasyal gevşetme tekniğine yer verilebilebileceği düşünülmüştür. Çalışmamızla foam rollerin, gereksiz fizyoterapi harcamalarının önüne geçerek iş gücü ve ekonomik kayıpların minime indirgenmesi için foam rollerin kullanımının pratikliği ile sporcuların sportif yaşamına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Öneriler;

Gelecek çalışmalarda;

* Yapılacak çalışmanın eksantrik egzersiz sonrası 48.,72. ve 96. saatleri de kapsamı tavsiye edilebilir.

* GKA da foam roller kullanımının farklı kas gruplarına etkileri araştırılabilir.

* Kendi kendine uygulanan foam roller ile miyofasyal gevşetme yönteminin GKA dan önceki koruyucu özellikleri araştırılabilir.

* Kendi kendine uygulanan foam roller (SFR) ile bir foam roller (FR) masajının GKA da etkileri karşılaştırılabilir.

* Kendi kendine uygulanan foam rollerın farklı kas gruplarında GKA da CK, LDH, nötrofil düzeyinde etkileri incelenebilir.

* Kendi kendine uygulanan foam rollerın GKA da miyoglobin, aspartat aminotransferaz (AST) ve alanin aminotransferaz ve inflamasyon (interlökin-6 (IL-6), interlökin-10, interlökin-1 beta, tümör nekroz faktör-alfa ve C reaktif protein) düzeyinde etkileri incelenebilir.

* Kendi kendine uygulanan foam roller (SFR) en etkin tedavi süresi ve kullanımını inceleyen çalışmalar yapılabilir.

*Kendi kendine uygulanan foam roller tiplerinin GKA üzerindeki etkileri araştırılabilir.



KAYNAKLAR

- [1].Adamczyk, J. G., Gryko, K., ve Boguszewski, D. (2020). Does the type of foam roller influence the recovery rate, thermal response and DOMS prevention? *Plos One*, 15(6). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0235195>
- [2].Afonso, J., Clemente, F. M., Nakamura, F. Y., Morouço, P., Sarmento, H., Inman, R. A., & Ramirez-Campillo, R. (2021). The Effectiveness of Post-exercise Stretching in Short-Term and Delayed Recovery of Strength, Range of Motion and Delayed Onset Muscle Soreness: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Frontiers in physiology*, 12, 677581. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.677581>
- [3].Alan Wu. (2006). *Tietz Clinical Guide to Laboratory Tests*. Philadelphia: W.B. Saunders Company Publisher.
- [4].Aminian-Far, A., Hadian, M.-R., Olyaei, G., Talebian, S., ve Bakhtiary, A. H. (2011). Whole-body vibration and the prevention and treatment of delayed-onset muscle soreness. *Journal of Athletic Training*, 46(1), 43–49. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-46.1.43>
- [5].Antonaci, F., Sand, T., ve Lucas, G. A. (1998). Pressure algometry in healthy subjects: inter-examiner variability. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, 30(1), 3–8. <https://doi.org/10.1080/003655098444255>
- [6].Armstrong, R. B. (1984). Mechanisms of exercise-induced delayed onset muscular soreness: a brief review. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 16(6), 529–538.
- [7].Ascensão, A., Rebelo, A., Oliveira, E., Marques, F., Pereira, L., ve Magalhães, J. (2008). Biochemical impact of a soccer match- analysis of oxidative stress and muscle damage markers throughout recovery. *Clinical Biochemistry*, 41(10–11), 841–851. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiochem.2008.04.008>
- [8].Aytar, A. (2006). *Gecikmiş kas ağrısında kesikli ultrason tedavisinin etkililiği* (Yayımlanmamış doktora tezi), Başkent Üniversitesi, Ankara. Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>. Tez No: 192325.
- [9].Bakhtiary, A. H., Safavi-Farokhi, Z., Aminian-Far, A. (2007). Influence of vibration on delayed onset of muscle soreness following eccentric exercise. *British Journal of Sports Medicine*, 41(3), 145–148. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2006.031278>
- [10].Barlas, P., Robinson, J., Allen, J., ve Baxter, G. D. (2000). Lack of effect of acupuncture upon signs and symptoms of delayed onset muscle soreness. *Clinical Physiology*, 20(6), 449–456. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2281.2000.00280.x>
- [11].Barnett, A. (2006). Using recovery modalities between training sessions in elite athletes: does it help? *Sports Medicine* (Auckland, N.Z.), 36(9), 781–796. <https://doi.org/10.2165/00007256-200636090-00005>
- [12].Baroni, B. M., Leal Junior, E. C. P., De Marchi, T., Lopes, A. L., Salvador, M., ve Vaz, M. A. (2010). Low level laser therapy before eccentric exercise reduces muscle damage markers in humans. *European Journal of Applied Physiology*, 110(4), 789–796. <https://doi.org/10.1007/s00421-010-1562-z>
- [13].Beardsley, C., ve Škarabot, J. (2015). Effects of self-myofascial release: A systematic review. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 19(4), 747–758. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2015.08.007>
- [14].Beimborn, B. (2019). *The Effects Of Foam Rolling On Exercise-Induced Muscle Damage* (Master Thesis, California State University, Long Beach). Web address: <https://www.proquest.com/openview/0914fcd7558891de286d18de00d9c1ff/1?pq-origsite=gscholar&ve=cbl=18750&ve=diss=y>
- [15].Best, T. M., Hunter, R., Wilcox, A., ve Haq, F. (2008). Effectiveness of sports massage for recovery of skeletal muscle from strenuous exercise. *Clinical Journal of Sport Medicine: Official Journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*, 18(5), 446–460. <https://doi.org/10.1097/JSM.0b013e31818837a1>
- [16].Bieuzen, F., Bleakley, C. M., ve Costello, J. T. (2013). Contrast water therapy and exercise induced muscle damage: a systematic review and meta-analysis. *PloS One*, 8(4), e62356. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0062356>

- [17].Bijur, P. E., Silver, W., ve Gallagher, E. J. (2001). Reliability of the visual analog scale for measurement of acute pain. *Academic Emergency Medicine: Official Journal of the Society for Academic Emergency Medicine*, 8(12), 1153–1157. <https://doi.org/10.1111/j.1553-2712.2001.tb01132.x>
- [18].Bisset, L. M., Evans, K., ve Tuttle, N. (2015). Reliability of 2 protocols for assessing pressure pain threshold in healthy young adults. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, 38(4), 282–287. <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2015.03.001>
- [19].Bottas, R., Linnamo, V., Nicol, C., ve Komi, P. V. (2005). Repeated maximal eccentric actions causes long-lasting disturbances in movement control. *European Journal of Applied Physiology*, 94(1–2), 62–69. <https://doi.org/10.1007/s00421-004-1253-8>
- [20].Brancaccio, P., Lippi, G., ve Maffulli, N. (2010). Biochemical markers of muscular damage. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*, 48(6), 757–767. <https://doi.org/10.1515/CCLM.2010.179>
- [21].Broadbent, S., Rousseau, J. J., Thorp, R. M., Choate, S. L., Jackson, F. S., ve Rowlands, D. S. (2010). Vibration therapy reduces plasma IL6 and muscle soreness after downhill running. *British Journal of Sports Medicine*, 44(12), 888–894. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2008.052100>
- [22].Byrnes WC, Clarkson PM, White JS, Hsieh SS, Frykman PN, Maughan RJ. Delayed onset muscle soreness following repeated bouts of downhill running. *J Appl Physiol* (1985). 1985 Sep;59(3):710-5. doi: 10.1152/jappl.1985.59.3.710. PMID: 4055561.
- [23].Camacho, M. A., Herrera, E., Barela, J. A., ve Delgado-Diaz, D. C. (2020). Kinesiotaping Diminishes Delayed Muscle Soreness but does not Improve Muscular Performance. *International Journal of Sports Medicine*, 41(9), 596–602. <https://doi.org/10.1055/a-1088-5223>
- [24].Casanova, N., Reis, J. F., Vaz, J. R., Machado, R., Mendes, B., Button, D. C., Pezarat-Correia, P., ve Freitas, S. R. (2018). Effects of roller massager on muscle recovery after exercise-induced muscle damage. *Journal of Sports Sciences*, 36(1), 56–63. <https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1280609>
- [25].Chang, W. D., Wu, J. H., Chang, N. J., Lee, C. L., & Chen, S. (2019). Effects of Laser Acupuncture on Delayed Onset Muscle Soreness of the Biceps Brachii Muscle: A Randomized Controlled Trial. *Evidence-based complementary and alternative medicine*, 6568976. <https://doi.org/10.1155/2019/6568976>
- [26].Chapman, D. W., Newton, M., McGuigan, M., ve Nosaka, K. (2008). Effect of lengthening contraction velocity on muscle damage of the elbow flexors. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 40(5), 926–933. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318168c82d>
- [27].Chatzinikolaou, A., Fatouros, I. G., Gourgoulis, V., Avloniti, A., Jamurtas, A. Z., Nikolaidis, M. G., Douroudos, I., Michailidis, Y., Beneka, A., Malliou, P., Tofas, T., Georgiadis, I., Mandalidis, D., ve Taxildaris, K. (2010). Time course of changes in performance and inflammatory responses after acute plyometric exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(5), 1389–1398. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181d1d318>
- [28].Cheatham, S. W., Kolber, M. J., Cain, M., ve 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. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 10(6), 827–838.
- [29].Cheatham, S. W., Lee, M., Cain, M., ve Baker, R. (2016). The efficacy of instrument assisted soft tissue mobilization: a systematiernc review. *The Journal of the Canadian Chiropractic Association*, 60(3), 200–211.
- [30].Cheung, K., Hume, P., ve Maxwell, L. (2003a). Delayed onset muscle soreness: treatment strategies and performance factors. *Sports Medicine* (Auckland, N.Z.), 33(2), 145–164. <https://doi.org/10.2165/00007256-200333020-00005>
- [31].Cheung, K., Hume, P., ve Maxwell, L. (2003b). Delayed Onset Muscle Soreness. *Sports Medicine*, 33. <https://doi.org/10.2165/00007256-200333020-00005>
- [32].Choinière, M., Dion, D., Peng, P., Banner, R., Barton, P. M., Boulanger, A., Clark, A. J., Gordon, A. S., Guerriere, D. N., ve Guertin, M.-C. (2010). The Canadian Stop-Pain Project–Part 1: Who are the patients on the waitlists of multidisciplinary pain treatment facilities? *Canadian Journal of Anesthesia*, 57(6), 539–548.

- [33].Clarice, R., Lanferdini, F., Kolberg, C., Silva, M., Vaz, M., Partata, W., ve Zaro, M. (2012). Interferential therapy effect on mechanical pain threshold and isometric torque after delayed onset muscle soreness induction in human hamstrings. *Journal of Sports Sciences*, 30, 733–742. <https://doi.org/10.1080/02640414.2012.672025>
- [34].Clarkson, P. M., ve Hubal, M. J. (2002). Exercise-induced muscle damage in humans. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 81(11 Suppl), S52-69. <https://doi.org/10.1097/00002060-200211001-00007>
- [35].Cleak, M. J., ve Eston, R. G. (1992). Delayed onset muscle soreness: mechanisms and management. *Journal of Sports Sciences*, 10(4), 325–341. <https://doi.org/10.1080/02640419208729932>
- [36].Cleary, M. A., Kimura, I. F., Sitler, M. R., Kendrick, Z. V. (2002). Temporal Pattern of the Repeated Bout Effect of Eccentric Exercise on Delayed-Onset Muscle Soreness. *Journal of Athletic Training*, 37(1), 32–36.
- [37].Cochrane, D. J. (2017). Effectiveness of using wearable vibration therapy to alleviate muscle soreness. *European Journal of Applied Physiology*, 117(3), 501–509. <https://doi.org/10.1007/s00421-017-3551-y>
- [38].Cockburn, E., Hayes, P. R., French, D. N., Stevenson, E., & St Clair Gibson, A. (2008). Acute milk-based protein-CHO supplementation attenuates exercise-induced muscle damage. Applied physiology, nutrition, and metabolism. *Physiologie appliquee, nutrition et metabolisme*, 33(4), 775–783. <https://doi.org/10.1139/H08-057>
- [39].Connolly, D. A. J., Sayers, S. P., McHugh, M. P. (2003). Treatment and prevention of delayed onset muscle soreness. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(1), 197–208. [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(2003\)017<0197:tapodo>2.0.co;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(2003)017<0197:tapodo>2.0.co;2)
- [40].Craig, J. A., Barron, J., Walsh, D. M., ve Baxter, G. D. (1999). Lack of effect of combined low intensity laser therapy/phototherapy (CLILT) on delayed onset muscle soreness in humans. *Lasers in Surgery and Medicine*, 24(3), 223–230. [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1096-9101\(1999\)24:3<223::aid-lsm7>3.0.co;2-y](https://doi.org/10.1002/(sici)1096-9101(1999)24:3<223::aid-lsm7>3.0.co;2-y)
- [41].Craig, J. A., Cunningham, M. B., Walsh, D. M., Baxter, G. D., ve Allen, J. M. (1996). Lack of effect of transcutaneous electrical nerve stimulation upon experimentally induced delayed onset muscle soreness in humans. *Pain*, 67(2–3), 285–289. [https://doi.org/10.1016/0304-3959\(96\)03124-7](https://doi.org/10.1016/0304-3959(96)03124-7)
- [42].Dabbs, N. C., Black, C. D., ve Garner, J. (2015). Whole-Body Vibration While Squatting and Delayed-Onset Muscle Soreness in Women. *Journal of Athletic Training*, 50(12), 1233–1239. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-51.1.02>
- [43].D’Amico, A. P., ve Gillis, J. (2019). Influence of Foam Rolling on Recovery From Exercise-Induced Muscle Damage. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 33(9), 2443–2452. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002240>
- [44].Dannecker, E. A., Koltyn, K. F., Riley, J. L., ve Robinson, M. E. (2002). The influence of endurance exercise on delayed onset muscle soreness. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 42(4), 458–465.
- [45].Dannecker, E. A., Koltyn, K. F., Riley, J. L., ve Robinson, M. E. (2003). Sex differences in delayed onset muscle soreness. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 43(1), 78–84.
- [46].Dawson, L. G., Dawson, K. A., ve Tiidus, P. M. (2004). Evaluating the influence of massage on leg strength, swelling, and pain following a half-marathon. *Journal of Sports Science and Medicine*, 3(YISI 1), 37–43. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24778552>
- [47].De Azevedo Franke, R., Rodrigues, R., Geremia, J. M., Teixeira, B. C., Boeno, F., Rabello, R., Baroni, B. M., ve Lima, C. S. (2021). Moderate intensity cycling is better than running on recovery of eccentric exercise-induced muscle damage. *Physical Therapy in Sport Official Journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine*, 50, 65–73. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2021.04.004>
- [48].De Marchi, T., Schmitt, V. M., Danúbia da Silva Fabro, C., da Silva, L. L., Sene, J., Tairova, O., Salvador, M. (2017). Phototherapy for Improvement of Performance and Exercise Recovery:

- Comparison of 3 Commercially Available Devices. *Journal of Athletic Training*, 52(5), 429–438. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-52.2.09>
- [49].Deas, D. E., Mackey, S. A., ve McDonnell, H. T. (2003). Systemic disease and periodontitis: manifestations of neutrophil dysfunction. *Periodontology* 2000, 32, 82–104. <https://doi.org/10.1046/j.0906-6713.2003.03207.x>
- [50].Depino, G. M., Webright, W. G., ve Arnold, B. L. (2000). Duration of maintained hamstring flexibility after cessation of an acute static stretching protocol. *Journal of Athletic Training*, 35(1), 56–59.
- [51].Donnelly A. E., Maughan, R. J., Whiting, P. H. (1990). Effects of ibuprofen on exercise-induced muscle soreness and indices of muscle damage. *British Journal of Sports Medicine*, 24(3), 191–195. <https://doi.org/10.1136/bjsm.24.3.191>
- [52].Donnelly A. E., Clarkson, P. M., Maughan, R. J. (1992). Exercise-induced muscle damage: effects of light exercise on damaged muscle. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 64(4), 350–353. <https://doi.org/10.1007/BF00636223>
- [53].Dupuy, O., Douzi, W., Theurot, D., Bosquet, L., Dugué, B. (2018). An Evidence-Based Approach for Choosing Post-exercise Recovery Techniques to Reduce Markers of Muscle Damage, Soreness, Fatigue, and Inflammation: A Systematic Review With Meta-Analysis. *Frontiers in Physiology*, 9, 403. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00403>
- [54].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. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.1977.sp012072>
- [55].Ernst, E. (1998). Does post-exercise massage treatment reduce delayed onset muscle soreness? A systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 32(3), 212–214. <https://doi.org/10.1136/bjsm.32.3.212>
- [56].Fischer, A. A. (1987). Pressure algometry over normal muscles. Standard values, validity and reproducibility of pressure threshold. *Pain*, 30(1), 115–126. [https://doi.org/10.1016/0304-3959\(87\)90089-3](https://doi.org/10.1016/0304-3959(87)90089-3)
- [57].Fleckenstein, J., Friton, M., Himmelreich, H., Banzer, W. (2017). Effect of a Single Administration of Focused Extracorporeal Shock Wave in the Relief of Delayed-Onset Muscle Soreness: Results of a Partially Blinded Randomized Controlled Trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 98(5), 923–930. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2016.11.013>
- [58].Freiwald, J., Baumgart, C., Kühnemann, M., Hoppe, M. (2016). Foam-Rolling in sport and therapy – Potential benefits and risks: Part 1 – Definitions, anatomy, physiology, and biomechanics. *Sports Orthopaedics and Traumatology*, 32, 258–266. <https://doi.org/10.1016/j.orthtr.2016.07.001>
- [59].Fridén, J., Sjöström, M., Ekblom, B. (1983). Myofibrillar damage following intense eccentric exercise in man. *International Journal of Sports Medicine*, 4(3), 170–176. <https://doi.org/10.1055/s-2008-1026030>
- [60].Fuller, J. T., Thomson, R. L., Howe, P. R. C., Buckley, J. D. (2015). Vibration Therapy Is No More Effective Than the Standard Practice of Massage and Stretching for Promoting Recovery From Muscle Damage After Eccentric Exercise. *Clinical Journal of Sport Medicine: Official Journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*, 25(4), 332–337. <https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000149>
- [61].Goodall, S., Howatson, G. (2008). The effects of multiple cold water immersions on indices of muscle damage. *Journal of Sports Science ve Medicine*, 7(2), 235–241.
- [62].Gulick, D. T., Kimura, I. F., Sitler, M., Paolone, A., Kelly, J. D. (1996). Various treatment techniques on signs and symptoms of delayed onset muscle soreness. *Journal of Athletic Training*, 31(2), 145–152.
- [63].Guo, J., Li, L., Gong, Y., Zhu, R., Xu, J., Zou, J., Chen, X. (2017). Massage Alleviates Delayed Onset Muscle Soreness after Strenuous Exercise: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in Physiology*, 8, 747. <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00747>
- [64].Han, J.-H., Kim, M.-J., Yang, H.-J., Lee, Y.-J., Sung, Y.-H. (2014). Effects of therapeutic massage on gait and pain after delayed onset muscle soreness. *Journal of exercise rehabilitation* (Vol. 10, Issue 2, pp. 136–140). <https://doi.org/10.12965/jer.140106>

- [65].Hazar, Z. (2015). *Gecikmiş kas ağrısında kinezyo bantlamanın etkileri* (Yayımlanmamış doktora tezi), Gazi Üniversitesi, Ankara. Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>. Tez No: 399276.
- [66].Heiss, R., Lutter, C., Freiwald, J., Hoppe, M. W., Grim, C., Poettgen, K., Forst, R., Bloch, W., Hüttel, M., ve Hotfiel, T. (2019). Advances in Delayed-Onset Muscle Soreness (DOMS)- Part II: Treatment and Prevention. *Traumatologische Sportmedizin*, 33(1), 21–29. <https://doi.org/10.1055/a-0810-3516>
- [67].Heled, Y., Bloom, M. S., Wu, T. J., Stephens, Q., Deuster, P. A. (2007). CK-MM and ACE genotypes and physiological prediction of the creatine kinase response to exercise. *Journal of Applied Physiology*, 103(2), 504–510. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00081.2007>
- [68].Hemmings, B., Smith, M., Graydon, J., Dyson, R. (2000). Effects of massage on physiological restoration, perceived recovery, and repeated sports performance. *British Journal of Sports Medicine*, 34(2), 109–114; discussion 115. <https://doi.org/10.1136/bjsm.34.2.109>
- [69].Hicks, K. M., Onambélé, G. L., Winwood, K., Morse, C. I. (2016). Muscle Damage following Maximal Eccentric Knee Extensions in Males and Females. *PloS One*, 11(3), e0150848. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0150848>
- [70].High, D. M., Howley, E. T., Franks, B. D. (1989). The effects of static stretching and warm-up on prevention of delayed-onset muscle soreness. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 60(4), 357–361. <https://doi.org/10.1080/02701367.1989.10607463>
- [71].Hilbert, J. E., Sforzo, G. A., Swensen, T. (2003). The effects of massage on delayed onset muscle soreness. *British Journal of Sports Medicine*, 37(1), 72–75. <https://doi.org/10.1136/bjsm.37.1.72>
- [72].Hody, S., Croisier, J.-L., Bury, T., Rogister, B., Leprince, P. (2019). Eccentric Muscle Contractions: Risks and Benefits. *Frontiers in Physiology*, 10, 536. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00536>
- [73].Hoffman, M. D., Badoski, N., Chin, J., Stuempfle, K. J. (2016). A Randomized Controlled Trial of Massage and Pneumatic Compression for Ultramarathon Recovery. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 46(5), 320–326. <https://doi.org/10.2519/jospt.2016.6455>
- [74].Hotfiel, T., Freiwald, J., Hoppe, M. W., Lutter, C., Forst, R., Grim, C., Bloch, W., Hüttel, M., ve Heiss, R. (2018). Advances in Delayed-Onset Muscle Soreness (DOMS): Part I: Pathogenesis and Diagnostics. *Sportmedizin*, 32(4), 243–250. <https://doi.org/10.1055/a-0753-1884>
- [75].Hough, T. (1900). Ergographic Studies In Muscular Fatigue And Soreness. *Journal. Boston Society of Medical Sciences*, 5(3), 81–92.
- [76].Howatson, G., Van Someren, K. A. (2008). The prevention and treatment of exercise-induced muscle damage. *Sports Medicine* (Auckland, N.Z.), 38(6), 483–503. <https://doi.org/10.2165/00007256-200838060-00004>
- [77].Huang, C., Wang, Z., Xu, X., Hu, S., Zhu, R., & Chen, X. (2020). Does Acupuncture Benefit Delayed-Onset Muscle Soreness After Strenuous Exercise? A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in physiology*, 11, 666. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00666>
- [78].Hübscher, M., Vogt, L., Bernhörster, M., Rosenhagen, A., Banzer, W. (2008). Effects of acupuncture on symptoms and muscle function in delayed-onset muscle soreness. *Journal of Alternative and Complementary Medicine (New York, N.Y.)*, 14(8), 1011–1016. <https://doi.org/10.1089/acm.2008.0173>
- [79].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*. 8(1), 133–136. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2014/7294.3971>
- [80].Iodice, P., Ripari, P., Pezzulo, G. (2019). Local high-frequency vibration therapy following eccentric exercises reduces muscle soreness perception and posture alterations in elite athletes. *European Journal of Applied Physiology*, 119(2), 539–549. <https://doi.org/10.1007/s00421-018-4026-5>
- [81].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.

- [82].Kaba, H. (2020). *Gecikmiş kas ağrısında iki farklı tedavi yönteminin karşılaştırılması: Kesikli magnetik alan tedavisi ve düşük seviyeli lazer terapi* (Yayımlanmamış doktora tezi), Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir. Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>. Tez No: 629436.
- [83].Kafry, D., Pines, A. (1980). The experience of tedium in life and work. *Human Relations*, 33(7), 477–503.
- [84].Kakihata, C., Malanotte, J., Higa, J., Errero, T., Balbo, S., Bertolini, G. (2015). Influence of low-level laser therapy on vertical jump in sedentary individuals. *Einstein*, 13, 41–46. <https://doi.org/10.1590/S1679-45082015A03243>
- [85].Kalichman, L., Vered, E., Volchek, L. (2010). Relieving symptoms of meralgia paresthetica using Kinesio taping: a pilot study. *Physical Medicine and Rehabilitation*, 91(7), 1137–1139. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2010.03.013>
- [86].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.
- [87].Kargarfard, M., Lam, E. T. C., Shariat, A., Shaw, I., Shaw, B. S., Tamrin, S. B. M. (2016). Efficacy of massage on muscle soreness, perceived recovery, physiological restoration and physical performance in male bodybuilders. *Journal of Sports Sciences*, 34(10), 959–965. <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1081264>
- [88].Kawamura, T., Suzuki, K., Takahashi, M., Tomari, M., Hara, R., Gando, Y., Muraoka, I. (2018). Involvement of Neutrophil Dynamics and Function in Exercise-Induced Muscle Damage and Delayed-Onset Muscle Soreness: Effect of Hydrogen Bath. *Antioxidants*, 7(10). <https://doi.org/10.3390/antiox7100127>
- [89].Kim, J., Lee, J. (2015). The relationship of creatine kinase variability with body composition and muscle damage markers following eccentric muscle contractions. *Journal of Exercise Nutrition ve Biochemistry*, 19(2), 123–129. <https://doi.org/10.5717/jenb.2015.15061910>
- [90].Kinser, A. M., Sands, W. A., ve Stone, M. H. (2009). Reliability and validity of a pressure algometer. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(1), 312–314. <https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e31818f051c>
- [91].Kirmizigil, B., Chauchat, J. R., Yalciner, O., Iyigun, G., Angin, E., Baltaci, G. (2020). The Effectiveness of Kinesio Taping in Recovering From Delayed Onset Muscle Soreness: A Crossover Study. *Journal of Sport Rehabilitation*, 29(4), 385–393. <https://doi.org/10.1123/jsr.2018-0389>
- [92].Koh, H.-W., Cho, S.-H., Kim, C.-Y., Cho, B.-J., Kim, J.-W., Bo, K. H. (2013). Effects of vibratory stimulations on maximal voluntary isometric contraction from delayed onset muscle soreness. *Journal of Physical Therapy Science*, 25(9), 1093–1095. <https://doi.org/10.1589/jpts.25.1093>
- [93].Kraemer, W. J., Bush, J. A., Wickham, R. B., Denegar, C. R., Gómez, A. L., Gotshalk, L. A., Duncan, N. D., Volek, J. S., Putukian, M., Sebastianelli, W. J. (2001). Influence of compression therapy on symptoms following soft tissue injury from maximal eccentric exercise. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 31(6), 282–290. <https://doi.org/10.2519/jospt.2001.31.6.282>
- [94].Kurt, C., Kafkas, M. (2018). Foam Roller’la Uygulanan Myofasyal Gevşetme Egzersizlerinin Toparlanma Amaçlı Kullanımı. *İnönü Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, 5 (2), 25-38.
- [95].Kurt, G. (2020). *Sağlıklı Gönüllülerde Gecikmiş Kas Ağrısında Farklı Fizyoterapi Yöntemlerinin Etkisi* (Yayımlanmamış doktora tezi), Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Kütahya. Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>. Tez No: 623937.
- [96].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. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.01287>
- [97].Lau, W. Y., Blazevich, A. J., Newton, M. J., Wu, S. S. X., Nosaka, K. (2015). Reduced muscle lengthening during eccentric contractions as a mechanism underpinning the repeated-bout effect. *American Journal of Physiology. Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 308(10), R879–86. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00338.2014>

- [98].Lavender, A. P., Nosaka, K. (2006). Changes in fluctuation of isometric force following eccentric and concentric exercise of the elbow flexors. *European Journal of Applied Physiology*, 96(3), 235–240. <https://doi.org/10.1007/s00421-005-0069-5>
- [99].Lee, Y. S., Bae, S. H., Hwang, J. A., Kim, K. Y. (2015). The effects of kinesio taping on architecture, strength and pain of muscles in delayed onset muscle soreness of biceps brachii. *Journal of Physical Therapy Science*, 27(2), 457–459. <https://doi.org/10.1589/jpts.27.457>
- [100].Li, Q., Guan, X., Wu, P., Wang, X., Zhou, L., Tong, Y., Ren, R., Leung, K. S. M., Lau, E. H. Y., Wong, J. Y., Xing, X., Xiang, N., Wu, Y., Li, C., Chen, Q., Li, D., Liu, T., Zhao, J., Liu, M., ... Feng, Z. (2020). Early Transmission Dynamics in Wuhan, China, of Novel Coronavirus–Infected Pneumonia. *New England Journal of Medicine*, 382(13), 1199–1207. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2001316>
- [101].Lieber, R. L., Friden, J. (2002). Morphologic and mechanical basis of delayed-onset muscle soreness. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 10(1), 67–73.
- [102].Lim I. S. (2020). Effects of branched-chain amino acid supplement on knee peak torque and indicators of muscle damage following isokinetic exercise-induced delayed onset muscle soreness. *Physical activity and nutrition*, 24(4), 28–33. <https://doi.org/10.20463/pan.2020.0025>
- [103].Lin, J., Guo, M. L., Wang, H., Lin, C., Xu, G., Chen, A., Chen, S., Wang, S. (2021). Effects of Kinesio Tape on Delayed Onset Muscle Soreness: A Systematic Review and Meta-analysis. *BioMed Research International*, 2021, 6692828. <https://doi.org/10.1155/2021/6692828>
- [104].Loram, L. C., Mitchell, D., Fuller, A. (2005). Rofecoxib and tramadol do not attenuate delayed-onset muscle soreness or ischaemic pain in human volunteers. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*, 83(12), 1137–1145. <https://doi.org/10.1139/y05-113>
- [105].Lott, J. A., Stang, J. M. (1980). Serum enzymes and isoenzymes in the diagnosis and differential diagnosis of myocardial ischemia and necrosis. *Clinical Chemistry*, 26(9), 1241–1250.
- [106].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. <https://doi.org/10.1177/0300060518814999>
- [107].MacDonald, G. Z., Penney, M. D. H., Mullaley, M. E., Cuconato, A. L., Drake, C. D. J., 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. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31825c2bc1>
- [108].MacIntyre, D. L., Reid, W. D., McKenzie, D. C. (1995). Delayed muscle soreness. The inflammatory response to muscle injury and its clinical implications. *Sports Medicine*, 20(1), 24–40. <https://doi.org/10.2165/00007256-199520010-00003>
- [109].MacIntyre, D. L., Reid, W. D., Lyster, D. M., McKenzie, D. C. (2000). Different effects of strenuous eccentric exercise on the accumulation of neutrophils in muscle in women and men. *European Journal of Applied Physiology*, 81(1–2), 47–53. <https://doi.org/10.1007/PL00013796>
- [110].MacIntyre, D. L., Reid, W. D., Lyster, D. M., Szasz, I. J., McKenzie, D. C. (1996). Presence of WBC, decreased strength, and delayed soreness in muscle after eccentric exercise. *Journal of Applied Physiology*, 80(3), 1006–1013. <https://doi.org/10.1152/jappl.1996.80.3.1006>
- [111].MacIntyre, D. L., Sorichter, S., Mair, J., Berg, A., McKenzie, D. C. (2001). Markers of inflammation and myofibrillar proteins following eccentric exercise in humans. *European Journal of Applied Physiology*, 84(3), 180–186. <https://doi.org/10.1007/s004210170002>
- [112].Maffiuletti, N. A., Bizzini, M., Desbrosses, K., Babault, N., Munzinger, U. (2007). Reliability of knee extension and flexion measurements using the Con-Trex isokinetic dynamometer. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 27(6), 346–353. <https://doi.org/10.1111/j.1475-097X.2007.00758.x>
- [113].Magoffin, R. D., Parcell, A. C., Hyldahl, R. D., Fellingham, G. W., Hopkins, J. T., Feland, J. B. (2020). Whole-Body Vibration as a Warm-up Before Exercise-Induced Muscle Damage on Symptoms of Delayed-Onset Muscle Soreness in Trained Subjects. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 34(4), 1123–1132. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002896>

- [114].Mancinelli, C. A., Davis, D. S., Aboulhosn, L., Brady, M., Eisenhofer, J., Foutty, S. (2006). The effects of massage on delayed onset muscle soreness and physical performance in female collegiate athletes. *Physical Therapy in Sport*, 7(1), 5–13. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2005.10.004>
- [115].Manheim, Carol J. (2008). *The myofascial release manual*. West Deptford: Slack Incorporated.
- [116].McGRATH, R. P., Whitehead, J. R., Caine, D. J. (2014). The Effects of Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Stretching on Post-Exercise Delayed Onset Muscle Soreness in Young Adults. *International Journal of Exercise Science*, 7(1), 14–21.
- [117].McKenney, K., Elder, A. S., Elder, C., Hutchins, A. (2013). Myofascial release as a treatment for orthopaedic conditions: a systematic review. *Journal of Athletic Training*, 48(4), 522–527. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-48.3.17>
- [118].Medbo, J. I., Mamen, A., Holt Olsen, O., Evertsen, F. (2000). Examination of four different instruments for measuring blood lactate concentration. *Scandinavian Journal of Clinical and Laboratory Investigation*, 60(5), 367–380. <https://doi.org/10.1080/003655100750019279>
- [119].Medeiros, F. V. A., Bottaro, M., Martins, W. R., Ribeiro, D. L. F., Marinho, E. B. A., Viana, R. B., Ferreira-Junior, J. B., Carmo, J. C. (2020). The effects of one session of roller massage on recovery from exercise-induced muscle damage: A randomized controlled trial. *Journal of Exercise Science and Fitness*, 18(3), 148–154. <https://doi.org/10.1016/j.jesf.2020.05.002>
- [120].Minder, P. M., Noble, J. G., Alves-Guerreiro, J., Hill, I. D., Lowe, A. S., Walsh, D. M., Baxter, G. D. (2002). Interferential therapy: lack of effect upon experimentally induced delayed onset muscle soreness. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, 22(5), 339–347. <https://doi.org/10.1046/j.1475-097x.2002.00441.x>
- [121].Morgan, D. L. (1990). New insights into the behavior of muscle during active lengthening. *Biophysical Journal*, 57(2), 209–221. [https://doi.org/10.1016/S0006-3495\(90\)82524-8](https://doi.org/10.1016/S0006-3495(90)82524-8)
- [122].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. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.3803-09.2010>
- [123].Nosaka, K., Clarkson, P. M. (1995). Muscle damage following repeated bouts of high force eccentric exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 27(9), 1263–1269.
- [124].O'Connor, R., Hurley, D. A. (2003). The Effectiveness of Physiotherapeutic Interventions in the Management of Delayed Onset Muscle Soreness: a Systematic Review. *Physical Therapy Reviews*, 8(4), 177–195. <https://doi.org/10.1179/108331903225003181>
- [125].Manheim C.J. (2008). *The Myofascial Release Manual*. Thorofare: Slack Incorporated Publisher
- [126].Park, J.H., Rhyu, H.S., Rhi, S.Y. (2020). The effects of instrument-assisted soft tissue mobilization rehabilitation exercise on range of motion, isokinetic strength, and balance in chronic ankle instability taekwondo players. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 16(6), 516–521. <https://doi.org/10.12965/jer.2040752.376>
- [127].Paschalis, V., Nikolaidis, M. G., Giakas, G., Theodorou, A. A., Sakellariou, G. K., Fatouros, I. G., Koutedakis, Y., Jamurtas, A. Z. (2010). Beneficial changes in energy expenditure and lipid profile after eccentric exercise in overweight and lean women. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 20(1), e103-11. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2009.00920.x>
- Peake, J. M., Suzuki, K., Wilson, G., Hordern, M., Nosaka, K., Mackinnon, L., Coombes, J. S. (2005). Exercise-induced muscle damage, plasma cytokines, and markers of neutrophil activation. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37(5), 737–745. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000161804.05399.3b>
- [128].Pearcey, G. E. P., 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. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-50.1.01>

- [129].Poppendieck, W., Wegmann, M., Ferrauti, A., Kellmann, M., Pfeiffer, M., Meyer, T. (2016). Massage and Performance Recovery: A Meta-Analytical Review. *Sports Medicine*, 46(2), 183–204. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0420-x>
- [130].Powers S.K., Howley E.T., (2004, 5th ed). *Exercise Physiology: Theory and Application to Fitness and Performance*. New York: The McGraw Hill Education.
- [131].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. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7793.2001.00333.x>
- [132].Proske, Uwe, Allen, T. J. (2005). Damage to skeletal muscle from eccentric exercise. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 33(2), 98–104. <https://doi.org/10.1097/00003677-200504000-00007>
- [133].Ra, S.-G., Miyazaki, T., Ishikura, K., Nagayama, H., Komine, S., Nakata, Y., Maeda, S., Matsuzaki, Y., Ohmori, H. (2013). Combined effect of branched-chain amino acids and taurine supplementation on delayed onset muscle soreness and muscle damage in high-intensity eccentric exercise. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 10(1), 51. <https://doi.org/10.1186/1550-2783-10-51>
- [134].Renan-Ordine, R., Alburquerque-Sendín, F., de Souza, D. P. R., Cleland, J. A., Fernández-de-Las-Peñas, C. (2011). Effectiveness of myofascial trigger point manual therapy combined with a self-stretching protocol for the management of plantar heel pain: a randomized controlled trial. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 41(2), 43–50. <https://doi.org/10.2519/jospt.2011.3504>
- [135].Rinard, J., Clarkson, P. M., Smith, L. L., Grossman, M. (2000). Response of males and females to high-force eccentric exercise. *Journal of Sports Sciences*, 18(4), 229–236. <https://doi.org/10.1080/026404100364965>
- [136].Robertson, M. (2008). *Self-myofascial release purpose, methods and techniques*. Indianapolis: Indianapolis Fitness and Sports Training.
- [137].Robson-Ansley, P. J., Gleeson, M., Ansley, L. (2009). Fatigue management in the preparation of Olympic athletes. *Journal of Sports Sciences*, 27(13), 1409–1420. <https://doi.org/10.1080/02640410802702186>
- [138].Romero-Moraleda, B., González-García, J., Cuéllar-Rayó, Á., Balsalobre-Fernández, C., Muñoz-García, D., Morencos, E. (2019). Effects of Vibration and Non-Vibration Foam Rolling on Recovery after Exercise with Induced Muscle Damage. *Journal of Sports Science Medicine*, 18(1), 172–180.
- [139].Rumley, A., Pettigrew, A., Colgan, M., Taylor, R., Grant, S., Manzie, A., Findlay, I., Dargie, H., and Elliott, A. (1985). S. lactate dehydrogenase and creatine kinase, during marathon training. *British Journal of Sports Medicine*, 19(3), 1. (n.d.). La.
- [140].Schoenfeld, B. J. (2012). The use of nonsteroidal anti-inflammatory drugs for exercise-induced muscle damage: implications for skeletal muscle development. *Sports Medicine*, 42(12), 1017–1028. <https://doi.org/10.1007/BF03262309>
- [141].Schroeder A., N. Best, T. M. (2015). Is self myofascial release an effective preexercise and recovery strategy? *Current Sports Medicine Reports*, 14(3), 200–208. <https://doi.org/10.1249/JSR.0000000000000148>
- [142].Scudamore, E. M., Sayer, B. L., Church, J. B., Bryant, L. G., Přibyslavská, V. (2021). Effects of foam rolling for delayed onset muscle soreness on loaded military task performance and perceived recovery. *Journal of Exercise Science and Fitness*, 19(3), 166–170. <https://doi.org/10.1016/j.jesf.2021.02.002>
- [143].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. <https://doi.org/10.1136/bjism.2006.033985>
- [144].Shucheng O. (2017). *Effect of Rolling Vibration Foam for Delayed Onset Muscle Soreness and Athletic Performance* (Master Thesis, Degree Thesis of the Department of Sports and Athletics, Changrong University, Tainan). Web adress: <https://www.airitilibrary.com/Publication/alDetailedMesh1?DocID=U0015-2507201716033300>
- [145].Smith LL, Keating MN, Holbert D, Spratt DJ, McCammon MR, Smith SS, Israel RG. The effects of athletic massage on delayed onset muscle soreness, creatine kinase, and neutrophil

- count: a preliminary report. *J Orthop Sports Phys Therapy*. 1994 Feb;19(2):93-9. doi: 10.2519/jospt.1994.19.2.93. PMID: 8148868.
- [146].Smith, L. L. (1991). Acute inflammation: the underlying mechanism in delayed onset muscle soreness? *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 23(5), 542-551.
- [147].Smith, L. L., Brunetz, M. H., Chenier, T. C., McCammon, M. R., Houmard, J. A., Franklin, M. E., Israel, R. G. (1993). The effects of static and ballistic stretching on delayed onset muscle soreness and creatine kinase. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 64(1), 103-107. <https://doi.org/10.1080/02701367.1993.10608784>
- [148].Sorichter, S., Koller, A., Haid, C., Wicke, K., Judmaier, W., Werner, P., Raas, E. (1995). Light concentric exercise and heavy eccentric muscle loading: effects on CK, MRI and markers of inflammation. *International Journal of Sports Medicine*, 16(5), 288-292. <https://doi.org/10.1055/s-2007-973007>
- [149].Sorichter, S., Puschendorf, B., Mair, J. (1999). Skeletal muscle injury induced by eccentric muscle action: muscle proteins as markers of muscle fiber injury. *Exercise Immunology Review*, 5, 5-21.
- [150].Sözlü, U. (2020). *Gecikmiş kas ağrısında nörodinamik mobilizasyon tekniğinin kas hasarı ve inflamasyon biyobelirteçleri ile ağrı, basınç ağrı eşiği, normal eklem hareketi, kas kuvveti ve fonksiyonel durum üzerine etkisinin araştırılması* (Yayımlanmamış doktora tezi), Gazi Üniversitesi, Ankara. Erişim adresi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>. Tez No: 654481.
- [151].Sullivan, K. M., Silvey, D. B. J., Button, D. C., Behm, D. G. (2013). Roller-massager application to the hamstrings increases sit-and-reach range of motion within five to ten seconds without performance impairments. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 8(3), 228-236.
- [152].Tan, J., Shi, X., Witchalls, J., Waddington, G., Lun Fu, A. C., Wu, S., Tirosh, O., Wu, X., Han, J. (2020). Effects of Pre-exercise Acute Vibration Training on Symptoms of Exercise-Induced Muscle Damage: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research*. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003789>
- [153].Tokinoya, K., Ishikura, K., Ra, S.-G., Ebina, K., Miyakawa, S., Ohmori, H. (2020). Relationship between early-onset muscle soreness and indirect muscle damage markers and their dynamics after a full marathon. *Journal of Exercise Science and Fitness*, 18(3), 115-121. <https://doi.org/10.1016/j.jesf.2020.03.001>
- [154].Tzatzakis, T., Papanikolaou, K., Draganidis, D., Tsimeas, P., Kritikos, S., Poullos, A., Laschou, V. C., Deli, C. K., Chatzinikolaou, A., Batrakoulis, A., Basdekis, G., Mohr, M., Krstrup, P., Jamurtas, A. Z., Fatouros, I. G. (2019). Recovery Kinetics After Speed-Endurance Training in Male Soccer Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 1-14. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0984>
- [155].Vaidya, V., Gangwal, A., Dabadghav, R., Shyam, A., Sancheti, P. (2021). Comparison between neurodynamic therapy and foam rolling in cool-down sessions for delayed onset muscle soreness in healthy individuals. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 26, 492-500. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2020.12.018>
- [156].Valle, X., Til, L., Drobnic, F., Turmo, A., Montoro, J. B., Valero, O., Artells, R. (2013). Compression garments to prevent delayed onset muscle soreness in soccer players. *Muscles, Ligaments and Tendons Journal*, 3(4), 295-302.
- [157].Vasold, K. L., Parks, A. C., Phelan, D. M. L., Pontifex, M. B., Pivarnik, J. M. (2019). Reliability and Validity of Commercially Available Low-Cost Bioelectrical Impedance Analysis. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 29(4), 406-410. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2018-0283>
- [158].Veqar, Z., Imtiyaz, S. (2014). Vibration Therapy in Management of Delayed Onset Muscle Soreness (DOMS). *Journal Of Clinical And Diagnostic Research*, 8. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2014/7323.4434>
- [159].Vickers, A. J. (2001). Time course of muscle soreness following different types of exercise. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 2, 5. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-2-5>
- [160].Wang, Y., Li, S., Zhang, Y., Chen, Y., Yan, F., Han, L., Ma, Y. (2021). Heat and cold therapy reduce pain in patients with delayed onset muscle soreness: A systematic review and meta-analysis of 32 randomized controlled trials. *Physical Therapy in Sport. Official Journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine*, 48, 177-187. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2021.01.004>
- [161].Warren, G. L., Lowe, D. A., Armstrong, R. B. (1999). Measurement tools used in the study of eccentric contraction-induced injury. *Sports Medicine*, 27(1), 43-59. <https://doi.org/10.2165/00007256-199927010-00004>

- [162].Weber, M. D., Servedio, F. J., Woodall, W. R. (1994). The effects of three modalities on delayed onset muscle soreness. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 20(5), 236–242. <https://doi.org/10.2519/jospt.1994.20.5.236>
- [163].Weerapong, P., Hume, P. A., Kolt, G. S. (2005). The mechanisms of massage and effects on performance, muscle recovery and injury prevention. *Sports Medicine*, 35(3), 235–256. <https://doi.org/10.2165/00007256-200535030-00004>
- [164].Winke, M., Williamson, S. (2018). Comparison of a Pneumatic Compression Device to a Compression Garment During Recovery from DOMS. *International Journal of Exercise Science*, 11(3), 375–383.
- [165].Xie, Y., Feng, B., Chen, K., Andersen, L. L., Page, P., Wang, Y. (2018). The Efficacy of Dynamic Contract-Relax Stretching on Delayed-Onset Muscle Soreness Among Healthy Individuals: A Randomized Clinical Trial. *Clinical Journal of Sport Medicine. Official Journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*, 28(1), 28–36. <https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000442>
- [166].Yarizadh, H., Shab-Bidar, S., Zamani, B., Vanani, A. N., Baharloo, H., Djafarian, K. (2020). The Effect of L-Carnitine Supplementation on Exercise-Induced Muscle Damage: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Clinical Trials. *Journal of the American College of Nutrition*, 39(5), 457–468. <https://doi.org/10.1080/07315724.2019.1661804>
- [167].Zainuddin, Z., Hope, P., Newton, M., Sacco, P., Nosaka, K. (2005). Effects of partial immobilization after eccentric exercise on recovery from muscle damage. *Journal of Athletic Training*, 40(3), 197–202.

EKLER

Ek 1: Etik Kurul Onayı





Ek 2. Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu

BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU (ERİŞKİN OLGULAR İÇİN)

Bu çalışmada, Köpük silindir ile kendi kendine uygulanan kas gevşetme masajı yönteminin yoğun egzersiz sonrası oluşan yorgunluğa bağlı kas ağrısı üzerine bir etkisi olup olmadığını belirlemek amacıyla bir araştırma yapacağız.

Bu çalışmaya sizin de katılmanızı istiyoruz, ancak katılmaya karar vermeden önce bazı şeyleri bilmeniz ve anlamanız gerekiyor. Size öncelikle çalışma sırasında neler olacağı açıklanacaktır. Size söylenen her şeyi anladıktan sonra bu çalışmaya katılıp katılmayacağınıza karar vermelisiniz.

Sorumlu isterseniz araştırmacınız: (Doç Dr. İrfan Yıldırım), size bilgileri dikkatli bir şekilde okuyacaktır. Çalışmada neler olacağını anlatabilmek için anlayamayacağınız sözler kullanmamız gerekebilir. Eğer anlamadığınız bir şey olursa istediğiniz kadar soru sorabilirsiniz.

Çalışmaya katılmaya "evet" dersanız ve bu formu imzalayabilirsiniz. Çalışmaya katılmayı ya da katılmamayı seçebilirsiniz. İstemediğiniz zaman çalışmadan ayrılabilirsiniz.

Eğer çalışma sırasında size anlatıldığından farklı bir durum gelişirse size hemen haber verilecektir. O zaman da istediğinizde sorumlu araştırmacıya çalışmadan ayrılmak istediğinizi söyleyebilirsiniz. Kimse sizi zorlayamaz.

Bu çalışmaya neden ben seçildim?

Bu çalışmaya herhangi bir fiziksel ve fizyolojik sağlık problemi bulunmayan bireyler katılacağı için bu çalışmaya katılmanız istenmektedir.

Bu çalışmaya katılmamanın yararları nelerdir?

Günümüzde spora olan ilgi ve önemin artmasıyla beraber sporcular performanslarını artırmak için yoğun antrenmanlar yapmaya başlamışlardır. Tükenecek kadar ağır düzeyde yapılan tüm egzersizler, egzersizin hemen sonrasında kaslarda ağrıya neden olabilir. Gecikmiş kas ağrısı (GKA), çoğunlukla yoğun egzantrik türde alışılmamış egzersizler sonrası, hareket ve/veya palpasyon ile ortaya çıkan ve 24–48 saatte zirve seviyesine ulaşan ağrı ve hassasiyete ek olarak eklem hareket açıklığı kısıtlılığı ile karakterize bir klinik tablodur. GKA'nın spor yaralanmalarının en yaygın ve en sık tekrarlayanı olabileceği düşünülmektedir Bunun yanında ağrı, esneklik ve eklem mekaniğindeki bozulmalar nedeniyle yaralanma riski de ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle ağır egzantrik egzersizler sonrası ortaya çıkan GKA yakınması olan olgular mümkün olan en kısa süre içinde etkili yöntemlerle tedavi edilmelidir (Lieber ve ark.,2002). Bu çalışmaya katılmanız durumunda egzersiz sonrası Foam roller uygulamasının kanda kreatin kinaz, laktat dehidrogenaz, nötrofil değerleri ile eklem hareket açıklığı, basınç ağrı eşiği değerlerinde ortaya çıkan etkilerini görmek için ve aynı zamanda diğer spor branşlarında da kullanılabilmesi konusunda bize yardımcı olacak bilgiler edinmeyi umuyoruz.

Bu çalışmada bana ne olacak?

Eğer bu çalışmaya katılmayı kabul ederseniz, izokinetik dinamometre üzerinde belirli bir egzersiz protokolü uygulanacaktır. Araştırma gruplarının birisine yansız atama yöntemiyle atanacaksınız. Çalışma protokolleri başlamadan önce ön test değerlerinizin belirlenebilmesi için öncelikle maksimum kuvvet değerleriniz Mersin Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksek Okulu Biyomekanik Laboratuvarı'nda Humac Norm CSMI dinamometresi kullanılarak belirlenecektir. Daha sonra bu maksimal kuvvetinizin yüzde 80 ile bu uygulama öncesinde ve sonrasında olmak üzere sizden 4 kez kan örneği alınacaktır ve aynı zamanda size herhangi bir destek madde verilmeyecektir. Eğer birinci gruba dahil edilmiş iseniz egzersiz öncesi, sonrası 6. Ve 24. saatlerde olacak şekilde tekrar kan örnekleri alınacaktır. Eğer 2. gruba dahil edilmiş iseniz egzersizden hemen sonra foam roller aparatı ile araştırmadan 3 gün önce verilen eğitim çerçevesinde uygulamayı kendi kendinize yapmanız istenecektir. Yine egzersizden önce, sonra 6. Ve 24. saatlerde 4 kan örneği alınacaktır. Ayrıca egzersizden önce sonra ve egzersizden 6. ile 24. Saatlerde olmak üzere 4 kez diz eklemizinin açısı gonyometre ile ölçülecektir. Yine aynı periyotlarda algometre ile arka grup bacak kaslarınıza hassasiyet testi

size daha önce verilen eğitim kapsamında gerçekleştirilecektir. Yine aynı periyotlardamevcut ağırınıza 0 ile 100 arasında puan vermeniz istenecek ve tüm bu veriler kaydedilecektir.

Sizden alınan ölçüm verileri dört yıl saklandıktan sonra kurallara uygun olarak imha edilecektir. Anlamadığınız bir şey olursa tekrar tekrar sorumlu araştırmacınıza sorabilirsiniz.

Bu çalışmaya katılmak zorunda mıyım?

Bu çalışmaya katılıp katılmamak isteğinize bağlıdır. Kararınızı vermeden önce, bu araştırmaya katıldığınız için size para veya hediye verilmeyeceğini bilmeniz gerekir. Şimdi "evet" deseniz de, istediğiniz zaman "istemiyorum" diyerek bu araştırmadan çıkabilirsiniz. Bunu yalnızca doktorunuza söylemeniz yeterlidir.

Bu çalışmaya katıldığımı başkaları da bilecek mi?

Sizin dışınızda yalnızca tıbbi kayıtlarınıza doğrudan erişebilecek olan kişiler (araştırma ekibindeki kişiler dışında araştırmacının yapılmasına onay ve izin verecek olan Etik Kurul ve Sağlık Bakanlığı gibi) bu çalışmaya katıldığınızı bilecektir. Ancak, çalışmanın her aşamasında olduğu gibi çalışmanın sonuçları yayınlanırken bile bütün bilgileriniz gizli tutulacaktır. Bu form sizin tarafınızdan imzaladığınızda sizinle ilgili bütün bilgilere ulaşabileceksiniz. Bu çalışmadan sorumlu doktorunuza sorduktan sonra, eğer o izin verirse, bu araştırmaya katıldığınızı kendi özel doktorunuza söyleyebilirsiniz.

Ne yapmak zorundayım?

Size yapılacak her şeyi anladıysanız, şimdi sizden bu araştırmaya katılmak istediğinize ilişkin imza atmanız istenecektir. Bu size açıklandığı haliyle çalışmaya özgürce katıldığınızı gösterecektir. Bu imzaladığınız kağıdın birisi de sizde kalacaktır.

Canınızı sıkın veya merak ettiğiniz bir şey olursa 24 saat boyunca içinde 0532*****0 numaralı telefondan Doç Dr İrfan Yıldırım ya da 0534*****20 numaralı telefondan Fizyoterapist Merve Palalı'yı arayabilir ve istediklerinizi sorabilirsiniz.

Olur verme beyanı

Toplam "3" sayfa olan bu formdaki tüm açıklamaları bana okudum. Bana yukarıda konusu ve amacı belirtilen araştırmayla ilgili yazılı ve sözlü açıklama İrfan Yıldırım adlı sorumlu araştırmacı tarafından yapıldı. Bu araştırmacının amacını ve ne yapılacağını anladım. Bu çalışmada bana ne olacağını, istediğim zaman gerekçeli veya gerekçesiz olarak araştırmadan ayrılabileceğimi, kimlik bilgilerimin gizli tutulacağını ve imzaladığım bu formun bir kopyasının bana verileceğini biliyorum. Bu araştırmaya hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın gönüllü olarak katıldığımı kabul ediyorum.

Gönüllünün

Adı Soyadı:
Tarih (Gün/Ay/Yıl):
İmzası:
Adresi:
Telefon numarası:

Bağımsız tanığın [gönüllü okur-yazar olmadığı için imzalı onay veremiyorsa vb. durumlarda]

Adı Soyadı:
Tarih (Gün/Ay/Yıl):
İmzası:
Adresi:
Telefon numarası:

Bu çalışmada benden alınan biyolojik materyalin/verinin:

- ☐ Yalnızca yukarıda adı geçen araştırmada kullanılmasına izin veriyorum.
- ☐ İleride yapılması planlanan araştırmalarda kullanılmasına izin veriyorum.
- ☐ İleride yapılması planlanan araştırmalarda hiçbir koşulda kullanılmasına izin vermiyorum.

Formdaki bilgileri vererek gerekli açıklamaları yapan ve olur alan araştırmacının

Adı Soyadı: Doç Dr İrfan Yıldırım

Tarih (Gün/Ay/Yıl):

İmzası:

Adresi: Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu / Çiftlikköy Kampüsü/ MERSİN

Telefon numarası: 0532*****0

Acil tıbbi durumlarda iletişime geçilecek kişinin

Adı Soyadı: Fizyoterapist Merve Palalı

Tarih (Gün/Ay/Yıl):

İmzası:

Adresi: Şanlıurfa Gençlik ve Spor Hizmetleri İl Müdürlüğü /ŞANLIURFA

Telefon numarası: 0534*****20

Araştırmaya onay veren Etik Kurulun

Adı : Mersin Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Adresi: Mersin Üniversitesi Çiftlikköy Kampüsü 33343 Yenişehir /

MERSİN Telefon numarası : 0324 *** ** 01

Ek 3. Görsel Ağrı Skalası

GÖRSEL AĞRI SKALASI (GAS)

Adınız Soyadınız: _____Tarih: _____

Ağrı şiddetinizi aşağıdaki ölçek üzerinde işaretleyin.

