



**T.C.**

**BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**GENÇ ERKEKLERDE EGZERSİZ SONRASI  
STRETCHİNG UYGULAMASININ KAS HASARINA ETKİSİ**

**Gülay YAĞCI**

**ANTRENÖRLÜK EĞİTİMİ ANABİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**AĞUSTOS 2019**

**BOLU**





**T.C.**

**BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**GENÇ ERKEKLERDE EGZERSİZ SONRASI  
STRETCHİNG UYGULAMASININ KAS HASARINA ETKİSİ**

**Gülay YAĞCI**

**ANTRENÖRLÜK EĞİTİMİ ANABİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI  
Doç. Dr. Ümid KARLI**

**AĞUSTOS 2019**

**BOLU**

**Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi**  
**Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne**

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

Prof. Dr. Alpay GÜVENÇ \*

Hareket ve Antrenman ABD, Akdeniz Üniversitesi




Doç. Dr. Ümid KARLI \*\*

Antrenörlük Eğitimi ABD, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi



Doç. Dr. Kerim SÖZBİR

Antrenörlük Eğitimi ABD, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi



Tarih: 07/08/2019

Bu tez ile Bolu AİBÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu Gülay YAĞCI Yüksek Lisans derecesini onaylamıştır.

Prof. Dr. Erol AYZ (imza)

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü



\*Jüri Başkanı

\*\*Tez Danışmanı

## ÖZET

### GENÇ ERKEKLERDE EGZERSİZ SONRASI STRETCHİNG UYGULAMASININ KAS HASARINA ETKİSİ

Bu çalışmanın amacı egzersiz sonrası stretching uygulamasının kas hasarına etkisini incelemektir. Çalışmaya 23 genç erkek gönüllü olarak katılmış ve rastgele iki gruba ayrılmıştır (Deney grubu n=12, Kontrol grubu n=11). Çalışma ön-test son-test kontrol gruplu deney desenine göre tasarlanmıştır.

Kas hasarı egzersiz protokolü öncesi, egzersizden hemen sonra, ve egzersiz sonrası 24, 48, 72 ve 96'ncı saatlerde; algılanan ağrı düzeyi, kreatin kinaz (CK), laktat dehidrogenaz (LDH), aspartat aminotransferaz (AST) ve alanin aminotransferaz (ALT), hamstring esneklik, quadriceps esneklik ve uyluk çevre ölçümleri belirlenmiştir. Kas hasarı egzersiz protokolünde 6x20 tekrarlı derinlik sıçraması, stretching uygulamasında ise alt ekstremitte kas gruplarına yönelik 3x30 saniye statik germe uygulanmıştır. Verilerin analizi için tekrarlı ölçümlerde varyans analizi kullanılmıştır.

Tekrarlı ölçümlerde varyans analizine göre; zaman içindeki değişimde ağrı [ $F_{(5-105)} = 60,528$ ;  $p=0,001$ ], CK [ $F_{(5-105)} = 10,454$ ;  $p=0,000$ ], LDH [ $F_{(5-105)} = 13,214$ ;  $p=0,000$ ], AST [ $F_{(5-105)} = 6,722$ ;  $p=0,000$ ], hamstring esneklik [ $F_{(5-105)} = 4,675$ ;  $p=0,001$ ] ve uyluk çevre değerinde [ $F_{(5-105)} = 9,919$ ;  $p=0,000$ ], Zaman x Grup etkileşiminde ise; ağrı [ $F_{(5-105)} = 2,902$ ;  $p=0,017$ ] ve uyluk çevre değerinde [ $F_{(5-105)} = 2,475$ ;  $p=0,037$ ] istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur.

Sonuç olarak; CK, LDH, AST, hamstring esneklik, ağrı ve uyluk çevre ölçümleri analizi sonucuna göre uygulanan egzersiz protokolünün alt ekstremitte kas hasarı oluşturduğu, oluşan kas hasarı sonrası uygulanan stretching egzersiz protokolünün kas hasarını iyileştirmede koruyucu etkisi olmadığı, aksine egzersiz sonrası artan ağrı ve uyluk çevre değerleri göz önünde bulundurulduğunda kas hasarı sonrası yapılan ve tekrarlanan maksimum statik germenin hasarı arttırmaya yönelik olumsuz etkisinin olduğu görülmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Ağrı, AST, CK, esneklik, LDH.

## ABSTRACT

### THE EFFECT OF STRETCHING ON MUSCLE DAMAGE IN YOUNG MEN

The aim of this study was to investigate the effect of post-exercise stretching on muscle damage. 23 young male volunteers participated in the study and randomly assigned into two groups (Experimental group n = 12, Control group n = 11). The study was designed according to the pre-test post-test control group experimental design.

Muscle damage was assessed before, immediately after the exercise, and at 24, 48, 72 and 96<sup>th</sup> hours after exercise; Perceived pain levels, creatine kinase (CK), lactate dehydrogenase (LDH), aspartate aminotransferase (AST) and alanine aminotransferase (ALT), hamstring flexibility, quadriceps flexibility and mid-thigh circumference measurements were determined. For muscle damaging exercise protocol 6x20 repetitive depth jump and for stretching protocol 3x30 second static stretching was applied to lower body extremity muscle groups. Variance analysis for repeated measures was used for statistical analysis.

According to the analysis of variance for repeated measurements; significant main effect for time was indicated in pain [F (5-105) = 60,528; p = 0.001], CK [F (5-105) = 10,454; p = 0,000], LDH [F (5-105) = 13,214; p = 0,000], AST [F (5-105) = 6,722; p = 0,000], hamstring flexibility [F (5-105) = 4,675; p = 0.001] and thigh circumference value [F (5-105) = 9.919; p = 0,000]. Moreover Time x Group interaction for pain [F (5-105) = 2,902; p = 0.017] and thigh circumference value [F (5-105) = 2,475; p = 0.037] was statistically significant.

According to the results of CK, LDH, AST, hamstring flexibility, pain and thigh circumference measurements it is concluded that exercise protocol caused significant muscle damage. Stretching exercise protocol applied following muscle damaging exercise has no protective effect on muscle damage. On the contrary due to increased pain and thigh circumference values it is concluded that repeated static stretching after muscle damaging exercise has negative effect on damage responses.

**Key words: AST, CK, flexibility, LDH, pain.**



**Merhum Anneannem**

**Emine EKŞİ'ye**

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca; bilgi birikimi ve deneyimlerini benimle paylaşan, yol gösterici tutumuyla çalışmamın ortaya çıkmasını sağlayan değerli danışman hocam Sayın Doç. Dr. Ümid KARLI'ya sonsuz teşekkür ederim.

Tezimin biyokimya analizleri için bana yardımcı olan Sayın Dr. Öğr. Üyesi Özgür Mehmet YİS'e ve Sayın Araş. Gör. Dr. Mine Büşra PEHLİVAN'a katkılarından dolayı çok teşekkür ederim.

Yüksek lisans eğitimi almam konusunda motive edici tutumu ile benim bu süreçte olmamı sağlayan çok değerli hocam Sayın Doç. Dr. Ünal KARLI'ya, verilerimin toplanmasında bana tüm imkanlarını sunan ve her konuda yardımcı olan Sayın Doç. Dr. Kerim SÖZBİR'e, benimle tüm bilgi ve tecrübelerini paylaşan Sayın Arş. Gör. Tuğba KOCAAĞA, Sayın Dr. Öğr. Üyesi Hakan YARAR, Sayın Dr. Öğr. Üyesi Kutlu AYDIN'a en içten dileklerle teşekkür ederim.

Tez ölçümüm boyunca bana yardımcı olan ve desteklerini sunan değerli arkadaşlarım Tuba BALKA ve Koray GÖKMEN'e, desteğini esirgemeyen Ömer Cumhur BOYRAZ'a, çalışmama gönüllü olarak katılan ve yardımları ile bu süreci bana kolaylaştıran değerli sporcu arkadaşlarıma çok teşekkür ederim.

Hayatım boyunca arkamda olan ve varlıklarıyla bana güç katan annem Şadiye YAĞCI ve babam Erdoğan YAĞCI'ya, desteklerini benden esirgemeyen abim Bekir YAĞCI ve yengem Öznur YAĞCI'ya, dualarında her zaman bana yer veren sevgili kardeşim Erdal YAĞCI'ya ve hayatımıza varlığıyla neşe katan yeğenim Duru YAĞCI'ya teşekkürlerimi sunarım.

Her zaman ilgisi, sevgisi ve desteği ile yanımda olan Recai ALAOĞLU'na sonsuz teşekkür eder sevgilerimi sunarım.

**Gülşay YAĞCI**



# İÇİNDEKİLER

<b>ONAY SAYFASI</b>	<b>ii</b>
<b>ÖZET</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>iv</b>
<b>TEŞEKKÜR</b>	<b>vi</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b>	<b>vii</b>
<b>TABLolar</b>	<b>x</b>
<b>ŞEKİLLER</b>	<b>xii</b>
<b>SİMGELER VE KISALTMALAR</b>	<b>xiii</b>

<b>1. GİRİŞ</b>	<b>1</b>
1.1. Problem	3
1.1.1. Alt problem	3
1.2. Çalışmanın Amacı	4
1.3. Çalışmanın Önemi	4
1.4. Çalışmanın Varsayımları	5
1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları	5
1.6. Tanımlar	5
<b>2. GENEL BİLGİLER</b>	<b>7</b>
2.1. Kas Sistemi ve Egzersiz	7
2.1.1. Kas	7
2.1.2. İskelet Kas Yapısı	7
2.1.3. İskelet Kas Lifi Yapısı	8
2.1.4. İskelet Kası Kasılma-Gevşeme Mekanizması	10
2.1.5. İskelet Kas Lifi Tipleri	12
2.1.6. İskelet Kası Kasılma Türleri	12
2.2. İskelet Kas Hasarı	13
2.2.1. İskelet Kas Hasarı Ölçüm Yöntemleri	14
2.2.2. İskelet Kas Hasarı ve Egzersiz	14
2.2.3. Egzersize Bağlı İskelet Kas Hasarı Enzim Aktiviteleri	15
2.3. Germe	16
2.3.1. Kas İğciği	17

2.3.2. Golgi Tendon Organı	17
2.3.3. Eklem Reseptörleri	18
2.4. Stretching Yöntemleri	18
2.4.1. Statik Germe	18
2.4.1.1. Pasif Germe	19
2.4.1.2. Aktif Germe	19
2.4.2. Balistik germe	19
2.4.3. Dinamik Germe	20
2.4.4. PNF germe	20
2.5. Stretching ve Egzersiz	21
2.6. Literatür	23
<b>3. GEREÇ VE YÖNTEM</b>	28
3.1. Araştırma Grubu	28
3.2. Araştırma Modeli	28
3.3. Verilerin toplanması ve Veri Toplama Araçları	29
3.3.1. Boy Ölçümü	32
3.3.2. Vücut Ağırlığı ve Vücut Kompozisyonu Ölçümü	32
3.3.3. Bacak Kuvveti Ölçümü	33
3.3.4. Otur-Uzan (Hamstring) Esneklik Testi	33
3.3.5. Gonyometre Diz Fleksiyonu (Quadriceps) Esneklik Testi	33
3.3.6. Kan Numuneleri	34
3.3.7. Algılanan Kas Ağrısı	34
3.3.8. Uyluk Çevre Ölçümü	35
3.4. Kas Hasarı Egzersiz Protokolü	35
3.5. Stretching egzersiz Protokolü	35
3.6. İstatistiksel Analiz	36
<b>4. BULGULAR</b>	37
4.1. Algılanan Ağrı Düzeyi	38
4.2. Kreatin Kinaz (CK) Enzim Düzeyi	43
4.3. Laktat Dehidrogenaz (LDH) Enzim Düzeyi	46
4.4. Aspartar Aminotransferaz (AST) Enzim Düzeyi	49
4.5. Alanin Aminotransferaz (ALT) Enzim Düzeyi	51

4.6. Hamstring Esneklik Düzeyi	52
4.7. Quadriceps Esneklik Düzeyi	55
4.8. Uyluk Çevre Ölçüm Düzeyi	56
<b>5. TARTIŞMA</b>	61
<b>6. SONUÇLAR</b>	70
<b>7. ÖNERİLER</b>	72
<b>8. KAYNAKLAR</b>	73
<b>9. EKLER</b>	79
<b>10. ÖZGEÇMİŞ</b>	83



## TABLULAR

Tablo	Sayfa
3.1. Araştırma Modeli	28
3.2. Çalışma Planı	30
3.3. Statik germede uygulanan germe egzersizleri ve süreleri	35
4.1. Katılımcıların tanımlayıcı özellikleri	37
4.2. Ağrı düzeylerinin aritmetik ortalama ( $\bar{x}$ ) ve standart sapma (ss) değerleri	38
4.3. Ağrı düzeyi için tekrarlanan ölçümlerde iki yönlü varyans analizi testi sonuçları	38
4.4. Ağrı düzeyinin zaman etkisinde karşılaştırılması	39
4.5. Ağrı düzeyi zaman farklarının gruplar arası karşılaştırılması için bağımsız örneklemelerde t testi sonuçları	40
4.6. CK düzeylerinin aritmetik ortalama ( $\bar{x}$ ) ve standart sapma (ss) değerleri	42
4.7. CK düzeyi için tekrarlanan ölçümlerde iki yönlü varyans analizi testi sonuçları	42
4.8. CK düzeyinin zaman etkisinde karşılaştırılması	43
4.9. Katılımcıların; LDH düzeylerinin aritmetik ortalama ( $\bar{x}$ ) ve standart sapma (ss) değerleri	45
4.10. LDH düzeyi için tekrarlanan ölçümlerde iki yönlü varyans analizi testi sonuçları	45
4.11. LDH düzeylerinin zaman etkisinde karşılaştırılması	46
4.12. Katılımcıların; AST düzeylerinin aritmetik ortalama ( $\bar{x}$ ) ve standart sapma (ss) değerleri	48
4.13. AST düzeyi için tekrarlanan ölçümlerde iki yönlü varyans analizi testi sonuçları	48
4.14. AST düzeylerinin zaman içerisinde karşılaştırılması	49
4.15. Katılımcıların; ALT düzeylerinin aritmetik ortalama ( $\bar{x}$ ) ve standart sapma (ss) değerleri	51
4.16. ALT düzeyi için tekrarlanan ölçümlerde iki yönlü varyans analizi testi sonuçları	51

4.17. Katılımcıların; hamstring esneklik değerlerinin aritmetik ortalama ( $\bar{x}$ ) ve standart sapma (ss) değerleri	52
4.18. Hamstring esneklik değeri için tekrarlanan ölçümlerde iki yönlü varyans analizi testi sonuçları	52
4.19. Hamstring esneklik düzeylerinin zaman içerisinde karşılaştırılması	53
4.20. Katılımcıların; quadriceps esneklik değerlerinin aritmetik ortalama ( $\bar{x}$ ) ve standart sapma (ss) değerleri	55
4.21. Quadriceps esneklik değeri için tekrarlanan ölçümlerde iki yönlü varyans analizi testi sonuçları	55
4.22. Katılımcıların; uyluk çevre değerlerinin aritmetik ortalama ( $\bar{x}$ ) ve standart sapma (ss) değerleri	56
4.23. Uyluk çevre düzeyi için Tekrarlanan Ölçümlerde İki Yönlü Varyans Analizi Testi Sonuçları	56
4.24. Uyluk çevre düzeyinin zaman etkisinde karşılaştırılması	57
4.25. Uyluk çevre düzeyi zaman farklarının gruplar arası karşılaştırılması için Mann Whitney U testi sonuçları	58

## ŞEKİLLER

Şekil	Sayfa
2.1. İskelet kas yapısı	7
2.2. İskelet kas lifi yapısı	8
2.3. Aktin filamenti yapısı	9
2.4. Miyozin filamenti yapısı	10
2.5. İskelet kası kasılma ve gevşeme sistemi	10
2.6. İskelet Kas Lifi Tipleri	11
2.7. İskelet kası kasılma türleri	12
2.8. Kas ağrılarının oluşumunu açıklayan model	15
4.1. Zamana göre ağrı düzeyi grafiği	41
4.2. Zamana göre CK düzeyi grafiği	44
4.3. Zamana göre LDH enzim düzeyi grafiği	47
4.4. Zamana göre AST enzim düzeyi grafiği	50
4.5. Zamana göre hamstring esneklik düzeyi grafiği	54
4.6. Zamana göre uyluk çevre düzeyi grafiği	59

## SİMGELER ve KISALTMALAR

°: Derece

%: Yüzde

Ach: Asetilkolin

ADP: Adenozin Difosfat

ALT: Alanin Aminotransferaz

Ark.: Arkadaşları

AST: Aspaartat Aminotransferaz

ATP: Adenozin Trifosfat

ATPaz: Adenozin Trifosfat az

BKİ: Beden Kütle İndeksi

C<sup>++</sup>: Kalsiyum

CK: Kreatin Kinaz

CO<sub>2</sub>: Karbondioksit

CPK: Kreatin Fosfokinaz

Cm: Santimetre

Dk: Dakika

DOMS: Gecikmiş Başlangıçlı Kas Ağrısı

EMG: Elektromyografi

Kg: Kilogram

Km: Kilometre

KO: Kareler Ortalaması

KT: Kareler Toplamı

LDH: Laktat Dehidrogenaz

M: Metre

Max.: Maksimal

Mb: Miyoglobin

MSS: Merkezi Sinir Sistemi

O<sub>2</sub>: Oksijen

PNF: Proprioseptif Nöromusküler Fasilitasyon

Pi: İnorganik Fosfat

ROM: Range of Motion

SD: Serbestlik Derecesi

Sn: Saniye

SPSS : Statistical Package for the Social Sciences

SS: Standart Sapma

U/L: Unite /Litre

VA: Vücut Ağırlığı

VYY: Vücut Yağ Yüzdesi

$\bar{x}$ : Aritmetik Ortalama



## 1. GİRİŞ

Egzersiz, insan organizmasında çeşitli etkilere yol açarak fiziksel durumu geliştirmek, sürdürmek ya da rekreasyonel anlamda sağlık durumunu koruma gibi çeşitli amaçlarla yapılmaktadır. Son zamanlarda sağlıklı yaşam ve iyi bir görüntü elde etmek amacıyla spora olan ilgi ve katılım artmıştır. Gelişen teknoloji ve bilim ile sportif performansları maksimum düzeye çıkarmak için çeşitli çalışmalar, antrenman teknikleri yapılırken, mevcut performansı koruma ve devam ettirebilme adına da birçok araştırma yapılmaktadır.

Sportif performansı olumsuz etkileyen birçok etken vardır. Bunlardan biri de kas hasarıdır. İskelet kasında, sarkolemma içinde yer alan kas lifinin yapısında bulunan Z bandında meydana gelen yırtılma ve bozukluklar kas hasarı meydana getirmektedir. Oluşan kas hasarı yapılan egzersiz türü ve şiddetine göre farklılık gösterir (1, 2).

Egzersizle oluşan kas hasarı, görüntüleme yöntemi ve iskelet kasına ait enzimlerin serum düzeylerinin takibiyle belirlenmektedir (2). Kasa özel enzimler arasında “kreatinkinaz (CK), laktat dehidrogenaz (LDH), aspart ataminotransferaz (AST)” gibi enzimler yer alır (3, 4, 5, 6). CK yoğunlukla iskelet ve kalp kasında bulunur. Kas hasarı meydana geldiğinde hasarlanmış hücreden salgılanarak kana karışmaktadır (7). Egzersiz sonrası kanda yükselmeye başlayan CK enziminin en yüksek değere 24’üncü saatte ulaştığı belirtilmiştir (8, 9, 10). Ancak; en yüksek değere 48 (11), 72 ve 96’ıncı saatte ulaşılan çalışmalar da mevcuttur (12, 13, 14). Kas hasarı ile ilgili yapılan çalışmalarda, oluşan hasar miktarına bağlı olarak kas ağrısı meydana geldiği (5), kas ağrısının egzersiz sonrası 24-48 saatte en yüksek seviyelere ulaştığı belirtilmiştir (1, 3, 13). Kas ağrısı gibi kuvvet ve inflamasyonun da kas hasarı belirteçleri olduğu görülmüştür (1).

Sporcular yarışmaya hazırlık dönemlerinde yoğun antrenmanlara maruz kalmaktadır. Sporcuların performanslarını arttırmaya yönelik bu çalışmalarını devam ettirebilmeleri ve bir sonraki antrenmana hazır olabilmeleri için antrenman sonrası toparlanma sürelerinin kısa olması gerekmektedir. Bu sebeple antrenmana bağlı oluşan kas hasarını azaltıcı yöntemler sportif performans açısından oldukça önemlidir. Torres ve ark. (15); egzersizle indüklenen kas hasarından sonra

günümüzde kullanılan fizyoterapötik yaklaşımların derlenmesi amacıyla yaptıkları çalışmada; egzersiz sonrası oluşan kas hasarında masaj, kriyoterapi, germe ve düşük yoğunluklu egzersizin yanıtlarını incelemişlerdir. Çalışma sonucunda; masaj'ın egzersize bağlı kas hasarı semptomlarının giderilmesinde anlamlı olmamakla birlikte hafif etkili olduğu, ancak kriyoterapi, germe ve düşük yoğunluklu egzersiz kullanımını destekleyen çalışmalarda kanıt eksikliği olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Yıllardan beri süregelen ısınma-soğuma egzersizlerinin eklem hareket açıklığını (ROM) arttırıp, kas sertliğini ve kas ağrısını azaltması sebebiyle sakatlık riskini azalttığı bilinmektedir (16). Isınma-soğuma egzersizleri içerisinde stretching (germe) egzersizleri de yer almaktadır. Stretching yöntemleri genel olarak; statik, balistik, dinamik ve PNF (Proprioseptif Nöromusküler Fasilitasyon) olarak 4'e ayrılır (17). Statik germe, iskelet kasını belirli bir seviyeye getirip o seviyede belirli bir zaman boyunca tutma işlemidir. Balistik germe, beden ağırlığını kullanarak eklem kendi hareket seviyesini aşan yaylanma şeklinde gerilme meydana getirmeye dayanmaktadır. Dinamik germe, beden ağırlığını kullanarak normal eklem hareket açıklığında germenin yapılması ve PNF germe ise; iskelet kas grubu sinir kas etkileşimini yükseltmek için geliştirilen spesifik hareket kombinasyonları içermektedir (17). Statik germe yönteminde, diğer germe çeşitlerine göre doku hasarı ve enerji gereksinimi daha azdır. Statik germenin kas hasarını önlediği, kas kusurunu iyileştirmede yararlı etkisi olduğu görülmüştür (18). Bu nedenle doku hasarı oluşmuş kaslarda germe yöntemlerinden statik germenin kullanılması daha doğrudur.

Egzersiz sonrası artan kas gerimi beraberinde kas ağrısını getirmektedir. Statik germe de kas gerimini azaltan bir yöntemdir. Bu nedenle, egzersiz sonrası oluşan kas geriminde germe egzersizinin etkisi düşünülerek kas hasarına olan etkisini incelemek amaçlanmıştır. Yapılan literatür taramasında egzersizden hemen sonra yapılan ve sonrasında tekrarlanan stretching egzersizinin kas hasarına etkisi ile ilgili yapılan çalışmaların sınırlı olduğu görülmüştür (19, 20). Torres ve ark. (19)'ın, yapmış oldukları çalışmada; eksantrik egzersizi takiben tekrarlanan germe egzersizinin iskelet kasını iyileştirmeye etkisini araştırmak üzere; katılımcılara quadriceps kasına yönelik eksantrik kasılma ardından pasif germe uygulanmıştır. Germe egzersizi egzersizden hemen sonra, 24, 48 ve 72'nci saatlerde tekrarlanmıştır. Çalışma sonucunda; eksantrik egzersiz sonrası yapılan tek ya da tekrarlanan

germenin kas hasarı belirteç seviyelerini etkilemediği, yalnızca kas sertliğinde olumlu etkisi olabileceği gözlemlenmiştir. Diğer çalışmada ise; pasif gerilmenin gecikmiş başlangıçlı kas ağrıları (DOMS) ve egzersiz sonrası oluşan diğer zararlı etkileri araştırmak üzere quadriceps kasına yönelik eksantrik kasılma uygulanmıştır. Egzersiz öncesi, hemen sonra ve sonraki 7 gün boyunca 3x30sn'lik statik germe uygulanmıştır. Çalışma sonucunda; eksantrik egzersiz sonrası uygulanan pasif germenin DOMS'u önlemediği gözlemlenmiştir (20).

Literatürde bu konu ile ilgili çalışma sayısının sınırlı olması ve antrenman sonrası toparlanmanın önemi dolayısıyla bu çalışmada; egzersiz sonrası stretching uygulamasının kas hasarına etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

### **1.1. Problem**

Genç erkeklerde egzersiz sonrası stretching uygulamasının kas hasarına etkisi var mıdır?

### **1.2. Alt Problemler**

**1.2.1.** Egzersize bağlı kas hasarı sonrası stretching yapmanın esnekliğe etkisi var mıdır?

**1.2.2.** Egzersize bağlı kas hasarı sonrası stretching yapmanın kas ağrısına etkisi var mıdır?

**1.2.3.** Egzersize bağlı kas hasarı sonrası stretching yapmanın ekstremitedeki inflamasyona etkisi var mıdır?

**1.2.4.** Egzersize bağlı kas hasarı sonrası stretching yapmanın serum CK düzeyine etkisi var mıdır?

**1.2.5.** Egzersize bağlı kas hasarı sonrası stretching yapmanın serum LDH düzeyine etkisi var mıdır?

**1.2.6.** Egzersize bağlı kas hasarı sonrası stretching yapmanın serum AST düzeyine etkisi var mıdır?

**1.2.7.** Egzersize bağlı kas hasarı sonrası stretching yapmanın serum ALT düzeyine etkisi var mıdır?

### 1.3. Çalışmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, genç erkeklerde egzersiz sonrası yapılan stretching uygulamasının kas hasarına etkisini araştırmaktır.

### 1.4. Çalışmanın Önemi

Egzersiz sonrası kasta oluşabilecek her hasar, bir sonraki antrenman ya da egzersizi etkileyeceğinden performansı olumsuz etkilemektedir. Bu sebeple; egzersiz sonrası oluşan kas hasarını iyileştirmeye yönelik çalışmalar sportif performans açısından oldukça önemlidir.

Kas hasarı; sporcularda antrenman kapsamındaki yüklenmelerden kaynaklanırken alışılmadık bir egzersize yeni başlayanlarda da oluşarak ağrı ve hareket kısıtlılığını beraberinde getirdiği bilinmektedir (1, 21). Stretching egzersizleri; her branşta kas ve tendonları koruma niteliği sebebiyle ısınma ve soğuma egzersizleri içerisinde yer almaktadır (17). Ancak egzersiz sonrası tekrarlanan stretching çalışmalarının kas hasarı üzerine olan etkisi ile ilgili araştırmalar oldukça sınırlıdır (19, 20).

Egzersiz sonrası tekrarlanan stretching'in kas hasarı üzerindeki etkisine yönelik yapılan çalışmalarda; egzersiz protokolü tek bir kas grubuna yönelik yapılmış ve dolayısıyla yapılan stretching de tek bir kas grubuna yönelik olmuştur (19, 20). Ancak sporun doğası ve insan vücudunun hareket mekanizması gereği düşünüldüğünde tek bir kas grubuna yönelik egzersiz ve stretching'in kas hasarı üzerindeki etkisinden ziyade, bu çalışmada alt ekstremiteye yönelik egzersiz ve stretching'in kas hasarı üzerindeki etkisi incelenmiştir.

Mevcut araştırma sonucunda edinilen bilgilerin sadece spor bilimciler ve sporcular için değil, aynı zamanda rekreatif amaçla spor yapan bireyler için de katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Böylece spor yapan her bireyin antrenmanına katacağı bir bilgi ve alanda sınırlı çalışma olması nedeniyle, elde edilen bilgilerin gelecekteki bilimsel çalışmalara öngörü oluşturabileceği düşünülmektedir.

### 1.5.Araştırmanın Varsayımları

1. Araştırmada yer alan katılımcıların, son 6 ay içinde herhangi bir sakatlık geçirdikleri varsayılmıştır.
2. Araştırmada yer alan katılımcıların, son 1 ay içerisinde yüksek yoğunlukta fiziksel aktivite yapmadıkları varsayılmıştır.
3. Araştırmada yer alan katılımcıların, çalışma süresince herhangi bir fiziksel aktivite yapmadıkları varsayılmıştır.
4. Araştırmada yer alan katılımcıların, çalışma süresince uyku ve beslenme düzenlerini korudukları varsayılmıştır.
5. Araştırmada yer alan katılımcıların, çalışma süresince performanslarını en üst seviyeye kadar zorladıkları varsayılmıştır.
6. Araştırmada yer alan katılımcıların, çalışma süresince ağrı kesici kullanmadıkları ve alt ekstremitte kas gruplarına yönelik masaj vb. uygulama yapmadıkları varsayılmıştır.

### 1.6.Araştırmanın Sınırlılıkları

1. Araştırmada yer alan katılımcılar amatör erkek sporcular ile sınırlıdır.
2. Kas hasarı egzersiz protokolü alt ekstremitte kas grubu ile sınırlıdır.
3. Kas hasarı egzersiz protokolü 60 cm kasa yüksekliğinde 120 derinlik sıçraması ile sınırlıdır.
4. Stretching egzersiz protokolü alt ekstremitte kas gruplarına yönelik 17 dk 50 sn'lik statik germe ile sınırlıdır.

### 1.7. Tanımlar

**Kas Hasarı:** Miyofibrillerin Z bandındaki kopmalardan kaynaklanan yapısal bozulma (1, 2).

**KreatinKinaz (CK):** Kas hasarı belirteçlerinden olan bir enzimdir (7).

**LaktatDehidrogenaz (LDH):** Kas hasarı belirteçlerinden olan bir enzimdir (5).

**AspartatAminotransferaz (AST):** Kas hasarı belirteçlerinden olan bir enzimdir (6).

**AlaninAminotransferaz (ALT):** Kas hasarı belirteçlerinden olan bir enzimdir (22).

**Esneklik:** ROM (Range of Motion), eklem hareket genişliğidir (23).

**Germe (Stretching):** Eklem hareket açıklığını arttırmak için dış veya iç kuvvete uygulanan bir hareketi ifade eder (24).

**Ağrı:** İskemi ve metabolik yan ürünlerin birikmesi sonucu ortaya çıkan durum (25).

**Gecikmiş Kas Ağrısı:** Egzersiz sonrası metabolik yan ürünlerin birikmesi ve egzersize bağlı hasar sonucu oluşmaktadır (25).



## 2. GENEL BİLGİLER

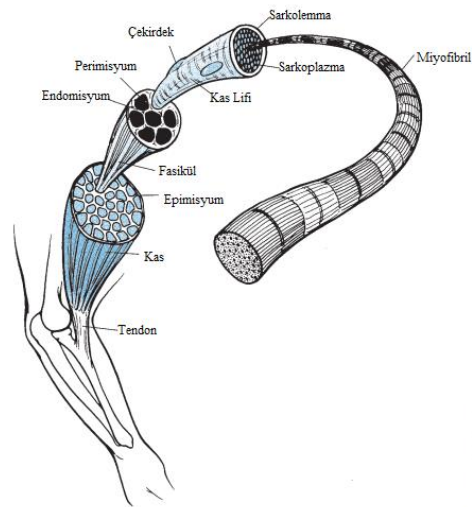
### 2.1. Kas Sistemi ve Egzersiz

İnsan vücudundaki hareket mekanizması, AdenozinTrifosfat (ATP)'ın içindeki kimyasal enerjinin mekanik enerjiye dönüşmesi sonucu oluşur. İskelet kaslarının hareketi bu enerjinin dönüşümü sonrası meydana gelir. Bu nedenle kas sisteminin egzersize verdiği yanıtları değerlendirebilmek için iskelet kas yapısı ve işlevlerinin bilinmesi gerekir (26).

#### 2.1.1. Kas

Vücudumuzda 3 tip kas dokusu mevcuttur. Bunlar; iç organların ve damarların duvarlarında bulunan düz kaslar, sadece kalpte bulunan kalp kası ve istemli kasılan, iskelet sisteminin hareketini sağlayan iskelet kasıdır (26). İskelet kası vücut ağırlığımızın 40'ını oluştururken, düz kas ve kalp kası ise %10'unu oluşturmaktadır (8, 27). İskelet kas yapısının %75'i su, %20'si protein, %5'i ise inorganik tuzlar dahil diğer maddeler, mineraller, yağ ve karbonhidratlardan oluşur (28).

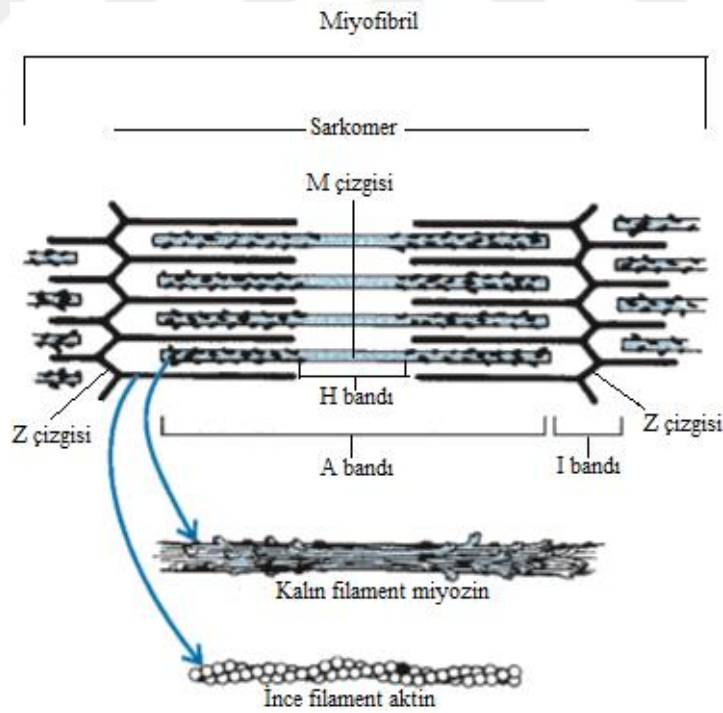
#### 2.1.2. İskelet Kas Yapısı



Şekil 2.1. İskelet kas yapısı Hamill ve ark.; 2015'den alınmıştır.

Vücudumuzda bulunan iskelet kasları, kasın tamamını çevreleyen fibröz bağ dokudan oluşan epimisyum'a sahiptir. Epimisyum, distal uçlarda incelir ve kas içi doku tabakalarıyla birleşerek tendon adı verilen yoğun ve kuvvetli bağ dokuları oluşturur. Tendonlar kasların sonlandığı noktada kemikleri çevreleyen dış tabakaya tutunurlar. Kas lifi endomisyum adı verilen bir bağ dokusu ile çevrelenerek diğer kas liflerinden ayrılır. İskelet kas lifi demetlerimiz fasikül, fasikülü çevreleyen bağ dokusuna perimisyum adı verilir. Endomisyumun altında her bir kas lifini saran zara sarkolemma, bu liflerin hücresel içeriğini sarkoplazma çevreler. Hücrenin sarkoplazması kasılmada rol oynayan proteinler, enzimler, yağ ve glikojen partikülleri ile çekirdek ve çeşitli özelleşmiş hücresel organelleri içerir (26). Bir kas lifi çok sayıda miyofibrilden meydana gelmektedir. Miyofibriller plazma zar tarafından sarılı sarkolemma içindedir (29).

### 2.1.3. İskelet Kas Lifi Yapısı

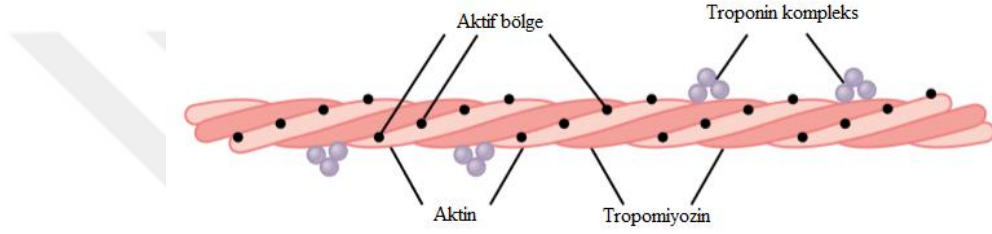


Şekil 2.2. İskelet kas lifi yapısı Hamill ve ark.; 2015'den alınmıştır.



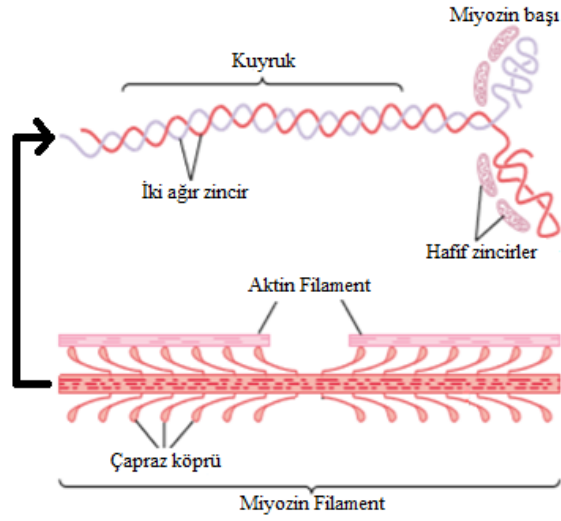
Kas lifi boyunca açık ve koyu bantlar halinde çizgilenmeler görülür. I bandı daha çok ince filament içerdiği için açık renkli, A bandı ise hem kalın hem de ince filament içerdiği için koyu renkli görülür. I bandının ortasında Z çizgisi bulunur. A bandının açık renkte görülen orta kısmına H bandı denir ve H bandını ortadan ayıran çizgiye ise M çizgisi denir (26, 27, 30).

İskelet kasında her bir kas lifi “miyofilament” adı verilen protein liflerinden oluşur. Bu protein lifleri aktin ve miyozin (ince-kalın) olarak ikiye ayrılır.



Şekil 2.3. Aktin filamenti yapısı Guyton&Hall, 2006'dan alınmıştır.

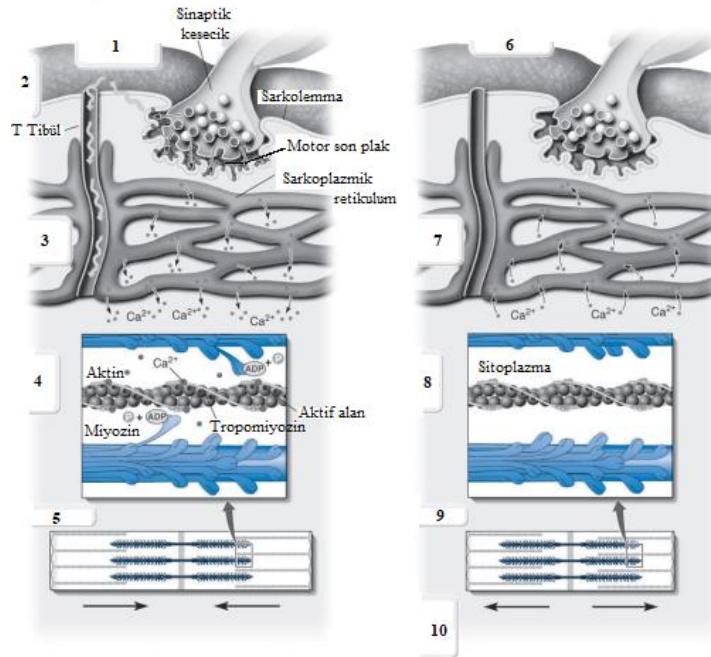
Aktin filament; aktin, tropomiyozin ve troponin protein molekülünden oluşur. İki aktin molekülü birbiri üzerine dolanarak aktin filamentinin temelini oluşturur. Tropomiyozin de bu birbirine dolanmış aktin filamentlerin üzerine sarılır. Troponin ise, düzenli aralıklar ile filament oluşturur bu aktin ve tropomiyozin kompleksinin üzerine bağlanır. Aktin filament üzerinde miyozin başlarının bağlanabileceği aktif bölge vardır. Aktin filamentinin bir ucu Z çizgisine bağlı, diğer ucu ise miyozin filamentleri arasında yer alır (26).



Şekil 2.4. Miyozin filamenti yapısı Guyton&Hall, 2006'dan alınmıştır.

Miyozinflamenti; içerisinde iki protein parçası birbiri üzerine dolanmış halde miyozinin “kuyruk” kısmını oluşturur. Bu burgunun bir ucu yuvarlaklaşarak miyozin başı meydana gelir. Miyozin filamenti çok sayıda başa sahiptir. Miyozin başları, miyozinflamentinden dışarı doğru uzanarak kas kasılması sırasında aktin filamenti üzerindeki aktif bölgelere temas eden çapraz köprüleri meydana getirir (26).

#### 2.1.4. İskelet Kası Kasılma-Gevşeme Mekanizması



Şekil 2.5. İskelet kası kasılma ve gevşeme sistemi Hamill ve ark.; 2015'den alınmıştır.

İskelet kası kasılma-gevşeme işlem sıralaması;

1. Bir aksiyon potansiyeli motor sinir boyunca kas lifi sonuna kadar ulaşır. Bu uyarı; kas hücresi motor son plağına ulaştıktan sonra sinir uçlarından salgılanan ve uyarıların diğer dokuya geçmesini sağlayan asetilkolin (Ach)'i serbest bırakır,
2. Asetilkolin kas lifinin sarkolemmasında aksiyon potansiyeli oluşturur ve bu aksiyon potansiyeli T tıbulüne ulaşır,
3. T tıbüleri yoluyla uyarı hızlı bir şekilde yayılır ve sarkoplazmikretikulumda depolanmış olan kalsiyum ( $Ca^{++}$ )'un serbest bırakılmasını sağlar,
4. Serbest bırakılan  $Ca^{++}$  iyonları aktin flamenti üzerindeki troponin moleküllerine bağlanır ve troponin, tropomiyozini çekerek aktin filamentinin aktif bölgelerini açığa çıkarır. Bu durum, miyozin başlarının aktin filamentine bağlanmasına izin vererek çapraz köprü (akto-miyozin kompleksi) oluşması sağlanır. Miyozinflamentinin üzerinde bulunan miyozin, ATPaz (adenozintrifosfataz) enzimini aktif eder ve bu enzim ATP'nin (Adenozintrifosfat) parçalanarak büyük miktarda enerji açığa çıkmasına ve ADP (Adenozin difosfat) ve Pi (serbest fosfat)'ye dönüşmesine neden olur. Bu sırada açığa çıkan enerji; çapraz köprülerin aktin filamentlerinin, miyozin filamentleri üzerinden sarkomerin merkezine doğru kaymasını sağlar.
5. Kasta gerilim meydana gelir, kas boyu kısalarak kasılma gerçekleşir,
6. Kası uyaran motor sinir üzerindeki sinir uyarıları durur,
7.  $Ca^{++}$  iyonları troponin ve tropomiyozinden ayrılarak sarkoplazmik retikulumun dış veziküllerine depolanmak üzere geri pompalanır,
8.  $Ca^{++}$  iyonlarının ortadan kalkması, miyozin çapraz köprü bileşimlerinin, aktinin aktif kısmı ile bağlanmasını engeller,
9. ATPaz aktivitesi durur ve artık ATP parçalanmaz,
10. Kas flamentleri normal pozisyonuna döner ve kas gevşer (26, 27, 29, 31, 32).

### 2.1.5. İskelet Kas Lifi Tipleri

İskelet kas lifleri; miyozin ağır zincir (MHC) izoformantentine bağlı olduğu bilinen kasılma ve enerji özelliklerine göre Tip I, Tip IIa ve Tip IIx olarak üç gruba ayrılır (28, 31, 33, 34).

Özellikleri Bakımından	Yavaş	Hızlı	
	Tip I	Tip IIa	Tip IIx
Mitokondri sayısı	Yüksek	Yüksek/Orta	Düşük
Yorgunluğa karşı dayanıklılık	Yüksek	Yüksek/Orta	Düşük
Baskın Enerji Sistemi	Aerobik	Kombinasyon Aerobik+anaerobik	Anaerobik
ATPaz aktivitesi	Düşük	Yüksek	En Yüksek
Vmax (Kısalma hızı)	Düşük	Yüksek	En Yüksek
Verim	Yüksek	Orta	Düşük
Kasa özel gerilim (Kas tonusu)	Orta	Yüksek	Yüksek

Şekil 2.6. İskelet Kas Lifi Tipleri Powers&Howley, 2008'den alınmıştır.

Özellikleri bakımından; Tip I, yavaş kasılabilen, oksidatif ve dayanıklı, Tip IIa; hızlı kasılabilen, oksidatif, ara metabolik özellikler içeren, Tip IIx ise; en hızlı kasılabilen, glikolitik ve yorulabilir özelliktedir (33, 34).

### 2.1.6. İskelet Kası Kasılma Türleri

İskelet kasında 3 ana tip kasılma mevcuttur. Bunlar; statik-izometrik, dinamik - konsantrik ve dinamik-eksantrik kasılmadır.

<b>Egzersiz Tipi</b>	<b>Kas Kasılma Türü</b>	<b>Kasılmaya Bağlı Kas Boyu Değişimi</b>
Dinamik	Konsantrik	Azalıır
	Eksantrik	Artar
Statik	İzometrik	Değişiklik yok

**Şekil 2.7. İskelet kası kasılma türleri Powers &Howley, 2008'den alınmıştır.**

Statik egzersizlerde, eklem veya uzuv hareketi yoktur. Oturur pozisyonda ya da ayakta olduğumuz durumlarda (duvara karşı itme gibi) yapılan egzersizleri içerir. Bu nedenle; izometrik kasılmada kas boyunda bir değişiklik görülmezken, kasın tonusu (gerimi) artar.

İzotonik olarak bilinen dinamik egzersizlerde ise; güç üretimi ve eklem hareketi vardır. Dinamik egzersizler, konsantrik ve eksantrik kasılma olmak üzere 2'ye ayrılır. Konsantrik kasılmada, eklem hareketi kapanmaya dayalı olduğu için (bir ağırlığı yerden kaldırma sırasında dirsek ekleminde fleksiyon meydana gelmesi gibi) kas boyunda kısalma meydana gelir. Eksantrik kasılmada ise; eklem hareketi açılmaya dayalı çalıştığı için (dirsek fleksiyondayken elimizdeki ağırlığı yere bırakmamız gibi) kas boyunda uzama meydana gelir. Dinamik egzersiz tipi olan izokinetik kasılma ise; laboratuvar ortamında özel cihazlarda meydana gelen bir kasılma türüdür. Bu kasılma türünde hareketin hızı sabittir. Günlük aktiviteler sırasında hareketlerimizde hızlanma ve yavaşlama mevcut olduğundan, izokinetik kasılma, normal insan hareket mekanizması içerisinde yer almamaktadır (28).

## **2.2. İskelet Kas Hasarı**

Egzersize bağlı kas hasarı, alışılmadık bir egzersiz yapıldığında ya da iskelet kasını zorlayıcı nitelikte olan her çalışmada oluşabilir (21). Kas hasarı doğrudan ve dolaylı ölçüm yöntemleri ile belirlenir.

### 2.2.1. İskelet Kas Hasarı Ölçüm Yöntemleri

İskelet kası hasarını belirlemede, kas biopsisi ve manyetik görüntüleme ile doğrudan ölçüm yapılabilmektedir. Kas biopsisi; kas içerisinde minimal bir örnek alınarak yapılmakta ve tüm kas içerisindeki hasarı alan bu örnek temsil etmektedir. Oluşan hasarın, kasın her bölgesinde olmadığı düşünüldüğünde alınan biyopsi örneğinin tüm kası yansıtmayacağı düşünülmektedir. Bu nedenle, biyopsi tekniği hasar miktarını belirlemede yanıltıcı olabilir. Manyetik görüntüleme tekniklerinde ise; kasın tamamı ve yapısal bozukluklar görüntülenebilir ancak görülen değişiklikler net bir şekilde anlaşılmadığı için bu yöntem yaygın olarak kullanılmamaktadır (1, 8).

İskelet kas hasarını belirlemede; kasa özel enzim aktiviteleri, gecikmiş kas ağrısı, şişlik, eklem hareket açısında azalma ve kuvvette azalma ile dolaylı ölçüm yapılabilmektedir. Bu ölçüm yöntemlerinin uygulanabilirliği daha kolay ve kesin olduğu için yaygın olarak kullanılmaktadır (5, 7, 8, 12).

### 2.2.2. Kas Hasarı ve Egzersiz

Kas hasarının en sık görülen belirtileri ağrı ve yorgunluktur. Yoğun kas aktivitesi sırasında oluşan ağrı ve yorgunluk aktivite sonunda hızla toparlanır (21). Ancak oluşan hasara göre de toparlanma süreci değişiklik gösterir. Farklı şiddette ve farklı türde egzersizler, farklı boyutlarda kas hasarı meydana getirmektedir (12). Özellikle eksantrik kasılmalar, sarkomerin bozulması ile kasta daha büyük yapısal hasara neden olur (31). Eksantrik bileşenlerin yoğun olduğu, tekrarlanan ve alışılmamış egzersizlerde, kas aktivitesinden hemen sonrasında güçsüzlük görülür ancak; ağrı, hassasiyet, şişlik ve sertlik daha yavaş gelişir ve birkaç gün sonra en belirgin hale gelir. Bu nedenle egzersiz sonrası gelişen ağrı “gecikmiş başlangıçlı kas ağrısı (DOMS)”olarak adlandırılır. (31).

Kas ağrılarının oluşumunu açıklayan model:

- |  |
|--|
| 1. Yorucu kas kasılmaları, özellikle eksantrik kasılmalar, sarkomer yapısını bozar ve kas lifinde yapısal hasara neden olur. |
| 2. Sarkoplazmikretikulumün zararında, zar hasarı meydana gelir.  |

3. Kalsiyum, sarkoplazmikretikulümden sızar ve mitokondriyada ATP üretimini engeller.
4. Kalsiyum birikimi, kasılma proteinleri de dahil olmak üzere hücrel proteinleri degrade eden enzimleri aktif eder.
5. Membran hasarı kas proteinlerinin parçalanmasıyla birleşir ve prostaglandin/histamin üretimindeki artış ve serbest radikallerin üretimi de dahil olmak üzere inflamatuvar bir süreç ile sonuçlanır.
6. Kas liflerini çevreleyen histamin ve ödem birikimi, serbest sinir uçlarını (ağrı reseptörleri) uyarır, bu da kastaki ağrı hissi ile sonuçlanır.

Şekil 2.8. Kas ağrılarının oluşumunu açıklayan model Powers&Howley, 2008'den alınmıştır.

Egzersize bağlı kas hasarını belirlemede; ağrı, şişlik ve yorgunluk dışında iskelet kasına özel enzim aktivitelerine de bakılır.

### 2.2.3. Egzersize Bağlı Kas Hasarı Enzim Aktiviteleri

Egzersize bağlı kas hasarını belirlemede; kas metabolizmasında rol alan enzimlerin, egzersiz öncesi ve egzersiz sonrası kan serum düzeyleri değerlendirilir. İskelet kasına özel enzimler arasında; kreatinkinaz (CK), kreatin fosfokinaz (CPK), aspartat aminotransferaz (AST), alanin aminotransferaz (ALT), laktat dehidrogenaz (LDH), c reaktif protein (CRP) ve miyogloblin (Mb) gibi enzimler yer alır. En yaygın olarak kullanılan enzim CK enzimidir (2, 11, 14, 35). Kas hasarını belirlemede CK ile ilişkili olan AST ve LDH enzimleri de yaygın olarak kullanılmaktadır (36, 37, 38).

CK, kreatin fosfat molekülünü katalize ederek ATP'nin sentezlenmesini sağlayan bir enzimdir (5). Bulunduğu dokulara göre 5 farklı izoformu mevcuttur. Üç izoenzimi sitoplazmada, iki izoenzimi ise, mitokondride bulunur. Sitoplazmada bulunan izoenzimler tip I, mitokondride bulunan izoenzimlere ise tip II CK denir. İskelet kasında CK-MM, kalp kasında CK-MB ve beyinde CK-BB şeklinde yer almaktadır (39, 40). AST, aspartik asidin amino grubunun alfa ketoglutarik aside transferini sağlayan, sitoplazmik ve mitokondrial membranın birlikte hasarlandığı

birçok durumda artış gösteren bir plazma enzimidir (4, 41, 42). LDH ise; pürüvatı laktata dönüştüren ve ATP üretimi için yardımcı, sitoplazmik bir enzimdir. Bu enzimin; LDH1, LDH2, LDH3, LDH4, LDH5 olmak üzere 5 ana izoformu vardır (43).

CK ve LDH iskelet kasında fiziksel antrenman için metabolik adaptasyon derecesinin göstergesidir. Her iki enzim kas metabolizmasında rol oynar, fizyolojik aşınma ve hücrenin yıpranması sonucu oluşur. Yoğun egzersiz ve kas patolojilerinden sonra önemli ölçüde artar. Bu artış, antrenman yoğunluğu ve seviyesine göre farklılık gösterir (44). Bu nedenle bu belirteçlerde bir azalma, kas hasarını indükleyen yorucu egzersizden sonra iyileşmenin bir göstergesi olmuştur (45, 46). Egzersize bağlı kas hasarı ile ilgili yapılan bir çalışmada; 15 sağlıklı erkek koşucuya submaksimal düzeyde 21 km'lik koşu egzersizi uygulanarak egzersiz öncesi-sonrası (egzersizden hemen sonra, 3'üncü, 6'ncı, 24'üncü saat) kan örnekleri alınmış ve egzersiz öncesine göre egzersiz sonrası plazma CK, AST ve LDH enzimleri egzersizden 24 saat sonrasına kadar yüksek kalmıştır (37). Yine benzer bir çalışmada, ergen koşuculara submaksimal düzeyde 21 km'lik koşu egzersizi uygulanarak egzersize verdikleri yanıt incelenmiş ve katılımcıların plazma LDH ve AST enzimlerinin egzersiz sonrası 24 saat sonraya kadar yüksek kaldığı sonucuna ulaşılmıştır (36).

### **2.3. Germe**

Germe, kas esnekliğini ve eklem hareket açıklığını arttırmak için iç veya dış kuvvet tarafından uygulanan hareket, (24) diğer bir şekilde ise; kas-tendon biriminin germe sırasında viskoelastisiteye verdiği yanıt olarak tanımlanmıştır (47, 48). Tanımlamalara göre germe esnasında iskelet kasında meydana gelen uzama, gerilme ve basınca karşı oluşan değişiklik kas, ligament ve eklemlerdeki özelleşmiş duyu reseptörleri tarafından algılanırlar. Propriyoseptör olarak bilinen bu duyu organları kas dinamiği ve ekstremitelerdeki hareketleri hakkındaki bilgileri hızlı bir şekilde MSS (merkezi sinir sistemi)'ne gönderir. İskelet kas duyu organlarımız; hareketlerimizi daha kolay, koordineli yapabilmeye ve hareket esnasında ihtiyacımız oranında kas tonusunun sağlanmasına yardımcı olurlar. Kinestetik duyuyu alan üç önemli kas



duyu organı vardır. Bunlar; kas iğciği, golgi tendon organı ve eklem resöptörleri olarak adlandırılır (26, 31).

### **2.3.1. Kas İğciği**

Kas liflerinin uzunluk değişimi ve gerimi hakkında bilgi veren kas iğciği; etrafına bir duyu sinirin spiral şekilde sarıldığı, çevresinde bir kapsül bulunan, değişikliğe uğramış birkaç kas lifinden oluşur (26, 31). Bu kas hücrelerine intrafuzal lifler denir ve böylece normal, düzenli kas liflerinden (ekstrafuzal) ayrılırlar. İğciğin orta kısmı kasılma becerisine sahip değildir ancak, iki ucu kasılma becerisi olan lifleri içerir. Kas iğciğinin her iki ucunu uyaran ince motor sinirlere gamma motor nöronlar denir.

Bu sinirler uyarıldığında kas iğciğinin uçları kısılır ve iğciği merkezin aksi yönüne çeker. Kas iğciği lifleri ekstrafuzal (düzenli) liflere paralel olarak uzandığından, kasın tamamı gerildiğinde kas iğciğinin merkezi de gerilir. Bu gerilme orada bulunan duyu sinirini aktive eder ve uyarılar MSS'ne gönderilerek düzenli kasları uyaran alfa motor nöronu aktive edilir ve kas kasılması sağlanır. Kasta en fazla bulunan propriyoseptördür ve herhangi bir dirence karşı koyma durumunda, kasılması gereken motor ünite sayısının belirlenmesinde kasa yardımcı olur (26).

### **2.3.2. Golgi Tendon Organı**

Tendon lifleri içinde, kas ve tendon liflerinin birleştiği noktada bulunan golgi tendon organı; kas iğciği gibi gerilmeye karşı duyarlı olup, uyarılması için daha büyük bir kuvvete ihtiyaç duymaktadır. Golgi tendon organı, bulunduğu tendonun ait olduğu kastaki gerilim tarafından aktive edilerek MSS'ne gönderdiği bilgiyle, kasta aşırı yük olduğu durumlarda ya da kasla ilgili yapıların zarar görebileceği durumlarda kas gevşemesini oluşturarak hareketlerin yumuşak, koordineli ve zararsız olmasını sağlar (26).

### 2.3.3. Eklem Reseptörleri

Tendon, ligament, kemik, kas ve eklem kapsülünde eklem reseptörleri bulunmaktadır. Bu reseptörler; eklem açısı, eklem ivmelenmesi ve eklemde oluşan basınç sonucu meydana gelen değişikliklerle ilgili bilgileri MSS'ye gönderirler (26). Bunun yanında; hücre dışı potasyumun kas pH konsantrasyonundaki, oksijen (O<sub>2</sub>) ve karbondioksit (CO<sub>2</sub>) yoğunluğu değişimleri hakkında MSS'ne bilgi vermektedir (31).

### 2.4. Stretching (Germe) Yöntemleri

İskelet kasına yönelik yapılan germe egzersizleri 4 ana yöntem ile yapılabilmektedir.

1. Statik germe,
  - a. Pasif germe,
  - b. Aktif germe,
3. Balistik germe,
4. Dinamik germe,
5. PNF (propriyoseptif nöromusküler kolaylaştırma) germe (17, 49, 50).

#### 2.4.1. Statik Germe

Statik germe, bir eklem hareket açıklığının son noktasında 15-60 sn boyunca gerilmiş pozisyonda tutmayı içeren hareketleri kapsamaktadır (51, 52). Diğer bir tanımlamada statik germe; eklemi, kas gerilmesinden daha büyük direnç görecekt noktaya getirmeyi içermektedir. Gerilmenin azalması gerçekleşene kadar eklem bu noktada tutulur ve daha sonra eklem, gerilmenin serbest bıraktığı ölçüde başlangıç pozisyonuna geri döndürülür. Statik germe birkaç kez tekrarlanabilir. Ayrıca, gerilme pozisyonuna hareket ederken ve tekrar geri dönerken aktif bir bileşen içerir ancak eklem uzun bir süre uzatılmış bir konumda tutulduğu için germe pasiftir. Statik germede antagonist kas da kasılır ancak kuvvet çoğu zaman düşük olduğundan antagonist kasta etkili bir gerilme meydana gelmez (49).

#### **2.4.1.1. Pasif Germe**

Pasif germe basit bir germe yöntemidir. Bir asistan, terapist, makine, ağırlık yardımı ile istenen vücut dokularını germeye yönelik dış kuvvet kullanılarak veya denek tarafından harici yardım olmadan, örneğin bacakları kendi elleriyle çekerek veya germe kuvveti oluşturmak için yerçekimi ve vücut pozisyonlarını kullanmayı içeren bir germe yöntemidir (49).

#### **2.4.1.2. Aktif Germe**

Agonist kasın kendiliğinden kasılmasını kullanan aktif germe esnasında, aktif eklem hareket açıklığı (ROM) üretmek için, genellikle dış kuvvet uygulanmaz. Bu nedenle ROM gerilecek kasın direncine ve gerdirmeyi yapan agonist kasın gücüne bağlı olacaktır. Pasif germe ROM'ü arttırmaya çalışırken aktif germe öncelikle normal hareketliliği korumak için kullanılır. Aktif germe yöntemi içerisinde yardımcı aktif germe yöntemi de vardır. Bu yöntemde terapist pasif germe işlemi uygularken, denek agonist kasları kasarak harekete yardımcı olur. Bu germe tekniği hareketliliği arttırmanın yanı sıra zayıf kasları güçlendirmek ve koordinasyonu arttırmak için kullanılmıştır (49).

#### **2.4.2. Balistik Germe**

Vücudun kendi ağırlığı kullanılarak eklem hareket açıklığının normal sınırlarını zorlayan, yaylanma biçiminde yapılan germe egzersizleridir. Kas lifleri mümkün olduğu kadar gerilmiş durumda iken yaylanma biçiminde kontraksiyon yaptırılması esasına dayanır (17). Diğer bir tanımlamada; balistik germe, agonist kasların güçlü ve tekrarlayan kasılması ile antagonist kasları germek için hareket sağlar. Hareket genellikle birkaç kez durmadan tekrarlanır ve dinamik bir germe tekniği olarak sınıflandırılır. Dinamik germe teknikleri de yavaş, sabit bir hızda yapılabilir ancak bu durumda balistik olmazlar. Güçlü ve hızlı gerilme, kasları harekete geçiren bir refleks ve gerilme direnci sağlar. Balistik germede kas gerginliği seviyesi statik germe tekniğinden daha yüksektir.

Balistik germe yöntemi, eklem hareket açıklığının en uzak noktasında koordinasyonu geliştirme ve germe kuvvetini arttırmak için kullanılabilir. Ayrıca; denge, hareketler üzerinde kontrol, güç ve hız gerektiren zorlu bir tekniktir. Yüzme, ağırlık kaldırma, cirit atma ve diğer pist etkinlikleri gibi belirli sporlar için spesifik bir antrenman egzersizi olarak popüler bir germe tekniğidir. Balistik teknikler ısınma sırasında genellikle iyi hareketlilik gerektiren sporlarda kullanılır. Bu tekniğin avantajı, germe işlemini koordinasyon egzersizleriyle birleştirmesidir (49).

### **2.4.3. Dinamik Germe**

Vücudun kendi ağırlığı kullanılarak normal eklem hareket açıklığına kontrollü biçimde ulaşılan germe tipidir. Balistik germeden farklı olarak dinamik germede eklem hareket açıklığının normal sınırları zorlanmaz ve yaylanma tarzı hareketler yerine kontrollü germe hareketleri vardır (17). Diğer bir tanımlamada; dinamik germe, bir eklem, kasın gerileceği yöne hareket ettirilmesiyle gerilmesi ve derhal gerilmenin azalması yönünde geri döndürülmesi anlamına gelir. Bu, eklem hareket açıklığını yavaş yavaş artırırken birkaç kez tekrarlanabilir, böylece hedeflenen dokular yavaş yavaş uzatılabilir. Bu germe tekniğinde gerilme, sabit bir hızda yavaş olabilir veya esasen dinamik gerdirme olan balistik gerilmede olduğu gibi eklem hareket açıklığının en uç noktasına yakın bir şekilde yavaşlama ile yüksek hıza çıkabilir. Dinamik gerilme, hareketi üretmek için antagonist kasları kullanırken aktif olabilir ya da gerdirmeyi üretmek için ağırlıkları ve yerçekimini kullanırken pasif olabilir. Sporcular genellikle ağırlık destekli dinamik germe kullanırlar (49).

### **2.4.4. PNF Germe**

Kas gruplarının nöromusküler verimliliğini arttırmak için geliştirilmiş çok özel hareket kombinasyonlarıdır (17). Propriyoseptif nöromusküler kolaylaştırma yöntemi Herman Kabat tarafından serebral palsili hastaların rehabilitasyonunda kullanılmak üzere geliştirilmiştir. PNF tekniği düz hareket çizgileri kullanmaz, çünkü diyagonal hareketlerle birlikte birçok eklem hareketinin merkezi sinir sistemini daha etkin bir şekilde harekete geçirmesini sağlar. Hareketler pasif egzersizlerden ve hem aktif izometrik eksantrik hem de konsentrik egzersizlerden oluşur. Başlangıçta

egzersizler pasif olarak gerçekleştirilir. Hareket şekilleri oluşturulduğunda ve kontrol gelişmeye başladığında, egzersiz kısmen desteklenebilir ve hasta tarafından aktif olarak gerçekleştirilebilir. Kolaylaştırma egzersizleri agonist kasları aktive etmeye çalışırken, inhibisyon teknikleri antagonist kasları gevşetmeye çalışmaktadır. PNF, nöromüsküler sistemde dengeyi sağlamak için her iki tekniği de kullanır. Amaç spastisitenin neden olduğu hareket kısıtlamasını azaltmak ve kas kontrolünü iyileştirmektir. PNF tekniğinde hızlı hareketler, kas içiği ya da refleks reaksiyonunu aktifleştirerek ağrı reseptörlerinin aktivasyonuna neden olup gerilmeyi önleyebilir. Bu nedenle, tüm hareketler yavaş yapılmalıdır (49).

## 2.5. Stretching ve Egzersiz

Germe; kas esnekliği ve eklem hareket açıklığı prensibine dayandığından, sportif performans açısından önem taşımaktadır. Bu nedenle; egzersiz öncesinde yapılan germe egzersizleri, kas tendon birim uzunluğu ve esnekliğini arttırarak, sportif performansın artmasına ve egzersize bağlı yaralanma riskini azaltmaya yardımcı egzersizler olarak bilinmektedir (24, 16). Yapılan bir çalışmada; Akut statik, balistik ve PNF germe egzersizinin kas ve tendon dokusu özellikleri üzerine olan etkisi incelenmiş, çalışmada statik, balistik, PNF ve kontrol olmak üzere rastgele 4 farklı grup oluşturulmuş, germe egzersizlerinden önce ve sonra eklem hareket açıklığı (ROM), maksimum istemli kasılma, pasif rezistif tork ve gastronemius kasına yönelik kas tendon ünitesi parametrelerine yönelik (kas sertliği, pasif ve aktif tendon sertliği, fasikül uzunluğu ve pennasyon açısı) ölçümler yapılmıştır. Tüm gruplarda yapılan germe egzersizleri 4x30 sn'lik germelerden oluşmuş ve çalışma sonucunda; tüm gruplara ROM artmıştır, kas sertliği ve kas tendon sertliği azalmıştır, germe grupları arasında bir fark olmadığı sonucuna ulaşılmıştır (16). Ancak aksi sonuçlar elde eden çalışmalarda mevcuttur. Burada germe egzersizinin türü, germe süresi ve germe tekrarı da sonuçlarda değişiklik görülmesinin bir nedeni olabilir. Çünkü her bir germe türü esnasında iskelet kasında farklı türde kasılma meydana gelmekte ve kasılma süresi de iskelet kas gücünü farklı şekilde etkileyebilmektedir. Yapılan bir çalışmada; futbolcular üzerinde uygulanan iki farklı germe tekniğinin dikey sıçrama performansı ve EMG (Root Mean Square)

değeri üzerine akut etkilerine bakılmış, katılımcılara alt ekstremitte kas gruplarına yönelik, 4x30sn tekrarlı kas-gevşet PNF germe ve statik germe egzersizi uygulanmıştır. Germe egzersizlerinden önce ve hemen sonra dikey sıçrama ölçümleri ile EMG ölçümleri alınmış ve çalışma sonucunda, her iki germe grubunda da kontrol grubuna göre dikey sıçrama değerleri ve EMG değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde düşme görülmüştür (53). Yapılan bir diğer çalışmada ise; farklı germe egzersizleriyle yapılan plyometrik antrenmanın esneklik, dikey sıçrama, bacak kuvveti ve EMG değerleri üzerine kronik etkilere bakılmış, katılımcılara 6 hafta boyunca, haftada 3 gün, alt ekstremitteye yönelik 3x30sn tekrarlı kas-gevşet PNF ve statik germe egzersizinden sonra plyometrik antrenman uygulanmıştır. Ölçümler 6 haftalık egzersiz programı öncesinde ve sonrasında yapılmıştır. Çalışma sonucunda; esneklik, dikey sıçrama, bacak kuvveti değerleri ve EMG değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde geliştiği görülmüştür (54).

Günümüzde yapılan yeni çalışmalarla birlikte germe egzersizleri; egzersiz öncesi yaralanmayı azaltıcı ve performansı artırıcı etkisi dışında, egzersiz sonrasında egzersize bağlı oluşan hasarı azalttığı ve toparlanmayı hızlandırdığı düşünülen düşük yoğunluklu egzersiz, masaj ve kriyoterapi gibi tekniklerin yanında yer almaya başlamıştır. Yapılan bir çalışmada; egzersizle indüklenen kas hasarından sonra günümüzde kullanılan fizyoterapötik yaklaşımların derlenmesi amaçlanarak, 18-60 yaş arası katılımcılardan oluşan 35 çalışma derlenmiş ve çalışmada kas hasarı sonrası kullanılan masaj, kriyoterapi, germe ve düşük yoğunluklu egzersizlerin kas hasarı belirtilerinin giderilmesindeki etkileri karşılaştırılmıştır. Çalışma sonuçlarında elde edilen verilere bakıldığında, masaj tekniğinin kas hasarı belirtilerinin giderilmesinde hafif etkili olduğu, ancak kriyoterapi, germe egzersizi ve düşük yoğunluklu egzersizlerin kullanımını destekleyen çalışmalara ihtiyaç olduğu görülmüştür (55).

## **2.6. Literatür**

Konrad ve ark. (16) çalışmasında; akut statik, balistik ve PNF germe egzersizinin kas ve tendon dokusu özellikleri üzerine etkisini araştırmıştır. Çalışmaya 122 katılımcı katılmıştır ve germe egzersizi öncesi eklem hareket açıklığı (ROM), pasif rezistiftork, maksimum istemli kasılma ve kas tendon ünite parametreleri

(fasikül uzunluğu, pennasyon açısı, kas sertliği, pasif ve aktif tendon sertliği) ölçülmüş ardından 4x30sn'lik germe egzersizleri uygulanmış ve tüm ölçümler tekrarlanmıştır. Çalışma sonucunda tüm gruplarda rom artmış, kas sertliği ve kas tendon sertliği azalmış, germe grupları arasında anlamlı bir fark görülmemiştir.

Yapılan bir araştırmada; yüzeysel soğutma ile statik germenin kas sertliği üzerine etkisi araştırılmıştır. Çalışmaya 16 katılımcı katılmıştır. Dorsal fleksiyon esnekliği, germe toleransı ve kas sertliği ölçülen katılımcılardan; deney grubuna 20 dk soğutma ve ardından 2 dakika statik germe uygulanırken, kontrol grubuna 20 dk dinlenme ardından 2 dk statik germe uygulanmış ve ölçümler tekrarlanmıştır. Çalışma sonucunda; yüzeysel soğutma ve statik germe uygulamasının kas sertliğini azalttığı ve esnekliği arttırdığı, , ancak gruplar arasında bir farklılık olmadığı görülmüştür (56).

Matsuo ve ark. (57) çalışmasında; eksantrik olarak hasar görmüş ve zarar görmemiş kaslar arasındaki statik germe tepkilerini araştırmıştır. Çalışmaya 12 erkek katılımcı katılmış ve diz fleksörüne 60 maksimum eksantrik kasılma uygulanmıştır. Eksantrik egzersizden 2 ve 4 gün sonra her iki diz fleksörüne ağrı hissedilmeyecek yoğunlukta 300 sn'lik pasif statik germe yapılmıştır. Çalışma sonucunda; ağrı hissedilmeyecek yoğunlukta yapılan statik germenin zarar görmemiş kaslara göre eksantrik olarak hasar görmüş kaslar üzerinde daha fazla olumlu etki yarattığı görülmüştür.

Yapılan bir diğer çalışmada, eksantrik egzersiz kaynaklı hamstring kas hasarı üzerine statik aktif veya dinamik aktif gerilmenin akut etkisi araştırılmış ve çalışmaya toplam 36 erkek katılmıştır. Katılımcılara egzersiz protokolü olarak, dominant bacak diz fleksiyonunda 6x10 tekrarlı maksimal eksantrik kasılma uygulanmıştır. Germe protokolünde ise; statik aktif germede, hamstring kasına 6x15 sn germe ve 15sn dinlenme, dinamik aktif germede ise hamstring kasına 6x15 sn ritmik germe (dk/60 hareket hızında) ve 15 sn dinlenme yapılmıştır. Çalışma sonucunda; egzersiz öncesi yapılan aktif germe, eksantrik egzersizden sonra kas hasarı semptomlarını hafiflettiği için faydalı olabileceğini göstermiştir (58).

Benzer bir çalışmada; esneklik eğitiminin eksantrik egzersizin neden olduğu kas hasarına etkisi araştırılmış, çalışmaya 30 katılımcı katılmıştır. 8 hafta boyunca haftada 3 kez statik germe ve PNF germe yapılmış, 8 haftanın sonunda diz fleksiyonu 6x10 tekrarlı maksimal izokinetik kasılma yapılmıştır. Çalışma sonucunda; hem statik gеме hem de PNF germe egzersizinin eksantrik egzersizin neden olduğu kas hasarını azaltmada etkili olduğu ve esnek kasların hasara karşı daha dirençli olduğu görülmüştür (59).

Yine bir germe egzersizi çalışmasında; balistik germe eğitiminin kas ve tendon yapı özellikleri üzerine etkisi araştırılmak üzere 48 katılımcıya 6 hafta boyunca, haftada 5 gün 4x30 sn dorsal fleksiyona balistik germe egzersizi uygulanmıştır. Çalışma sonucunda; alt bacak kasının 6 haftalık germe eğitim programının dorsal fleksiyon esnekliğini arttırdığı ancak kas, tendon dokusu üzerine etkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır (60).

Benzer bir çalışmada; PNF germenin kas tendon yapı özelliği üzerine etkisi araştırılmak üzere, 49 katılımcıya 6 hafta boyunca haftada 5 gün PNF germe eğitimi verilmiştir. Germe egzersizi plantar fleksör kas grubuna yönelik olup 4x15sn germe içermektedir. Çalışma sonucunda 6 haftalık PNF germe eğitim programının ROM'ü arttırdığı, ve tendon sertliğini azalttığı görülmüştür (61).

Yapılan bir çalışmada; eksantrik egzersiz ile tetiklenen kas hasarı semptomları üzerine PNF germenin etkisi araştırılmak üzere 28 erkek katılımcıya egzersiz öncesi PNF germe uygulanmıştır. Germe protokolünde katılımcılardan el bileği ekstansörünün 10 sn gerilme hissi bildiren noktada tutularak araştırmacının direncine karşı 7 sn maksimum güçte itme yapmaları istenmiş ve ardından 5 sn dinlenme verilmiş. Daha sonra katılımcılardan yeni bir gerilme hissedeceği noktada aktif olarak kas gerilmesi istenmiş ve germe 20 sn tutularak bu işlem döngüsü 10 kez tekrarlanmıştır. Eksantrik egzersiz olarak ise; maksimal güçte 5x60 tekrarlı egzersiz protokolü uygulanmıştır. Çalışma sonucunda; egzersiz öncesi PNF gerilmesinin ağrı eşiği, ROM ve kas kuvveti semptomlarını azaltabileceğini göstermiştir. PNF germe uygulamasının bilek ekstansörlerinde egzersiz kaynaklı kas hasarı semptomlarını hafifletmeye yardımcı olduğunu göstermektedir (62).



Yapılan derleme çalışmasında (63); egzersiz sonrası oluşan kas ağrısını önlemek veya azaltmak için uygulanan egzersiz öncesi germe, egzersiz sonrası germe ve hem egzersiz öncesi hem de egzersiz sonrası germe içeren çalışmalar yer almıştır. Bu çalışmalar içerisinde egzersiz sonrası germe uygulamasının kas hasarı üzerine etkisi ile ilgili çalışmalar aşağıda belirtilmiştir.

Broker ve Schwane (64); egzersiz sonrası statik germenin gecikmiş kas ağrısı üzerine etkisini araştırmak üzere 23 katılımcı çalışmaya dahil edilmiştir. Katılımcılara, egzersiz protokolünde step test (20 dk, dk/15 step döngüsü), egzersiz sonrası yapılan germe uygulamasında ise 10x30 sn statik germe uygulanmıştır. Germe uygulaması ilk 24 saat 2 saat aralıklarla, sonraki zaman dilimlerinde 4 saat aralıklarla uygulanmış, egzersiz öncesi, 24, 48 ve 72'inci saatlerde CK, uzuv çevresi, kas ağrısı ve kas kuvveti değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda; deney ve kontrol grubu arasında anlamlı fark olmadığı, çalışmada uygulanan germe egzersizinin gecikmiş kas ağrısını hafifletici etkisinin olmadığı görülmüştür.

Gulick ve ark. (65) çalışmasında; gecikmiş kas ağrısının belirtileri ve semptomları üzerine çeşitli tedavi tekniklerini araştırmak üzere 21 katılımcı çalışmaya dahil edilmiştir. Egzersiz protokolünde; ön kol kas grubuna yönelik 15x15 eksantrik kasılma, germe uygulamasında ise, egzersizden hemen sonra 10 dk statik germe uygulanmıştır. Ölçümlerde, egzersiz öncesi, hemen sonra, 20 dk, 24, 48, 72'inci saatlerde kol çevre ölçümü, kas ağrısı, kas kuvveti, ve ROM değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda; tüm ölçümlerde deney ve kontrol grupları arasında anlamlı fark olmadığı, uygulanan statik germenin gecikmiş başlangıçlı kas ağrısını hafifletici etkisinin bulunmadığı gözlemlenmiştir.

High ve ark. (66) çalışmasında; statik germenin gecikmiş başlangıçlı kas ağrısının önlenmesini araştırmak üzere 2 grup oluşturulmuştur (grup 1: ısınma x egzersiz x statik germe, grup 2: egzersiz x statik germe). Egzersiz protokolü olarak; step test adım testi (dk/64 adım döngüsü tükenene kadar), germe uygulaması olarak ise, 5x50sn statik germe uygulanmıştır. Araştırmada; kas ağrısı 24, 48, 72, 96 ve 120'inci saatlerde değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda; kas ağrısı için gruplar arasında fark olmadığı, uygulanan statik germenin DOMS'u önlemede etkisini bulunmadığı gözlemlenmiştir.

McGlynn ve ark. (67) çalışmasında; statik germenin kas ağrısına etkisinin elektromiyografik geri bildirimini araştırmak üzere 36 erkek katılımcı çalışmaya dahil edilmiştir. Egzersiz protokolü olarak; dirsek fleksörüne maksimumun %80'inde tükenene kadar eksantrik kasılma uygulanmıştır. Germe uygulamasında 6, 25, 30, 49, ve 54'üncü saatlerde 2 dk statik germe yapılmıştır. Araştırmada; egzersiz öncesi, hemen sonra, 24, 48 ve 72'inci saatlerde EMG ve kas ağrısı değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda; uygulanan statik germenin EMG aktivitesini azalttığı ancak ağrı üzerinde anlamlı bir fark oluşturmadığı gözlemlenmiştir.

Wessel ve Wen (68) çalışmasında; germenin gecikmiş başlangıçlı kas ağrısının yoğunluğuna etkisi araştırılmak üzere 20 katılımcı çalışmaya dahil edilmiştir. Egzersiz protokolü olarak; 3x20 maksimal konsantrik/eksantrik diz fleksör kasılması uygulanmıştır. Germe uygulaması olarak ise; 10x60 sn statik germe uygulanarak, egzersizden hemen sonra ve 48'inci saatte ROM ve basınç ağrı eşiği değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda; tüm ölçümlerde gruplar arasında anlamlı fark olmadığı, uygulanan statik germenin DOMS'u önlemede veya azaltmada etkisi olmadığı gözlemlenmiştir.

Lund ve ark. (20) çalışmasında; pasif gerilmenin gecikmiş başlangıçlı kas ağrıları ve egzersiz sonrası oluşan diğer zararlı etkileri araştırmak üzere 7 katılımcı çapraz deney deseni ile çalışmaya dahil edilmiştir. Egzersiz protokolü olarak; quadriceps kasına maksimumun %60'ında tükenene kadar eksantrik kasılma uygulanmıştır. Egzersiz öncesi, hemen sonra ve sonraki 7 gün boyunca 3x30sn'lik statik germe uygulanmıştır. Araştırmada, CK, kas ağrısı, kas kuvveti, inorganik fosfatta fosfokreatin oranı egzersiz öncesi, hemen sonra, 24, 48, 72, 96, 120, 144 ve 168'inci saatlerde değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda; değerlendirilen tüm ölçütler için deneyimler arasında anlamlı fark olmadığı, eksantrik egzersiz sonrası uygulanan pasif germenin DOMS'u önlemediği gözlemlenmiştir. Yapılan derleme araştırması sonucuna göre (63); egzersiz sonrası oluşan kas ağrısını önlemek veya azaltmak için, egzersiz sonrası yapılan germe uygulamalarının gecikmiş kas ağrısı üzerine anlamlı bir azalma üretmediği sonucuna ulaşıldığı rapor edilmiştir.

Torres ve ark. (19) çalışmasında; eksantrik egzersizi takiben tekrarlanan germe egzersizinin kası iyileştirmeye etkisini araştırmak üzere 56 katılımcı ile 4 grup

oluşturmuştur. 1.grup: quadriceps kası üzerine sadece germe, 2.grup: quadriceps kasına yönelik yorulana kadar eksantrik egzersiz, 3.grup: eksantrik egzersiz sonrası tek bir germe, 4.grup: eksantrik egzersizden hemen sonra ve 24, 48, 72'inci saatlerde tekrarlanan germe. Egzersiz protokolü olarak; quadriceps kasına yönelik maksimumun %60'ında, her set 30 eksantrik kasılma uygulanmış ve katılımcılar 2 seti tamamlayamadığında (yorgunluk kriteri) egzersiz sonlandırılmıştır. Germe egzersiz protokolü olarak; quadriceps kasına yönelik 10x30sn (pasif germe) uygulanmıştır. Araştırmada; kas ağrısı, maksimal konsantrik peak tork, diz fleksiyon açısı, dinlenik durumda diz açısı ve plazma CK seviyesi egzersiz öncesi, hemen sonra, 24, 48 ve 72'inci saatlerde değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda; eksantrik egzersiz sonrası yapılan tek ya da tekrarlanan germenin kas hasarı belirteç seviyelerini etkilemediği, yalnızca kas sertliğinde olumlu etkisi olabileceği gözlemlenmiştir.

Yapılan literatür taramasında, germe uygulamasının egzersize bağlı kas hasarı belirteçleri üzerine olan etkisini inceleyen birçok çalışmanın yapıldığı görülmüştür. Yapılan çalışmaların sonuçlarına göre; bazı araştırmalarda germe uygulamasının kas hasarı belirteçleri üzerine olumlu etkisi olduğu bazılarında ise herhangi bir etkisi olmadığı belirtilmiştir. Ancak; araştırmacılar germenin kas hasarı üzerine olan etkisini egzersiz öncesi, egzersiz sonrası, egzersiz öncesi ve sonrası tek bir germe uygulamasının etkilerini araştırmıştır. Egzersiz sonrası tekrarlanan germe uygulamasının kas hasarına etkisi ile ilgili yalnızca 2 çalışmaya ulaşılmıştır. Bundan dolayı bu çalışmanın amacı; egzersiz sonrası tekrarlanan germe uygulamasının kas hasarına etkisini incelemektir.

## 2. GEREÇ VE YÖNTEM

### 3.1. Araştırma Grubu

Bu araştırmanın katılımcıları 24 amatör erkek sporcudan oluşmuştur. Araştırma için; Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan izin alınmıştır (no:2018/205) (Bkz.Ekler).

Çalışmayı etkileyebileceği düşüncesiyle, son 6 ayda herhangi bir sakatlık geçirmemiş, çalışma öncesi son 1 aylık dönemde yüksek şiddette egzersiz yapmamış, son 1 hafta ve çalışma süresince ise herhangi bir egzersiz yapmayan katılımcılar çalışmaya dahil edilmiştir. Çalışma öncesinde toplantı yapılarak, katılımcılara çalışma süreci ve yapılacak testler aktarılmıştır. Daha sonra katılımcılara çalışmaya gönüllü olarak katıldıklarını belirten form sunularak imzalı onayları alınmıştır (Bkz. Ekler). Çalışmaya dahil edilen katılımcılardan biri çalışmanın kontrol şartlarına uymadığı için verileri istatistiksel analizlere dahil edilmemiştir.

Toplamda 23 katılımcıdan oluşan araştırma grubunda katılımcıların; yaş ortalaması,  $21,26 \pm 1,68$  yıl, boy ortalaması,  $176,74 \pm 7,65$  cm, vücut ağırlık ortalaması,  $72,32 \pm 7,47$  kg, vücut yağ yüzdesi ortalaması (vyy),  $11,99 \pm 4,69$  % ve beden kütle indeksi ortalaması (BKİ)  $23,20 \pm 2,56$  kg/m<sup>2</sup>'dir. Araştırma grubunda; 1.Grup (n= 12) deney grubunu, 2. Grup (n= 11) kontrol grubunu oluşturmuştur.

### 3.2. Araştırma Modeli

Bu çalışmada, gerçek deneme modellerinden olan “öntest-sontest kontrol gruplu deney deseni” kullanılmıştır.

G <sub>1</sub>	R	O <sub>1.1</sub>	X	O <sub>1.2</sub>
G <sub>2</sub>	R	O <sub>2.1</sub>		O <sub>2.2</sub>

**Tablo 3.1. Araştırma Modeli**

G<sub>1</sub>: Deney grubu  
G<sub>2</sub>: Kontrol grubu

O<sub>1</sub>: 1. Ölçüm  
O<sub>2</sub>: 2. Ölçüm

R: Grupların Oluşturulmasında Yansızlık  
X: Bağımsız Değişken (Stretching Egzersizi)

### 3.3. Verilerin Toplanması ve Veri Toplama Araçları

Öntest ölçümlerinden önce; katılımcıları tanımlamada kullanılmak üzere, vücut kompozisyon ölçümleri yapılmıştır. Kas hasarını belirlemede kullanılan serum enzim düzeylerinin cinsiyet ve beden kütle indeksine göre değişim gösterdiği bilinmektedir (69). Bu nedenle; egzersize bağlı oluşan kas hasarını belirlemede kullanacağımız parametreler göz önüne alındığında bireysel farklılıklardan kaynaklanabilecek etkileri minimuma indirmek için katılımcıların otur-uzan testi ile esneklik, bacak ve sırt dinamometresi ile bacak kuvveti ölçümleri alınarak iki eşit grup oluşturulmuştur. Oluşturulan bu grupların arasında yazı-tura atılarak rastgele yansız atama ile deney ve kontrol grubu belirlenmiştir.

Öntestte tüm katılımcıların; serum kreatin kinaz (CK), laktat dehidrogenaz (LDH), aspartat aminotransferaz (AST) ve alanin aminotransferaz (ALT) seviyeleri, esneklik, ağrı ve ekstremitte çevre ölçümleri alınmıştır. Daha sonra her iki grup kas hasarı egzersiz protokolünü gerçekleştirmeden önce 1 set 20 tekrardan oluşan deneme amaçlı derinlik sıçraması yapmıştır. Tek setten oluşan bu derinlik sıçraması esnasında dönüt ve düzeltme verilerek tüm katılımcıların sıçrama performanslarının standart olması sağlanmıştır. Katılımcılar bu sıçramanın hemen sonrasında kas hasarı egzersiz protokolünü oluşturan; 6 set, 20 tekrarlı, maksimal kuvvette 120 derinlik sıçraması yapmıştır. Egzersizden hemen sonra, 24, 48, 72 ve 96'ncı saatlerde deney grubuna alt ekstremitte kas gruplarına yönelik 6 hareketten oluşan 3x30sn'lik germe içeren toplam 17 dk 50 sn'lik statik germe egzersizi uygulanmış ve sonrasında her iki grubun da öntestte yapılan ölçümleri tekrarlanarak veri toplama tamamlanmıştır.

Verilerin toplanma sürecinde katılımcılar gruplar halinde çalışmaya dahil edilmiştir. Her grup ölçümünü 6 günde tamamlamıştır. Tüm katılımcıların verileri 4 haftalık çalışma sonunda toplanmıştır. Çalışma süreci ve haftalık çalışma programı aşağıda belirtilmiştir.

Tablo 3.2. Çalışma planı

ÇALIŞMA PLANI (Deney grubu n=12 / Kontrol grubu n=11)						
Uygulama günü öncesi	Ölçümler	Uygulama günü	24. sa	48.sa	72.sa	96.sa
<p><b>11:30</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Araştırma ile ilgili bilgilendirme,</li> <li>Araştırma esnasında yapılacak tüm ölçümlerin gösterimi,</li> <li>Katılımcıları tanımlayıcı ölçümler (yaş, boy, VA, VYY, BKİ),</li> <li>Uyluk çevre ölçüm noktasının belirlenmesi,</li> </ul> <p><b>13:00</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Hamstring esneklik ve bacak kuvveti ölçümü,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>CK, LDH, AST, ALT,</li> <li>Ağrı,</li> <li>Hamstring esneklik,</li> <li>Quadriiceps esneklik,</li> <li>Uyluk çevre,</li> </ul>	<p><b>13:00-14:00</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Tüm ölçümler,</li> <li>Tüm gruplar egz. protokolü,</li> </ul>	<p><b>14:00-14:30</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Deney grubu stretching protokolü,</li> </ul>	<b>24.saatin tekrarı</b>	<b>24.saatin tekrarı</b>	<b>24.saatin tekrarı</b>
	<p><b>Egzersiz protokolü</b></p> <p>6x20 derinlik sıçraması Sıçramalar arası 10sn Setler arası 2 dk dinlenme</p>	<p><b>14:00-14:30</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Deney grubu stretching protokolü,</li> </ul>	<p><b>14:30-15:00</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Deney ve kontrol grubu tüm testler,</li> </ul>			
	<p><b>Stretching protokolü</b></p> <p>6 hareket (9egz.) 3x30sn germe Setler ve hareketler arası 10 sn dinlenme Toplam 17dk 50 sn</p>	<p><b>14:30-15:00</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Deney ve kontrol grubu tüm ölçümler,</li> </ul>				

### 3.3.1. Boy Ölçümü

Katılımcıların boy ölçümleri, “Seca 700 Medical Scalesand Measuring Systems (Hamburg/GERMANY) ” ölçüm aracı kullanılarak yapılmıştır. Boy ölçümü öncesinde, sabit bir uzunluk kullanılarak ölçüm aracının güvenilirliği test edilmiştir.

Ölçüm esnasında; katılımcılardan ölçüm aracına çıplak ayakla çıkarak dik bir şekilde durmaları, sırt ve kalçası ölçüm aracına dayalı, gözler karşıya bakacak şekilde derin bir inspirasyon sonrası nefeslerini tutmaları istenmiş ve bu esnada baş üzerindeki en yüksek noktadan ölçüm alınmıştır. Ölçülen boy değeri cm cinsinden  $\pm 1$  cm hassasiyetle kaydedilmiştir (70).

### 3.3.2. Vücut Ağırlığı ve Vücut Kompozisyon Ölçümü

Katılımcıların vücut kompozisyon analizi “TANİTA BC-418 MA Body Composition Analyzer/BCA” ölçüm aracı kullanılarak yapılmıştır.

Katılımcılar, ölçümden 4 saat önce banyo (sauna vb) yapmamaları ve kafeinli içecek tüketmemeleri, ölçümden 24 saat önce ise alkol tüketmemeleri konusunda bilgilendirilmiştir. Katılımcılar ölçüme aç olarak gelmiş ve ölçüm öncesinde vücuda temas eden metal eşyalar ve takılar çıkartılmıştır.

Ölçümü yapılacak kişiden; çıplak ayakla ve uygun kıyafetle (erkekler için sort) cihaz üzerine çıkması istenmiştir. Bu esnada katılımcının iki ayağı da elektrotlu (metal) alanla temas halinde iken hareketsiz bir konumda ağırlık ölçümü yapılmıştır. Ağırlık ölçümü ardından katılımcıdan, cihazın sağ ve sol yanında bulunan el elektrot kollarını alarak metal kısımlar başparmaklarla kavranmış ve avuç içine yerleştirilmiştir. Kol tutumları sağlanarak eller yana doğru serbest olacak şekilde ölçüm yapılmıştır.

Ölçümde elde edilen verilerin (vücut ağırlığı, vücut yağ yüzdesi, beden kütle indeksi) dökümü bilgisayara aktarılarak kaydedilmiştir. (70).

### **3.3.3. Bacak Kuvveti Ölçümü**

Katılımcıların bacak kuvvetleri Takei 5102 marka “back and leg dinanometresi” kullanılarak ölçülmüştür. Katılımcının platform üzerinde ayakta durması ve daha sonra dizlerini 130°-140° arasında bükmesi istenmiştir. Katılımcılardan barı avuç içleri kendisine bakacak şekilde tutmaları istenmiş ve sonrasında da zincir boyu her katılımcı için uygun şekilde ayarlanmıştır. Daha sonra katılımcılar kendilerini hazır hissettiklerinde diz eklemlerine maksimum kuvvette ekstansiyon hareketi yaptırarak zincir boyunu uzatabildiği yere kadar uzatmaya çabalamışlardır. Back and leg dinanometresindeki ibre maksimum değere ulaştığında bir yardımcı tarafından kaydedilmiştir. Her denekten 1 er dakika ara ile üç ölçüm alınmış ve en iyi skor değerlendirmeye alınmıştır (54, 71).

### **3.3.4. Otur-Uzan (Hamstring) Esneklik Testi**

Katılımcıların hamstring kas grubuna yönelik esneklik ölçümleri, “otur-uzan esneklik sehpaı” ile ölçülmüştür.

Ölçüm esnasında katılımcılardan çıplak ayaklı olmaları istenmiştir. Katılımcılar yere oturur pozisyonda, dizler ekstansiyonda iken her iki ayak tabanını da ayak topukları bitişik olacak şekilde esneklik sehpaının alt kısmına yerleştirmiştir. Bu pozisyonda dizler ekstansiyonda iken vücut ileriye doğru fleksiyon yapmış ve katılımcı el parmakları ile ulaşabildiği en uç noktada 1-2 sn bekletilerek ölçüm tamamlanmıştır. Katılımcı ölçümü iki kez tekrarlamış ve en yüksek değer santimetre (cm) cinsinden kaydedilmiştir (72).

### **3.3.5. Gonyometre Diz Fleksiyonu (Quadriceps) Esneklik Testi**

Gonyometre, ölçümü yapılan eklemin anatomik pozisyona göre yerleştirilmiş ve bu pozisyon “Sıfır Başlangıç Pozisyonu” olarak kabul edilmiştir. Bütün eklemin hareketleri 0 derece başlangıç pozisyonundan 180 derece maksimuma kadar gidebilen bir hareket sınırı içerisinde değerlendirilmiştir. Katılımcıya pozisyon verildikten sonra ölçümü yapılan ekstremitte birkaç kere hareket ettirilerek eklem



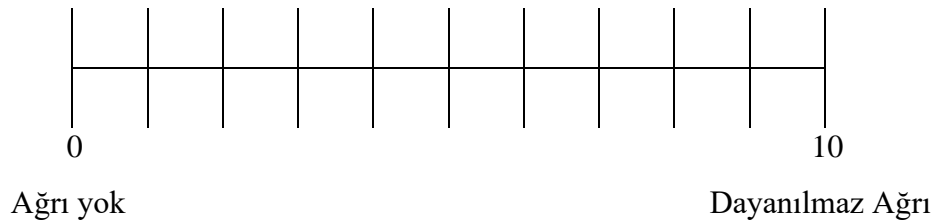
hareket eksenini bulunmuştur. Gonyometre eklemine lateraline yerleştirilmiştir. Ölçüm boyunca gonyometrenin pivot noktası hareketin asıl eksenini üzerinde olmuştur. Gonyometrenin sabit kolu, ekstremitenin hareket etmeyen kısmına, hareketli kolu ise ekstremitede hareketi yapan bölgeye paralel yerleştirilmiştir. Böylece diz fleksiyonu için; katılımcı yüzüstü yatar durumda iken sadece dominant bacak diz fleksiyonu yapmış, gonyometre sabit tutulmuş ve ölçüm pozisyonu alınmıştır. Ölçüm esnasında gonyometre femurun lateral kondili'ne yerleştirilmiş, sabit kol femurun lateral orta çizgisine paralel, hareketli kol ise fibulayı takip edecek şekilde yerleştirilip esneklik ölçümü yapılmıştır. Gonyometrik ölçümün sağlıklı olması için işlem 2-3 kez tekrar edilmiştir (73).

### 3.3.5. Kan Numuneleri

Serum CK, LDH ve AST ve ALT seviyesi ölçümleri için; içinde pıhtı aktivatör olan 16x100 mm Vacuette® ( Greiner Bio-one, Solingen, Almanya) vakumlu biyokimya tüplerine her defasında 2 ml kan numunesi alınmıştır. Numuneler 20 dakika pıhtılaşması beklendikten sonra 1250 gr'da 15 dakika santrifüj edilmiştir. Elde edilen serum aynı gün çalışılmıştır.

### 3.3.6. Algılanan Kas Ağrısı

Katılımcıların algılanan kas ağrısını belirlemek için; 0-10 (0, ağrısız – 10, hareket edemeyecek düzeyde ağrılı) dereceli skala kullanılmıştır. Ölçüm esnasında katılımcılara, eller belde ve diz fleksiyonu 90 derece olacak şekilde skuat pozisyonunda iken ağrı düzeyleri için hazırlanan skala gösterilmiştir. Katılımcı; ağrı düzeyini belirleyerek 0-10 dereceli skala üzerinde işaretleme yapmıştır (8, 74, 75).



### **3.3.7. Uyluk Çevre Ölçümü**

Katılımcı ayakta her iki parmak ucu karşıyı gösterecek pozisyonda iken trochanter major ile patella arasındaki mesafe ölçülmüş ve orta nokta işaretlenip belirlenmiştir. Esnek olmayan bir mezura ile işaretli yerden Quadriceps kası gevşek iken çevre ölçümü alınmıştır (76).







### **3.4. Kas Hasarı Egzersiz Protokolü**

Egzersiz protokolü 60cm yükseklikten yapılan derinlik sıçramasından oluşmuştur. Derinlik sıçramasında araştırma grubundan, 60 cm yükseklikteki bir kasadan elleri belinde olacak şekilde atlayarak zemine temas ettikleri anda 90 derece diz fleksiyonundan olabildiğince en yukarı sıçramaları istenmiştir. Bir set 20 sıçramadan oluşmuş olup toplam 6 set uygulanmıştır. Sıçramalar 10 sn ara ile gerçekleştirilmiş, setler arası 2 dk dinlenme verilmiştir (8, 10, 77, 78).

### **3.5. Stretching Egzersiz Protokolü**

Deney grubu katılımcılarına derinlik sıçramasının hemen ardından stretching egzersizi uygulanmıştır. Stretching egzersiz protokolünü; alt ekstremite kas gruplarına yönelik 2 quadriceps, 2 hamstring, 1 gluteus ve 1 triceps surae kaslarını içeren 6 statik germe hareketi oluşturmuştur. Statik germe egzersizleri 3 tekrarlı 30sn'lik germe, setler ve hareketler arası ise 10 sn'lik dinlenmelerden oluşmuştur (53, 79). Kontrol grubu katılımcılarının kas hasarı egzersizi sonrasında herhangi bir stretching egzersizi yapmalarına izin verilmemiştir. Katılımcılara uygulanan stretching egzersizleri ve germe süreleri Tablo 3.4.'de verilmiştir.

**Tablo 3.3. Statik germede uygulanan germe egzersizleri ve süreleri**

 1) (Quadriceps stretching)	 2)(Quadriceps stretching)
 3) (Hamstring Stretching)	 4) (Hamstring stretching)
 5) (Gluteus stretching)	 6) (Triceps surae stretching)
<p>3x30sn germe x 6 hareket (9 egz.) = 13dk 30sn germe Setler ve hareketler arası (10 sn dinlenme) = 4dk 20sn dinlenme Germe egz.+dinlenme = 17 dk 50sn</p>	

### 3.6. İstatistiksel Analiz

Araştırmada elde edilen verilerin öncelikle aritmetik ortalama ( $\bar{x}$ ) ve standart sapma (ss) değerleri belirlenmiştir. İstatistiksel işlemlerden önce verilerin normal dağılım ve homojenlik testleri yapılmıştır. Varyansların homojenliği için Levene testi, normal dağılıma uygunluk için Shapiro-Wilk testi kullanılmıştır (32, 80).

1. Tekrarlı ölçümlerde iki yönlü varyans analizi yapılmıştır.
  - Zamanda fark için tekrarlı ölçümlerde tek yönlü varyans analizi yapılmıştır. Farkların devamında ikili karşılaştırma Bonferroni analizi yapılmıştır.
  - Zaman x Grup etkileşiminde fark olanlara, ikili karşılaştırma için Post Hoc analizi olarak farklara (bazal ile diğer zamanların farkları alınmış ve bir de

ardışık farklar alınmıştır) istatistik yapılmıştır. Elde edilen farklar kullanılarak ikili karşılaştırmalar yapılmıştır.

- a) Parametrik olan veriler için Bağımsız Örneklerde t testi,
- b) Parametrik olmayan veriler için Mann Whitney U testi,

Bu çalışmada anlamlılık düzeyi çalışmanın başında  $p \leq 0,05$  olarak belirlenmiş ve analizler Windows için SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) 20.0 paket programında yapılmıştır.



## 4. BULGULAR

Bu bölümde çalışma kapsamında elde edilen veriler sunulmuştur. Katılımcılara ait tanımlayıcı özellikleri olarak, yaş, vücut ağırlığı (VA), vücut yağ yüzdesi (VYY) ve beden kütle indeksi (BKİ) ölçümleri ile çalışma süresince yapılan algılanan kas ağrısı, plazma kreatin kinaz (CK), laktat dehidrogenaz (LDH), aspartat amino transferaz (AST), alanin aminotransferaz (ALT), hamstring esneklik, quadriceps esneklik ve uyluk çevre ölçümü değerleri ayrı ayrı ele alınmış ve değerlendirilmiştir.

Aşağıda çalışmaya katılan grupların fiziksel özelliklerinden; yaş, boy, vücut ağırlığı, vücut yağ yüzdesi ve beden kütle indeksi ölçümünün aritmetik ortalaması ( $\bar{x}$ ) ve standart sapması (ss) verilmiştir (Tablo 4.1).

**Tablo 4.1. Katılımcıların tanımlayıcı özellikleri**

Gruplar	Yaş (yıl) $\bar{x}\pm ss$	Boy (cm) $\bar{x}\pm ss$	VA (kg) $\bar{x}\pm ss$	VYY (%) $\bar{x}\pm ss$	BKİ (kg/m <sup>2</sup> ) $\bar{x}\pm ss$
Deney Grubu (n=12)	21,17 $\pm$ 1,99	180,00 $\pm$ 7,53	74,84 $\pm$ 6,88	12,14 $\pm$ 4,63	23,22 $\pm$ 2,71
Kontrol Grubu (n=11)	21,36 $\pm$ 1,36	173,18 $\pm$ 6,30	69,57 $\pm$ 7,41	11,82 $\pm$ 4,97	23,18 $\pm$ 2,53
Toplam (n=23)	21,26 $\pm$ 1,68	176,74 $\pm$ 7,65	72,32 $\pm$ 7,47	11,99 $\pm$ 4,69	23,20 $\pm$ 2,56

### 4.1. Algılanan Ağrı Düzeyi

Katılımcıların; bazal, egzersizden hemen sonra, 24, 48, 72 ve 96'ıncı saatlerde tespit edilen ağrı düzeylerinin aritmetik ortalama ( $\bar{x}$ ) ve standart sapma (ss) değerleri tablo 4.2.'de verilmiştir.

**Tablo 4.2. Ağrı düzeylerinin aritmetik ortalama ( $\bar{x}$ ) ve standart sapma (ss) değerleri**

Egzersiz Sonrası							
Ölçüm	Grup	Bazal $\bar{x}\pm ss$	0.saat $\bar{x}\pm ss$	24.saat $\bar{x}\pm ss$	48.saat $\bar{x}\pm ss$	72.saat $\bar{x}\pm ss$	96.saat $\bar{x}\pm ss$
Ağrı (puan)	Deney (n=12)	0,66± 1,07	4,91± 2,67	7,25± 1,76	7,87± 1,63	5,58± 2,67	3,70± 2,99
	Kontrol (n=11)	0,72± 1,10	5,04± 2,15	7,63± 2,36	6,77± 1,97	3,36± 1,92	1,68± 1,14
	Toplam (n=23)	0,69± 1,06	4,97± 2,38	7,43± 2,03	7,34± 1,85	4,52± 2,56	2,73± 2,48

**Tablo 4.3. Ağrı düzeyi için tekrarlanan ölçümlerde iki yönlü varyans analizi sonuçları**

Değişken	KT	SD	KO	F	p
Genel	1389,265	137			
Zaman	792,612	5	158,522	60,528	0,001
Zaman x Grup	38,004	5	7,601	2,902	0,017
Gruplar arası	21,789	1	21,789	1,747	0,200
Denekler içi hata	274,996	105	2,619		
Denekler arası hata	261,864	21	12,470		

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

Tablo 4.3.'de ağrı düzeyi için yapılan tekrarlı ölçümlerde iki yönlü varyans analizine göre zaman içindeki değişimde [ $F_{(5-105)} = 60,528$ ;  $p=0,001$ ] ve Zaman x Grup etkileşiminde [ $F_{(5-105)} = 2,902$ ;  $p=0,017$ ] istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur. Ancak diğer taraftan gruplar arasında [ $F_{(1-21)} = 1,747$ ;  $p=0,200$ ] istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. Aşağıda, ağrı düzeyinin zaman etkisinde karşılaştırılması verilmiştir (Tablo 4.4.).

**Tablo 4.4. Ağrı düzeyinin zaman etkisinde karşılaştırılması**

Zaman	Ortalama Farkı (puan)	Standart Hata	P	
B	0.sa	-4,284	0,431	0,000
	24.sa	-6,746	0,428	0,000
	48.sa	-6,627	0,375	0,000
	72.sa	-3,777	0,539	0,000
	96.sa	-1,998	0,501	0,010
0.sa	B	4,284	0,431	0,000
	24.sa	-2,462	0,304	0,000
	48.sa	-2,343	0,440	0,000
	72.sa	0,508	0,666	1,000
	96.sa	2,286	0,635	0,025
24.sa	B	6,746	0,428	0,000
	0.sa	2,462	0,304	0,000
	48.sa	0,119	0,341	1,000
	72.sa	2,970	0,561	0,000
	96.sa	4,748	0,591	0,000
48.sa	B	6,627	0,375	0,000
	0.sa	2,343	0,440	0,000
	24.sa	-0,119	0,341	1,000
	72.sa	2,970	0,412	0,000
	96.sa	4,748	0,467	0,000
72.sa	B	3,777	0,539	0,000
	0.sa	-0,508	0,666	1,000
	24.sa	-2,970	0,561	0,000
	48.sa	-2,850	0,412	0,000
	96.sa	1,778	0,266	0,000
96.sa	B	1,998	0,501	0,010
	0.sa	-2,286	0,635	0,025
	24.sa	-4,748	0,591	0,000
	48.sa	-4,629	0,467	0,000
	72.sa	-1,778	0,266	0,000

B: Bazal, 0: Egzersizden hemen sonra

Tablo 4.4. incelendiğinde katılımcıların ağrı düzeyi zaman etkisindeki anlamlı farkın devamı için yapılan Bonferroni tanımlamasına göre; bazal ile 0 (p=0,000), 24 (p=0,000) ve 48 (p=0,000), 72 (p=0,000) ve 96 (p=0,010), 0 ile 24

(p=0,000), 48 (p=0,000) ve 96 (p=0,025), 24 ile 72 (0,000) ve 96 (p=0,000), 48 ile 72 (p=0,000) ve 96 (p=0,000), 72 ile 96 (p=0,000)'inci saatler arasında anlamlı fark bulunmuştur. Ancak diğer zaman dilimleri arasında anlamlı fark bulunmamıştır (p>0,005). Ağrı düzeyi zaman farklarının gruplar arası karşılaştırılması için Bağımsız Örneklerde t Testi sonuçları Tablo 4.5.'de verilmiştir.

**Tablo 4.5. Ağrı düzeyi zaman farklarının gruplar arası karşılaştırılması için bağımsız örneklerde t testi sonuçları**

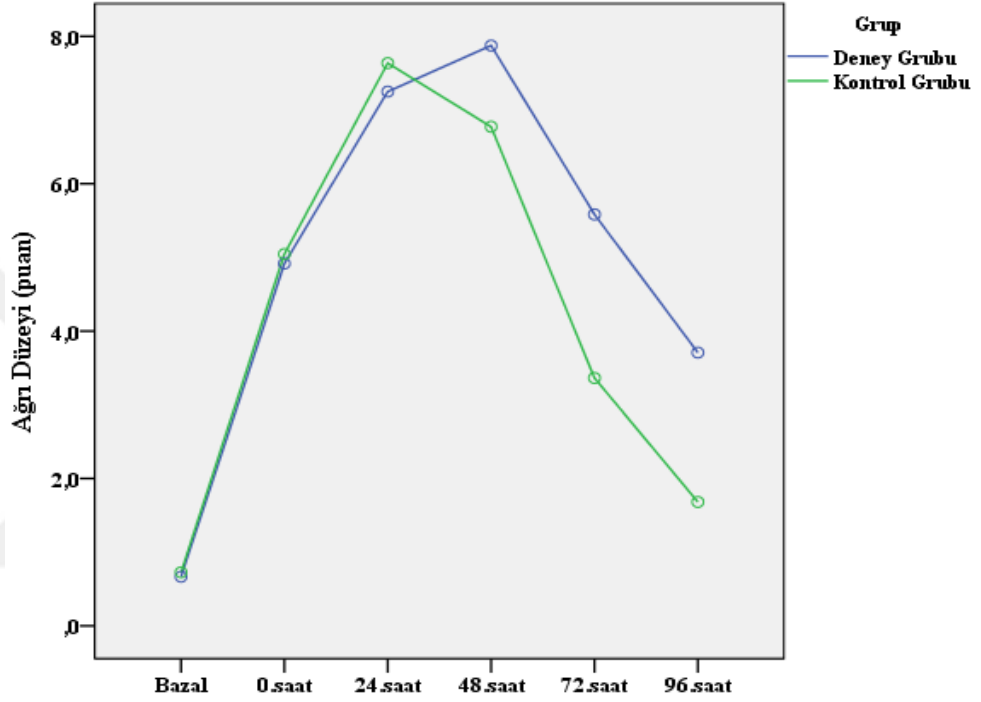
Zaman	Grup	N	$\bar{x}$	Ss	T	sd	P																																																																																												
(B)-(0.sa)	Deney	12	-4,2500	2,30119	0,080	20,403	0,937																																																																																												
	Kontrol	11	-4,3182	1,76455				(B)-(24.sa)	Deney	12	-6,5833	1,70338	0,375	18,013	0,712	Kontrol	11	-6,9091	2,37506	(B)-(48.sa)	Deney	12	-7,2083	1,76401	-1,546	20,644	0,137	Kontrol	11	-6,0455	1,83650	(B)-(72.sa)	Deney	12	-4,9167	2,74552	-2,129	20,952	0,045	Kontrol	11	-2,6364	2,38842	(B)-(96.sa)	Deney	12	-3,0417	2,90343	-2,131	17,880	0,047	Kontrol	11	-0,9545	1,68010	(0)-(24.sa)	Deney	12	-2,3333	1,30268	0,420	19,291	0,679	Kontrol	11	-2,5909	1,60963	(24.sa)-(48.sa)	Deney	12	-0,6250	1,84791	-2,211	20,125	0,039	Kontrol	11	0,8636	1,36182	(48.sa)-(72.sa)	Deney	12	2,2917	2,08303	-1,365	20,978	0,187	Kontrol	11	3,4091	1,84144	(72.sa)-(96.sa)	Deney	12	1,8750	1,15059	0,359	19,432	0,723
(B)-(24.sa)	Deney	12	-6,5833	1,70338	0,375	18,013	0,712																																																																																												
	Kontrol	11	-6,9091	2,37506				(B)-(48.sa)	Deney	12	-7,2083	1,76401	-1,546	20,644	0,137	Kontrol	11	-6,0455	1,83650	(B)-(72.sa)	Deney	12	-4,9167	2,74552	-2,129	20,952	0,045	Kontrol	11	-2,6364	2,38842	(B)-(96.sa)	Deney	12	-3,0417	2,90343	-2,131	17,880	0,047	Kontrol	11	-0,9545	1,68010	(0)-(24.sa)	Deney	12	-2,3333	1,30268	0,420	19,291	0,679	Kontrol	11	-2,5909	1,60963	(24.sa)-(48.sa)	Deney	12	-0,6250	1,84791	-2,211	20,125	0,039	Kontrol	11	0,8636	1,36182	(48.sa)-(72.sa)	Deney	12	2,2917	2,08303	-1,365	20,978	0,187	Kontrol	11	3,4091	1,84144	(72.sa)-(96.sa)	Deney	12	1,8750	1,15059	0,359	19,432	0,723	Kontrol	11	1,6817	1,40130								
(B)-(48.sa)	Deney	12	-7,2083	1,76401	-1,546	20,644	0,137																																																																																												
	Kontrol	11	-6,0455	1,83650				(B)-(72.sa)	Deney	12	-4,9167	2,74552	-2,129	20,952	0,045	Kontrol	11	-2,6364	2,38842	(B)-(96.sa)	Deney	12	-3,0417	2,90343	-2,131	17,880	0,047	Kontrol	11	-0,9545	1,68010	(0)-(24.sa)	Deney	12	-2,3333	1,30268	0,420	19,291	0,679	Kontrol	11	-2,5909	1,60963	(24.sa)-(48.sa)	Deney	12	-0,6250	1,84791	-2,211	20,125	0,039	Kontrol	11	0,8636	1,36182	(48.sa)-(72.sa)	Deney	12	2,2917	2,08303	-1,365	20,978	0,187	Kontrol	11	3,4091	1,84144	(72.sa)-(96.sa)	Deney	12	1,8750	1,15059	0,359	19,432	0,723	Kontrol	11	1,6817	1,40130																				
(B)-(72.sa)	Deney	12	-4,9167	2,74552	-2,129	20,952	0,045																																																																																												
	Kontrol	11	-2,6364	2,38842				(B)-(96.sa)	Deney	12	-3,0417	2,90343	-2,131	17,880	0,047	Kontrol	11	-0,9545	1,68010	(0)-(24.sa)	Deney	12	-2,3333	1,30268	0,420	19,291	0,679	Kontrol	11	-2,5909	1,60963	(24.sa)-(48.sa)	Deney	12	-0,6250	1,84791	-2,211	20,125	0,039	Kontrol	11	0,8636	1,36182	(48.sa)-(72.sa)	Deney	12	2,2917	2,08303	-1,365	20,978	0,187	Kontrol	11	3,4091	1,84144	(72.sa)-(96.sa)	Deney	12	1,8750	1,15059	0,359	19,432	0,723	Kontrol	11	1,6817	1,40130																																
(B)-(96.sa)	Deney	12	-3,0417	2,90343	-2,131	17,880	0,047																																																																																												
	Kontrol	11	-0,9545	1,68010				(0)-(24.sa)	Deney	12	-2,3333	1,30268	0,420	19,291	0,679	Kontrol	11	-2,5909	1,60963	(24.sa)-(48.sa)	Deney	12	-0,6250	1,84791	-2,211	20,125	0,039	Kontrol	11	0,8636	1,36182	(48.sa)-(72.sa)	Deney	12	2,2917	2,08303	-1,365	20,978	0,187	Kontrol	11	3,4091	1,84144	(72.sa)-(96.sa)	Deney	12	1,8750	1,15059	0,359	19,432	0,723	Kontrol	11	1,6817	1,40130																																												
(0)-(24.sa)	Deney	12	-2,3333	1,30268	0,420	19,291	0,679																																																																																												
	Kontrol	11	-2,5909	1,60963				(24.sa)-(48.sa)	Deney	12	-0,6250	1,84791	-2,211	20,125	0,039	Kontrol	11	0,8636	1,36182	(48.sa)-(72.sa)	Deney	12	2,2917	2,08303	-1,365	20,978	0,187	Kontrol	11	3,4091	1,84144	(72.sa)-(96.sa)	Deney	12	1,8750	1,15059	0,359	19,432	0,723	Kontrol	11	1,6817	1,40130																																																								
(24.sa)-(48.sa)	Deney	12	-0,6250	1,84791	-2,211	20,125	0,039																																																																																												
	Kontrol	11	0,8636	1,36182				(48.sa)-(72.sa)	Deney	12	2,2917	2,08303	-1,365	20,978	0,187	Kontrol	11	3,4091	1,84144	(72.sa)-(96.sa)	Deney	12	1,8750	1,15059	0,359	19,432	0,723	Kontrol	11	1,6817	1,40130																																																																				
(48.sa)-(72.sa)	Deney	12	2,2917	2,08303	-1,365	20,978	0,187																																																																																												
	Kontrol	11	3,4091	1,84144				(72.sa)-(96.sa)	Deney	12	1,8750	1,15059	0,359	19,432	0,723	Kontrol	11	1,6817	1,40130																																																																																
(72.sa)-(96.sa)	Deney	12	1,8750	1,15059	0,359	19,432	0,723																																																																																												
	Kontrol	11	1,6817	1,40130																																																																																															

B=Bazal

Tablo 4.5'de ağrı düzeyi Zaman x Grup etkisindeki anlamlı farkın devamındaki analiz için bazala göre diğer tüm zamanlar ve ardışık zamanlar arasındaki farkların deney ve kontrol dönemleri arası karşılaştırması için yapılan Bağımsız Örneklerde t Testi uygulanmıştır. Yapılan analiz sonucuna göre; bazal ile 72[(B-72.sa); p=0,045], bazal ile 96 [(B-96.sa); p=0,047] ve 24 ile 48 [(24.sa-48.sa); p=0,039]'inci saatler arasındaki değişimde deney grubunun ağrı değeri, kontrol grubuna kıyasla anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur. Ancak diğer taraftan



bazal ile egzersizden hemen sonrasında [(B-0.sa); p=0,937], bazal ile 24 [(B-24.sa); p=0,712], bazal ile 48 [(B-48.sa); p=0,137], egzersizden hemen sonrası ile 24 [(0.sa-24.sa); p=0,679], 48 ile 72 [(48.sa-72.sa); p=0,187] ve 72 ile 96 [(72.sa-96.sa); p=0,723]'ıncı saatler arasında anlamlı fark bulunmamıştır. Ağrı düzeyinin zaman içerisindeki ortalamaları grafikte verilmiştir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Zamana göre ağrı düzeyi grafiği

Şekil 4.1. incelendiğinde; ağrı düzeyinin egzersizden hemen sonra yükselmeye başladığı, kontrol grubunda 24'üncü saatte en yüksek değere ulaşırken, deney grubunda 48'inci saatte en yüksek değere ulaştığı görülmüştür. Ayrıca kontrol grubu 96'ıncı saatte bazal değerlere yaklaşırken, deney grubunun bazal değerlere kıyasla daha yüksek değerde kaldığı gözlemlenmiştir.

## 4.2. Kreatin Kinaz (CK) Enzim Düzeyi

Katılımcıların; bazal, egzersizden hemen sonra, 24, 48, 72 ve 96'nci saatlerde tespit edilen CK düzeylerinin aritmetik ortalama ( $\bar{x}$ ) ve standart sapma (ss) değerleri tablo 4.6'da verilmiştir.

**Tablo 4.6. CK düzeylerinin aritmetik ortalama ( $\bar{x}$ ) ve standart sapma (ss) değerleri**

Egzersiz Sonrası							
Ölçüm	Grup	Bazal $\bar{x}\pm ss$	0.saat $\bar{x}\pm ss$	24.saat $\bar{x}\pm ss$	48.saat $\bar{x}\pm ss$	72.saat $\bar{x}\pm ss$	96.saat $\bar{x}\pm ss$
CK (U/L)	Deney (n=12)	139,92± 44,86	258,08± 98,24	697,83± 371,20	410,75± 165,02	342,00± 267,84	362,00± 401,23
	Kontrol (n=11)	175,27± 25,52	279,73± 125,73	876,27± 1018,49	418,82± 413,86	293,18± 237,36	238,00± 158,08
	Toplam (n=23)	156,83± 40,35	268,43± 110,15	740,13± 736,51	414,61± 302,47	318,65± 249,20	302,70± 309,61

**Tablo 4.7. CK düzeyi için tekrarlanan ölçümlerde iki yönlü varyans analizi sonuçları**

Değişken	KT	SD	KO	F	P
Genel	22392905,516	137			
Zaman	4668238,818	5	933647,764	10,454	0,000
Zaman x Grup	156690,876	5	31338,175	0,351	0,881
Gruplar arası	356,686	1	356,686	0,001	0,976
Denekler içi hata	9377714,052	105	89311,562		
Denekler arası hata	8189905,516	21	389995,501		

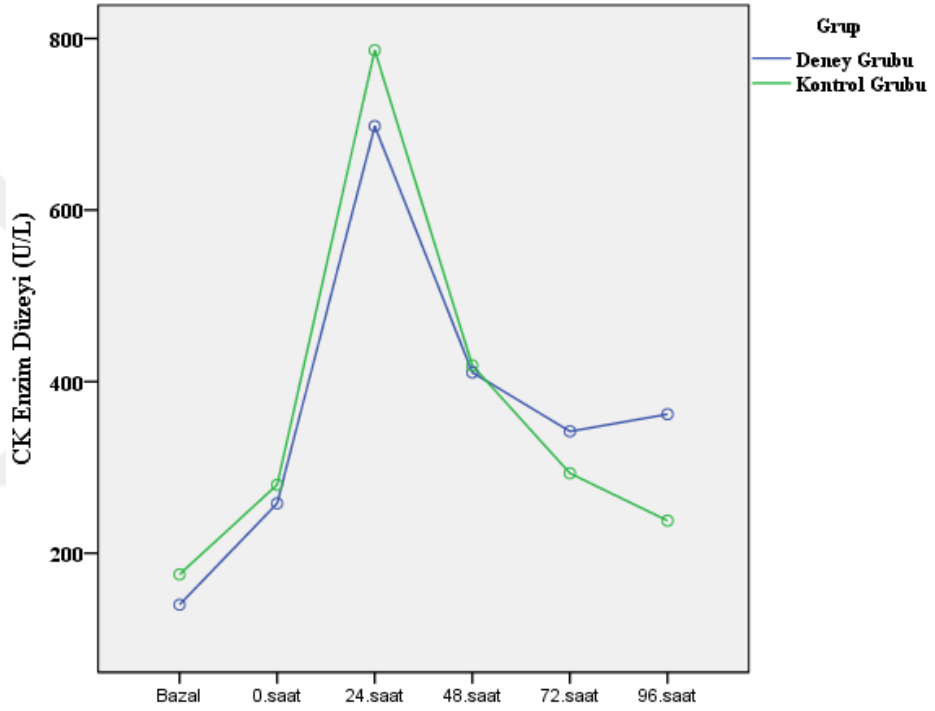
Tablo 4.7'de CK düzeyi için yapılan tekrarlı ölçümlerde iki yönlü varyans analizine göre zaman içindeki değişimde istatistiksel olarak anlamlı fark [ $F_{(5-105)} = 10,454$ ;  $p=0,000$ ] bulunmuştur. Ancak diğer taraftan Zaman x Grup etkileşiminde [ $F_{(5-105)} = 0,351$ ;  $p=0,881$ ] ve gruplar arasında [ $F_{(1-21)} = 0,001$ ;  $p=0,976$ ] istatistiksel

olarak anlamlı fark bulunmamıştır. Aşağıda, CK düzeyinin zaman etkisinde karşılaştırılması verilmiştir (Tablo 4.8.).

**Tablo 4.8. CK düzeyinin zaman etkisinde karşılaştırılması**

Zaman	Ortalama Farkı (U/L)	Standart Hata	p	
B	0.sa	-111,311	23,326	0,002
	24.sa	-584,458	156,102	0,018
	48.sa	-257,189	62,806	0,008
	72.sa	-159,996	51,718	0,083
	96.sa	-142,405	64,867	0,593
0.sa	B	111,311	23,326	0,002
	24.sa	-473,148	142,392	0,048
	48.sa	-145,879	51,261	0,145
	72.sa	-48,686	45,854	1,000
	96.sa	-31,095	63,327	1,000
24.sa	B	584,458	156,102	0,018
	0.sa	473,148	142,392	0,048
	48.sa	327,269	96,967	0,043
	72.sa	424,462	125,756	0,043
	96.sa	442,053	143,245	0,084
48.sa	B	257,189	62,806	0,008
	0.sa	145,879	51,261	0,145
	24.sa	-327,269	96,967	0,043
	72.sa	97,193	36,851	0,231
	96.sa	114,784	63,221	1,000
72.sa	B	159,996	51,718	0,083
	0.sa	48,686	45,854	1,000
	24.sa	-424,462	125,756	0,043
	48.sa	-97,193	36,851	0,231
	96.sa	17,591	29,460	1,000
96.sa	B	142,405	64,867	0,593
	0.sa	31,095	63,327	1,000
	24.sa	-442,053	143,245	0,084
	48.sa	-114,784	63,221	1,000
	72.sa	-17,591	29,460	1,000

Tablo 4.8. incelendiğinde katılımcıların CK düzeyi zaman etkisindeki anlamlı farkın devamı için yapılan Bonferroni tanımlamasına göre; bazal ile 0 (p=0,002), 24 (p=0,018) ve 48 (p=0,008), 24 ile 0 (0,048), 48 (p=0,043) ve 72 (p=0,043)'inci saatler arasında anlamlı fark bulunmuştur. Ancak diğer zaman dilimleri arasında anlamlı fark bulunmamıştır (p>0,005). CK düzeyinin zaman içerisindeki ortalamaları grafikte verilmiştir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Zamana göre CK düzeyi grafiği

Şekil 4.2. incelendiğinde; CK düzeyinin egzersiz sonrası yükselmeye başladığı, 24'üncü saatte en yüksek değere ulaştığı ancak, 72 ve 96'ıncı saatlerde kontrol grubu bazal değerlere yaklaşırken deney grubu anlamlı olmamakla birlikte kontrol grubuna kıyasla daha yüksek CK düzeyine sahip olduğu gözlemlenmiştir.

### 4.3. Laktat Dehidrogenaz (LDH) Enzim Düzeyi

Katılımcıların; bazal, egzersizden hemen sonra, 24, 48, 72 ve 96'ncı saatlerde tespit edilen LDH düzeylerinin aritmetik ortalama ( $\bar{x}$ ) ve standart sapma (ss) değerleri tablo 4.9'da verilmiştir.

**Tablo 4.9. Katılımcıların; LDH düzeylerinin aritmetik ortalama ( $\bar{x}$ ) ve standart sapma (ss) değerleri**

		Egzersiz Sonrası					
Ölçüm	Grup	Bazal $\bar{X}\pm SS$	0.saat $\bar{X}\pm SS$	24.saat $\bar{X}\pm SS$	48.saat $\bar{X}\pm SS$	72.saat $\bar{X}\pm SS$	96.saat $\bar{X}\pm SS\pm$
	Deney (n=12)	157,42± 19,49	182,33± 21,78	178,92± 27,15	166,08± 22,16	163,83± 22,74	161,58± 25,98
LDH (U/L)	Kontrol (n=11)	159,64± 16,83	185,45± 16,95	177,18± 31,97	162,09± 16,58	168,09± 17,42	162,73± 14,57
	Toplam (n=23)	158,48± 17,89	183,83± 19,24	178,09± 28,88	164,17± 19,36	165,87± 20,03	162,13± 20,84

**Tablo 4.10. LDH düzeyi için tekrarlanan ölçümlerde iki yönlü varyans analizi sonuçları**

Değişken	KT	SD	KO	F	P
Genel	71504,628	137			
Zaman	11325,236	5	2265,047	13,214	0,000
Zaman x Grup	280,424	5	56,085	0,327	0,896
Gruplar arası	24,058	1	24,058	0,012	0,914
Denekler içi hata	17998,359	105	171,413		
Denekler arası hata	41876,551	21	1994,121		

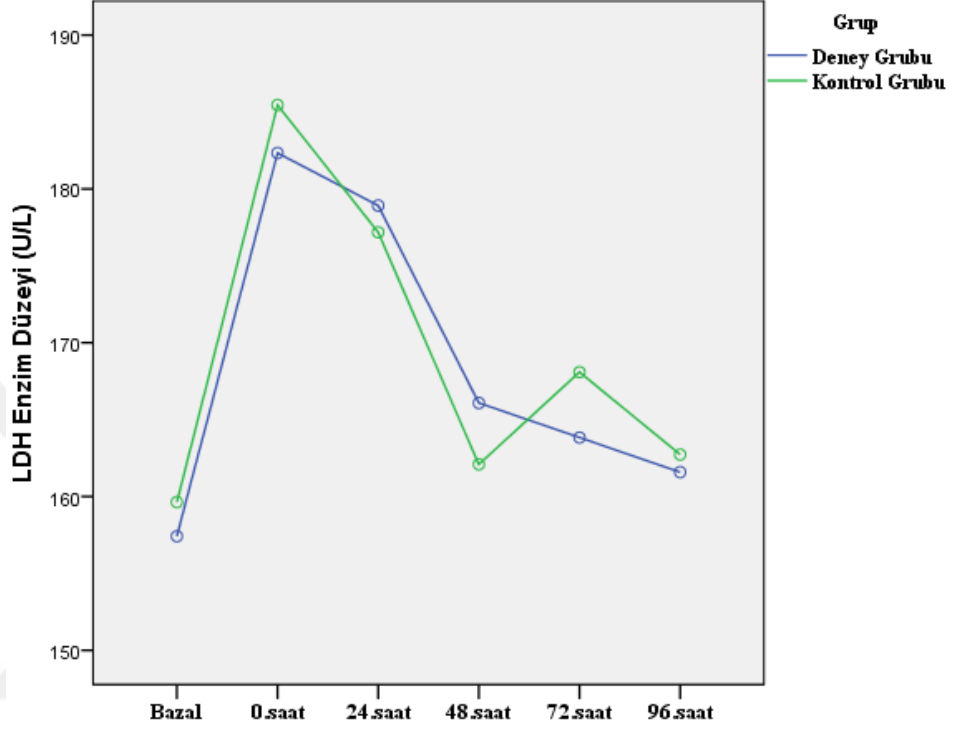
Tablo 4.10'da LDH düzeyi için yapılan tekrarlı ölçümlerde iki yönlü varyans analizine göre zaman içindeki değişimde istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu [ $F_{(5-105)} = 13,214$ ;  $p=0,000$ ] bulunmuştur. Ancak diğer taraftan Zaman x Grup etkileşiminde [ $F_{(5-105)} = 0,327$ ;  $p=0,896$ ] ve gruplar arasında [ $F_{(1-21)} = 0,012$ ;  $p=0,914$ ] istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. Aşağıda, LDH düzeyinin zaman etkisinde karşılaştırılması verilmiştir (Tablo 4.11.).

**Tablo 4.11. LDH düzeylerinin zaman etkisinde karşılaştırılması**

Zaman	Ortalama Farkı (U/L)	Standart Hata	P	
B	0.sa	-25,367	3,478	0,000
	24.sa	-19,523	5,733	0,040
	48.sa	-5,561	3,732	1,000
	72.sa	-7,436	4,324	1,000
	96.sa	-3,629	4,132	1,000
B	B	25,367	3,478	0,000
	24.sa	5,845	4,425	1,000
0.sa	48.sa	19,807	3,038	0,000
	72.sa	17,932	3,705	0,001
	96.sa	21,739	3,953	0,000
B	B	19,523	5,733	0,040
	0.sa	-5,845	4,425	1,000
24.sa	48.sa	13,962	3,782	0,020
	72.sa	12,087	3,888	0,080
	96.sa	15,894	4,751	0,046
B	B	5,561	3,732	1,000
	0.sa	-19,807	3,038	0,000
48.sa	24.sa	-13,962	3,782	0,020
	72.sa	-1,875	2,205	1,000
	96.sa	1,932	3,051	1,000
B	B	7,436	4,324	1,000
	0.sa	-17,932	3,705	0,001
72.sa	24.sa	-12,087	3,888	0,080
	48.sa	1,875	2,205	1,000
	96.sa	3,807	2,236	1,000
B	B	3,629	4,132	1,000
	0.sa	-21,739	3,953	0,000
96.sa	24.sa	-15,894	4,751	0,046
	48.sa	-1,932	3,051	1,000
	72.sa	-3,807	2,236	1,000

Tablo 4.11. incelendiğinde katılımcıların LDH düzeyi zaman etkisindeki anlamlı farkın devamı için yapılan Bonferroni tanımlamasına göre; bazal ile 0 (p=0,000), 24 (p=0,040), 0 ile 48 (p=0,000), 72 (p=0,001) ve 96 (p=0,000), 24 ile 48 (0,020) ve 96 (p=0,046)'ıncı saatler arasında anlamlı fark bulunmuştur. Ancak diğer

zaman dilimleri arasında anlamlı fark bulunmamıştır ( $p>0,005$ ). LDH düzeyinin zaman içerisindeki ortalamaları grafikte verilmiştir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Zamana göre LDH enzim düzeyi grafiği

Şekil 4.3. incelendiğinde, LDH enziminin egzersizden hemen sonra en yüksek değere ulaştığı, 48'inci saatlerde düştüğü görülmüştür. LDH enzim düzeyi anlamlı olmamakla birlikte kontrol grubunda 72'inci saatte tekrar yükselmeye başladığı ancak 96'ıncı saatlerde hem deney hem de kontrol grubunun bazal değerlere yaklaştığı gözlemlenmiştir.

#### 4.4. Aspartat Aminotransferaz (AST) Enzim Düzeyi

Katılımcıların; bazal, egzersizden hemen sonra, 24, 48, 72 ve 96'ıncı saatlerde tespit edilen AST düzeylerinin aritmetik ortalama ( $\bar{x}$ ) ve standart sapma (ss) değerleri tablo 4.12'de verilmiştir.

**Tablo 4.12. Katılımcıların; AST düzeylerinin aritmetik ortalama ( $\bar{x}$ ) ve standart sapma (ss) değerleri**

Egzersiz Sonrası							
Ölçüm	Grup	Bazal $\bar{x}\pm ss$	0.saatt $\bar{x}\pm ss$	24.saatt $\bar{x}\pm ss$	48.saatt $\bar{x}\pm ss$	72.saatt $\bar{x}\pm ss$	96.saatt $\bar{x}\pm ss$
	Deney (n=12)	20,50± 7,03	25,33± 6,42	31,42± 9,44	25,75± 7,86	25,25± 6,31	23,08± 5,41
AST (U/L)	Kontrol (n=11)	23,09± 3,80	27,27± 5,60	37,91± 28,61	29,55± 16,87	29,64± 11,30	26,55± 7,96
	Toplam (n=23)	21,74± 5,75	26,26± 5,99	34,52± 20,68	27,57± 12,80	27,35± 9,11	24,74± 6,83

**Tablo 4.13. AST düzeyi için tekrarlanan ölçümlerde iki yönlü varyans analizi sonuçları**

Değişken	KT	SD	KO	F	p
Genel	19496,995	137			
Zaman	2103,082	5	420,616	6,722	0,000
Zaman x Grup	72,473	5	14,495	0,232	0,948
Gruplar arası	491,440	1	491,440	1,006	0,327
Denekler içi hata	6570,556	105	62,577		
Denekler arası hata	10259,444	21	488,545		

Tablo 4.13’de AST düzeyi için yapılan tekrarlı ölçümlerde iki yönlü varyans analizine göre zaman içindeki değişimde istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu [ $F_{(5-105)} = 6,722$ ;  $p=0,000$ ] bulunmuştur. Ancak diğer taraftan Zaman x Grup etkileşiminde [ $F_{(5-105)} = 0,232$ ;  $p=0,948$ ] ve gruplar arasında [ $F_{(1-21)} = 1,006$ ;  $p=0,327$ ] istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. Aşağıda, AST düzeyinin zaman etkisinde karşılaştırılması verilmiştir (Tablo 4.14.).

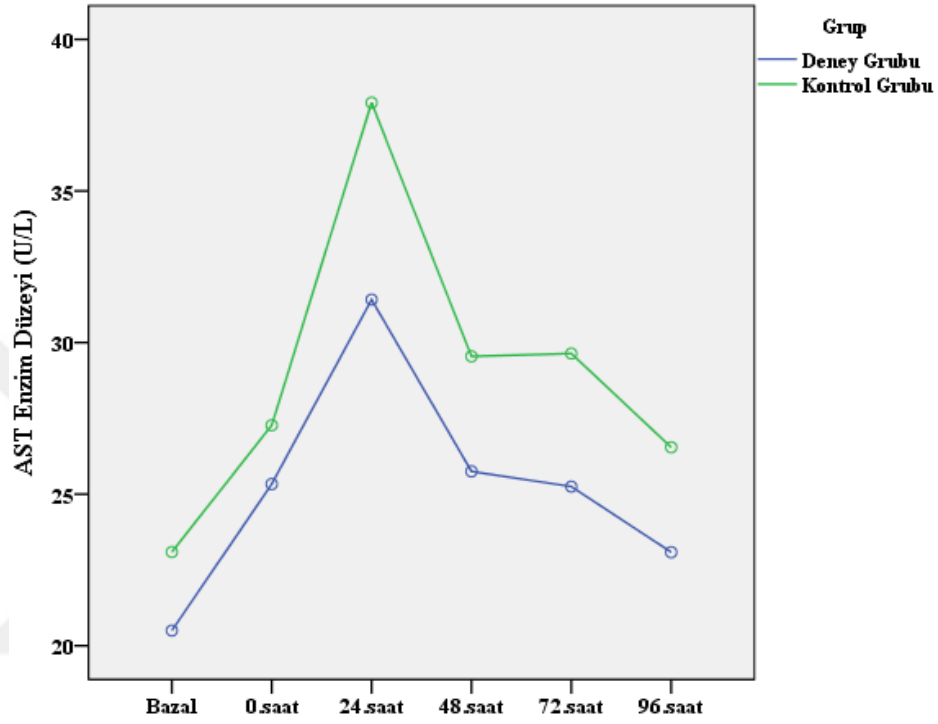


**Tablo 4.14. AST düzeylerinin zaman içerisinde karşılaştırılması**

Zaman	Ortalama Farkı (U/L)	Standart Hata	p	
0.sa	-4,508	0,684	0,000	
24.sa	-12,867	4,217	0,091	
B	48.sa	-5,852	2,459	0,403
	72.sa	-5,648	1,653	0,039
	96.sa	-3,019	1,200	0,301
B	4,508	0,684	0,000	
24.sa	-8,360	4,004	0,738	
0.sa	48.sa	-1,345	2,290	1,000
	72.sa	-1,140	1,434	1,000
	96.sa	1,489	0,916	1,000
B	12,867	4,217	0,091	
0.sa	8,360	4,004	0,738	
24.sa	48.sa	7,015	1,845	0,016
	72.sa	7,220	2,749	0,237
	96.sa	9,848	3,519	0,161
B	5,852	2,459	0,403	
0.sa	1,345	2,290	1,000	
48.sa	24.sa	-7,015	1,845	0,016
	72.sa	0,205	1,172	1,000
	96.sa	2,833	1,860	1,000
B	5,648	1,653	0,039	
0.sa	1,140	1,434	1,000	
72.sa	24.sa	-7,220	2,749	0,237
	48.sa	-0,205	1,172	1,000
	96.sa	2,629	0,977	0,206
B	3,019	1,200	0,301	
0.sa	-1,489	0,916	1,000	
96.sa	24.sa	-9,848	3,519	0,161
	48.sa	-2,833	1,860	1,000
	72.sa	-2,629	0,977	0,206

Tablo 4.14. incelendiğinde katılımcıların AST düzeyi zaman etkisindeki anlamlı farkın devamı için yapılan Bonferroni tanımlamasına göre; bazal ile 0 (p=0,000), 72 (p=0,039), 24 ile 48 (0,016)'inci saatler arasında anlamlı fark

bulunmuştur. Ancak diğer zaman dilimleri arasında anlamlı fark bulunmamıştır ( $p>0,005$ ). AST düzeyinin zaman içerisindeki ortalamaları grafikte verilmiştir (Şekil 4.3).



4.4. Zamana göre AST enzim düzeyi grafiği

Şekil 4.4. incelendiğinde AST enzim düzeyinin 24'üncü saatte en yüksek değere ulaştığı, 48'inci saatte düşmeye başladığı, 72 ve 96'ıncı saatlerde deney grubu bazal değerlere yaklaşırken, kontrol grubunun anlamlı olmamakla beraber daha yüksek seviyelerde kaldığı gözlemlenmiştir.

#### 4.5. Alanin aminotransferaz (ALT) Enzim Düzeyi

Katılımcıların; bazal, egzersizden hemen sonra, 24, 48, 72 ve 96'ıncı saatlerde tespit edilen ALT düzeylerinin aritmetik ortalama ( $\bar{x}$ ) ve standart sapma (ss) değerleri tablo 4.11'de verilmiştir.

**Tablo 4.15. Katılımcıların; ALT düzeylerinin aritmetik ortalama ( $\bar{x}$ ) ve standart sapma (ss) değerleri**

<b>Egzersiz Sonrası</b>							
<b>Ölçüm</b>	<b>Grup</b>	<b>Bazal <math>\bar{x}\pm ss</math></b>	<b>0.saat <math>\bar{x}\pm ss</math></b>	<b>24.saat <math>\bar{x}\pm ss</math></b>	<b>48.saat <math>\bar{x}\pm ss</math></b>	<b>72.saat <math>\bar{x}\pm ss</math></b>	<b>96.saat <math>\bar{x}\pm ss</math></b>
ALT (U/L)	Deney (n=12)	18,67± 11,61	17,92± 11,73	19,83± 11,96	20,33± 11,22	20,00± 10,52	19,25± 9,32
	Kontrol (n=11)	19,09± 7,89	19,09± 10,88	20,73± 9,67	21,09± 9,94	21,45± 10,64	21,18± 11,67
	Toplam (n=23)	18,87± 9,79	18,48± 11,09	20,26± 10,69	20,70± 10,39	20,70± 10,36	20,17± 10,31

**Tablo 4.16. ALT düzeyi için tekrarlanan ölçümlerde iki yönlü varyans analizi sonuçları**

<b>Değişken</b>	<b>KT</b>	<b>SD</b>	<b>KO</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
<b>Genel</b>	14518,955	137			
<b>Zaman</b>	105,130	5	21,026	2,145	0,066
<b>Zaman x Grup</b>	8,260	5	1,652	0,169	0,974
<b>Gruplar arası</b>	42,126	1	42,126	0,066	0,799
<b>Denekler içi hata</b>	1029,348	105	9,803		
<b>Denekler arası hata</b>	13334,091	21	634,957		

Tablo 4.16’da ALT düzeyi için yapılan tekrarlı ölçümlerde iki yönlü varyans analizine göre zaman içindeki değişimde [ $F_{(5-105)} = 2,145$ ;  $p=0,066$ ], zaman x grup etkileşiminde [ $F_{(5-105)} = 0,169$ ;  $p=0,974$ ] ve gruplar arasında [ $F_{(1-21)} = 0,006$ ;  $p=0,799$ ] istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır.

#### **4.6. Hamstring Esneklik Düzeyi**

Katılımcıların; bazal, egzersizden hemen sonra, 24, 48, 72 ve 96’ıncı saatlerde tespit edilen hamstring esneklik (cm) değerlerinin aritmetik ortalama ( $\bar{x}$ ) ve standart sapma (ss) değerleri tablo 4.17’de verilmiştir.

**Tablo 4.17. Katılımcıların; hamstring esneklik değerlerinin aritmetik ortalama ( $\bar{x}$ ) ve standart sapma (ss) değerleri**

<b>Egzersiz Sonrası</b>							
<b>Ölçüm</b>	<b>Grup</b>	<b>Bazal <math>\bar{x}\pm ss</math></b>	<b>0.saat <math>\bar{x}\pm ss</math></b>	<b>24.saat <math>\bar{x}\pm ss</math></b>	<b>48.saat <math>\bar{x}\pm ss</math></b>	<b>72.saat <math>\bar{x}\pm ss</math></b>	<b>96.saat <math>\bar{x}\pm ss</math></b>
Esn. Hamst. (cm)	Deney (n=12)	24,14± 5,26	25,20± 4,83	24,31± 6,88	25,16± 7,00	26,00± 5,90	27,04± 4,71
	Kontrol (n=11)	22,50± 9,08	22,09± 8,88	22,31± 7,92	22,90± 9,32	24,07± 8,02	25,13± 7,93
	Toplam (n=23)	23,35± 7,21	23,71± 7,07	23,36± 7,29	24,08± 8,08	25,08± 6,90	26,13± 6,37

**Tablo 4.18. Hamstring esneklik değeri için tekrarlanan ölçümlerde iki yönlü varyans analizi sonuçları**

<b>Değişken</b>	<b>KT</b>	<b>SD</b>	<b>KO</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
<b>Genel</b>	6941,622	137			
<b>Zaman</b>	141,070	5	28,214	4,675	0,001
<b>Zaman x Grup</b>	7,658	5	1,532	0,254	0,937
<b>Gruplar arası</b>	158,092	1	158,092	0,553	0,465
<b>Denekler içi hata</b>	633,679	105	6,035		
<b>Denekler arası hata</b>	6001,123	21	285,768		

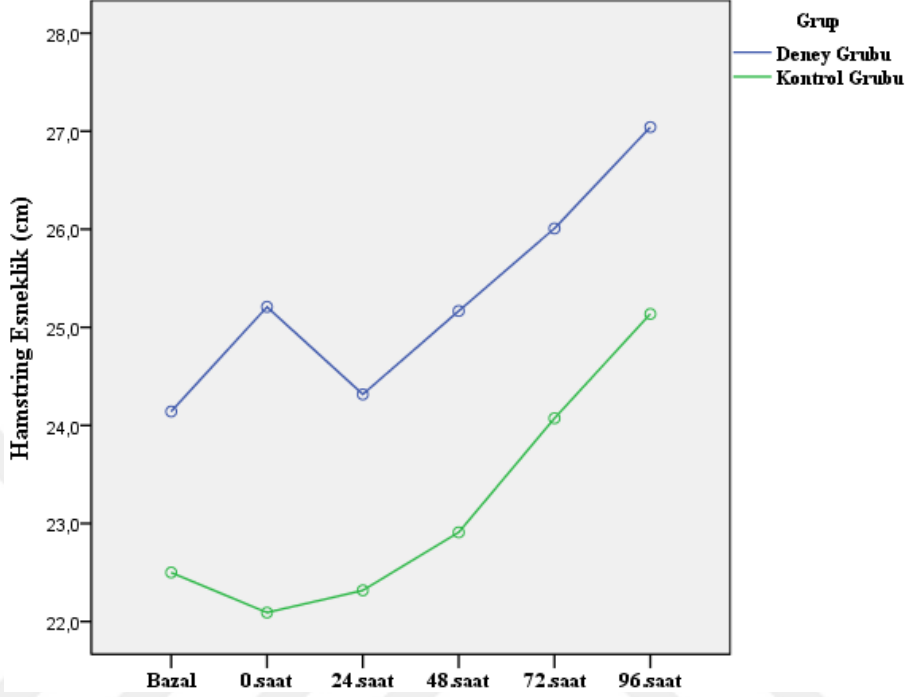
Tablo 4.18’de hamstring esnekliği için yapılan tekrarlı ölçümlerde iki yönlü varyans analizine göre zaman içindeki değişimde istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu [ $F_{(5-105)} = 4.675$ ;  $p=0.001$ ] bulunmuştur. Ancak diğer taraftan Zaman x Grup etkileşiminde [ $F_{(5-105)} = 0.254$ ;  $p=0.937$ ] ve gruplar arasında [ $F_{(1-21)} = 0.553$ ;  $p=0.465$ ] istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. Aşağıda hamstring esneklik değerinin zaman etkisinde karşılaştırılması verilmiştir (Tablo 4.19).

**Tablo 4.19. Hamstring esneklik düzeylerinin zaman içerisinde karşılaştırılması**

Zaman	Ortalama Farkı (cm)	Standart Hata	p	
B	0.sa	-0,329	0,789	1,000
	24.sa	0,003	0,875	1,000
	48.sa	-0,717	1,039	1,000
	72.sa	-1,720	0,867	0,907
	96.sa	-2,768	0,724	0,015
0.sa	B	0,329	0,789	1,000
	24.sa	0,332	0,661	1,000
	48.sa	-0,388	0,856	1,000
	72.sa	-1,391	0,820	1,000
	96.sa	-2,439	0,734	0,048
24.sa	B	-0,003	0,875	1,000
	0.sa	-0,332	0,661	1,000
	48.sa	-0,720	0,468	1,000
	72.sa	-1,723	0,563	0,089
	96.sa	-2,772	0,621	0,003
48.sa	B	0,717	1,039	1,000
	0.sa	0,388	0,856	1,000
	24.sa	0,720	0,468	1,000
	72.sa	-1,003	0,524	1,000
	96.sa	-2,051	0,650	0,072
72.sa	B	1,720	0,867	0,907
	0.sa	1,391	0,820	1,000
	24.sa	1,723	0,563	0,089
	48.sa	1,003	0,524	1,000
	96.sa	-1,048	0,381	0,179
96.sa	B	2,768	0,724	0,015
	0.sa	2,439	0,734	0,048
	24.sa	2,772	0,621	0,003
	48.sa	2,051	0,650	0,072
	72.sa	1,048	0,381	0,179

Tablo 4.19. incelendiğinde katılımcıların hamstring esneklik düzeyi zaman etkisindeki anlamlı farkın devamı için yapılan Bonferroni tanımlamasına göre; bazal ile 96 (p=0,015), 0 ile 96 (p=0,048), ve 24 ile 96 (p=0,003)'üncü saatler arasında anlamlı fark bulunmuştur. Ancak diğer zaman dilimleri arasında anlamlı fark

bulunmamıştır ( $p>0,005$ ). Hamstring esneklik düzeyinin zaman içerisindeki ortalamaları grafikte verilmiştir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Zamana göre hamstring esneklik düzeyi grafiği

Şekil 4.5. incelendiğinde hamstring esneklik değerlerinin deney grubunda egzersizden hemen sonra yükselmeye başlayıp 24'üncü saatte tekrar düştüğü ve kademeli olarak yükseldiği, kontrol grubunda ise; egzersizden hemen sonra düştüğü ve kademeli olarak yükseldiği, hem deney hem de kontrol döneminde 96'ıncı saatlerde en yüksek seviyeye ulaştığı gözlemlenmiştir.

#### 4.7. Quadriceps Esneklik Düzeyi

Katılımcıların; bazal, egzersizden hemen sonra, 24, 48, 72 ve 96'ıncı saatlerde tespit edilen quadriceps esneklik ( $^{\circ}$ ) değerlerinin aritmetik ortalama ( $\bar{x}$ ) ve standart sapma (ss) değerleri tablo 4.20'de verilmiştir.

**Tablo 4.20. Katılımcıların; quadriceps esneklik değerlerinin aritmetik ortalama ( $\bar{x}$ ) ve standart sapma (ss) değerleri**

Ölçüm	Grup	Egzersiz Sonrası					
		Bazal $\bar{x}\pm ss$	0.saat $\bar{x}\pm ss$	24.saat $\bar{x}\pm ss$	48.saat $\bar{x}\pm ss$	72.saat $\bar{x}\pm ss$	96.saat $\bar{x}\pm ss$
Esn. Quad. (°)	Deney (n=12)	47,33± 7,64	47,50± 7,02	47,67± 6,81	47,67± 6,74	47,58± 5,46	46,83± 5,84
	Kontrol (n=11)	49,45± 6,39	48,36± 6,32	51,73± 6,05	50,27± 6,05	49,64± 6,63	50,00± 6,29
	Toplam (n=23)	48,35± 6,99	47,91± 6,56	49,61± 6,64	48,91± 6,41	48,57± 6,00	48,35± 6,13

**Tablo 4.21. Quadriceps esneklik değeri için tekrarlanan ölçümlerde iki yönlü varyans analizi sonuçları**

Değişken	KT	SD	KO	F	p
Genel	5567,307	137			
Zaman	42,089	5	8,418	1,049	0,393
Zaman x Grup	33,915	5	6,783	0,845	0,521
Gruplar arası	211,538	1	211,538	1,001	0,328
Denekler içi hata	842,824	105	8,027		
Denekler arası hata	4436,941	21	211,283		

Tablo 4.20’de quadriceps esnekliği için yapılan tekrarlı ölçümlerde iki yönlü varyans analizine göre zaman içindeki değişimde, [ $F_{(5-105)} = 1,049$ ;  $p=0,393$ ], Zaman x Grup etkileşiminde [ $F_{(5-105)} = 0,845$ ;  $p=0,521$ ] ve gruplar arasında [ $F_{(1-21)} = 1,001$ ;  $p=0,328$ ] istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır.

#### 4.8. Uyluk Çevresi Ölçüm Düzeyi

Katılımcıların; bazal, egzersizden hemen sonra, 24, 48, 72 ve 96’ıncı saatlerde tespit edilen uyluk çevre (cm) değerlerinin aritmetik ortalama ( $\bar{x}$ ) ve standart sapma (ss) değerleri tablo 4.22’de verilmiştir.

**Tablo 4.22. Katılımcıların; uyluk çevre değerlerinin aritmetik ortalama ( $\bar{x}$ ) ve standart sapma (ss) değerleri**

Ölçüm	Grup	Egzersiz Sonrası					
		Bazal $\bar{x}\pm ss$	0.saat $\bar{x}\pm ss$	24.saat $\bar{x}\pm ss$	48.saat $\bar{x}\pm ss$	72.saat $\bar{x}\pm ss$	96.saat $\bar{x}\pm ss$
Uyluk Çevresi (cm)	Deney (n=12)	52,55± 2,88	53,15± 3,28	53,53± 3,49	53,30± 3,44	53,32± 3,44	53,09± 3,22
	Kontrol (n=11)	51,62± 3,79	52,29± 3,84	52,03± 3,62	51,93± 3,61	52,06± 3,72	51,71± 3,71
	Toplam (n=23)	52,10± 3,30	52,73± 3,50	52,81± 3,56	52,65± 3,51	52,72± 3,55	52,43± 3,45

**Tablo 4.23. Uyluk çevre düzeyi için tekrarlanan ölçümlerde iki yönlü varyans analizi sonuçları**

Değişken	KT	SD	KO	F	p
Genel	1611,654	137			
Zaman	7,900	5	1,580	9,919	0,000
Zaman x Grup	1,971	5	0,394	2,475	0,037
Gruplar arası	50,772	1	50,772	0,695	0,414
Denekler içi hata	16,726	105	0,159		
Denekler arası hata	1534,285	21	73,061		

Tablo 4.23’de uyluk çevre (cm) düzeyi için yapılan tekrarlı ölçümlerde iki yönlü varyans analizine göre zaman içindeki değişimde istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu [ $F_{(5-105)} = 9,919$ ;  $p=0,000$ ] bulunmuştur. Ancak diğer taraftan Zaman x Grup etkileşiminde [ $F_{(5-105)} = 2,475$ ;  $p=0,037$ ] ve gruplar arasında [ $F_{(1-21)} = 0,695$ ;  $p=0,414$ ] istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. Aşağıda uyluk çevre düzeyinin zaman etkisinde karşılaştırılması verilmiştir (Tablo 4.24).



**Tablo 4.24. Uyluk çevre düzeyinin zaman etkisinde karşılaştırılması**

Zaman	Ortalama Farkı (cm)	Standart Hata	p	
B	0.sa	-0,632	0,138	0,002
	24.sa	-0,696	0,148	0,002
	48.sa	-0,534	0,141	0,016
	72.sa	-0,606	0,144	0,006
	96.sa	-0,316	0,143	0,581
B	0,632	0,138	0,002	
0.sa	24.sa	-0,064	0,114	1,000
	48.sa	0,098	0,115	1,000
	72.sa	0,026	0,112	1,000
	96.sa	0,316	0,113	0,163
	B	0,696	0,148	0,002
24.sa	0.sa	0,064	0,114	1,000
	48.sa	0,162	0,077	0,697
	72.sa	0,091	0,090	1,000
	96.sa	0,380	0,116	0,055
	B	0,534	0,141	0,016
48.sa	0.sa	-0,098	0,115	1,000
	24.sa	-0,162	0,077	0,697
	72.sa	-0,072	0,089	1,000
	96.sa	0,217	0,114	1,000
	B	0,606	0,144	0,006
72.sa	0.sa	-0,026	0,112	1,000
	24.sa	-0,091	0,090	1,000
	48.sa	0,072	0,089	1,000
	96.sa	0,289	0,076	0,016
	B	0,316	0,143	0,581
96.sa	0.sa	-0,316	0,113	0,163
	24.sa	-0,380	0,116	0,055
	48.sa	-0,217	0,114	1,000
	72.sa	-0,289	0,076	0,016

Tablo 4.24. incelendiğinde katılımcıların uyluk çevre düzeyi zaman etkisindeki anlamlı farkın devamı için yapılan Bonferroni tanımlamasına göre; bazal ile 0 (p=0,002), 24 (p=0,002), 48 (p=0,016) ve 72 (p=0,006), 72 ile 96 (p=0,016)'ıncı

saatler arasında anlamlı fark bulunmuştur. Ancak diğer zaman dilimleri arasında anlamlı fark bulunmamıştır ( $p>0,005$ ). Çevre uyluk düzeyinin zaman içerisindeki farklarının gruplar arası karşılaştırılması için Mann Whitney U testi sonuçları aşağıda verilmiştir (Tablo 4.25).

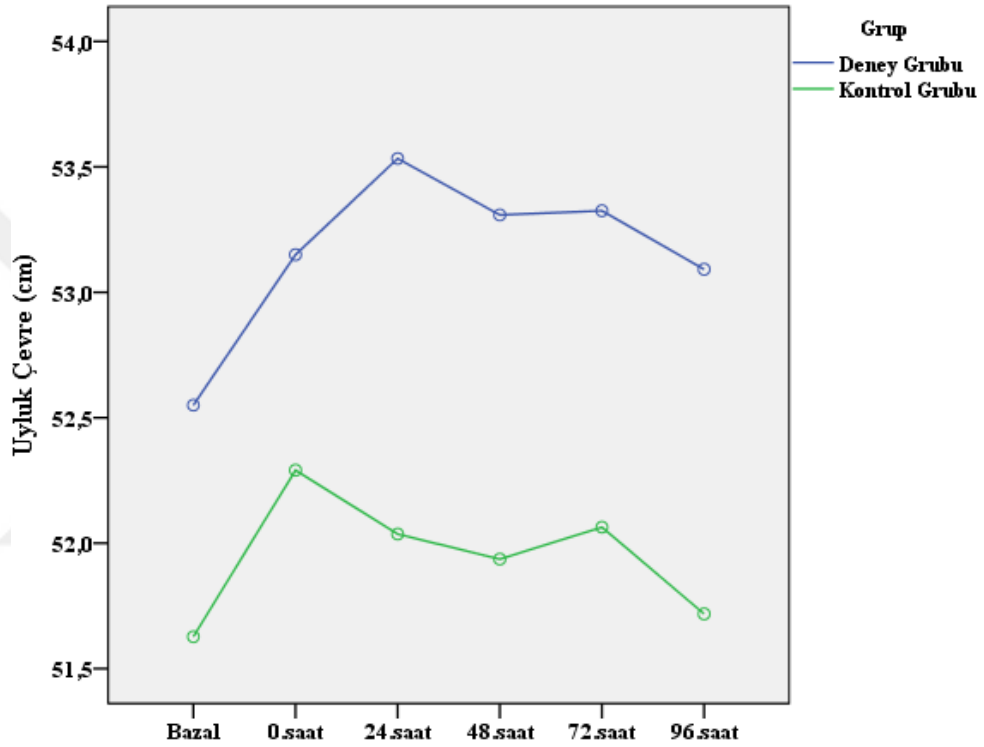
**Tablo 4.25. Uyluk çevre düzeyi zaman farklarının gruplar arası karşılaştırılması için Mann Whitney U testi sonuçları**

Zaman	Grup	N	$\bar{x}$	Ss	U	Z	p																																																																																												
(B)-(0.sa)	Deney	12	-,6000	,79772	60,500	-,339	0,734																																																																																												
	Kontrol	11	-,6636	,46962				(B)-(24.sa)	Deney	12	-,9833	,91536	23,500	-2,623	0,009	Kontrol	11	-,4091	,36730	(B)-(48.sa)	Deney	12	-,7583	,88570	31,500	-2,132	0,033	Kontrol	11	-,3091	,30151	(B)-(72.sa)	Deney	12	-,7750	,85931	46,000	-1,236	0,216	Kontrol	11	-,4364	,43652	(B)-(96.sa)	Deney	12	-,5417	,77513	37,500	-1,759	0,079	Kontrol	11	-,0909	,57525	(0)-(24.sa)	Deney	12	-,3833	,66856	25,000	-2,533	0,011	Kontrol	11	,2545	,37246	(24.sa)-(48.sa)	Deney	12	,2250	,40927	55,000	-,682	0,495	Kontrol	11	,1000	,31623	(48.sa)-(72.sa)	Deney	12	-,0167	,41304	56,500	-,591	0,554	Kontrol	11	-,1273	,44518	(72.sa)-(96.sa)	Deney	12	,2333	,41194	56,500	-,587	0,557
(B)-(24.sa)	Deney	12	-,9833	,91536	23,500	-2,623	0,009																																																																																												
	Kontrol	11	-,4091	,36730				(B)-(48.sa)	Deney	12	-,7583	,88570	31,500	-2,132	0,033	Kontrol	11	-,3091	,30151	(B)-(72.sa)	Deney	12	-,7750	,85931	46,000	-1,236	0,216	Kontrol	11	-,4364	,43652	(B)-(96.sa)	Deney	12	-,5417	,77513	37,500	-1,759	0,079	Kontrol	11	-,0909	,57525	(0)-(24.sa)	Deney	12	-,3833	,66856	25,000	-2,533	0,011	Kontrol	11	,2545	,37246	(24.sa)-(48.sa)	Deney	12	,2250	,40927	55,000	-,682	0,495	Kontrol	11	,1000	,31623	(48.sa)-(72.sa)	Deney	12	-,0167	,41304	56,500	-,591	0,554	Kontrol	11	-,1273	,44518	(72.sa)-(96.sa)	Deney	12	,2333	,41194	56,500	-,587	0,557	Kontrol	11	,3455	,30451								
(B)-(48.sa)	Deney	12	-,7583	,88570	31,500	-2,132	0,033																																																																																												
	Kontrol	11	-,3091	,30151				(B)-(72.sa)	Deney	12	-,7750	,85931	46,000	-1,236	0,216	Kontrol	11	-,4364	,43652	(B)-(96.sa)	Deney	12	-,5417	,77513	37,500	-1,759	0,079	Kontrol	11	-,0909	,57525	(0)-(24.sa)	Deney	12	-,3833	,66856	25,000	-2,533	0,011	Kontrol	11	,2545	,37246	(24.sa)-(48.sa)	Deney	12	,2250	,40927	55,000	-,682	0,495	Kontrol	11	,1000	,31623	(48.sa)-(72.sa)	Deney	12	-,0167	,41304	56,500	-,591	0,554	Kontrol	11	-,1273	,44518	(72.sa)-(96.sa)	Deney	12	,2333	,41194	56,500	-,587	0,557	Kontrol	11	,3455	,30451																				
(B)-(72.sa)	Deney	12	-,7750	,85931	46,000	-1,236	0,216																																																																																												
	Kontrol	11	-,4364	,43652				(B)-(96.sa)	Deney	12	-,5417	,77513	37,500	-1,759	0,079	Kontrol	11	-,0909	,57525	(0)-(24.sa)	Deney	12	-,3833	,66856	25,000	-2,533	0,011	Kontrol	11	,2545	,37246	(24.sa)-(48.sa)	Deney	12	,2250	,40927	55,000	-,682	0,495	Kontrol	11	,1000	,31623	(48.sa)-(72.sa)	Deney	12	-,0167	,41304	56,500	-,591	0,554	Kontrol	11	-,1273	,44518	(72.sa)-(96.sa)	Deney	12	,2333	,41194	56,500	-,587	0,557	Kontrol	11	,3455	,30451																																
(B)-(96.sa)	Deney	12	-,5417	,77513	37,500	-1,759	0,079																																																																																												
	Kontrol	11	-,0909	,57525				(0)-(24.sa)	Deney	12	-,3833	,66856	25,000	-2,533	0,011	Kontrol	11	,2545	,37246	(24.sa)-(48.sa)	Deney	12	,2250	,40927	55,000	-,682	0,495	Kontrol	11	,1000	,31623	(48.sa)-(72.sa)	Deney	12	-,0167	,41304	56,500	-,591	0,554	Kontrol	11	-,1273	,44518	(72.sa)-(96.sa)	Deney	12	,2333	,41194	56,500	-,587	0,557	Kontrol	11	,3455	,30451																																												
(0)-(24.sa)	Deney	12	-,3833	,66856	25,000	-2,533	0,011																																																																																												
	Kontrol	11	,2545	,37246				(24.sa)-(48.sa)	Deney	12	,2250	,40927	55,000	-,682	0,495	Kontrol	11	,1000	,31623	(48.sa)-(72.sa)	Deney	12	-,0167	,41304	56,500	-,591	0,554	Kontrol	11	-,1273	,44518	(72.sa)-(96.sa)	Deney	12	,2333	,41194	56,500	-,587	0,557	Kontrol	11	,3455	,30451																																																								
(24.sa)-(48.sa)	Deney	12	,2250	,40927	55,000	-,682	0,495																																																																																												
	Kontrol	11	,1000	,31623				(48.sa)-(72.sa)	Deney	12	-,0167	,41304	56,500	-,591	0,554	Kontrol	11	-,1273	,44518	(72.sa)-(96.sa)	Deney	12	,2333	,41194	56,500	-,587	0,557	Kontrol	11	,3455	,30451																																																																				
(48.sa)-(72.sa)	Deney	12	-,0167	,41304	56,500	-,591	0,554																																																																																												
	Kontrol	11	-,1273	,44518				(72.sa)-(96.sa)	Deney	12	,2333	,41194	56,500	-,587	0,557	Kontrol	11	,3455	,30451																																																																																
(72.sa)-(96.sa)	Deney	12	,2333	,41194	56,500	-,587	0,557																																																																																												
	Kontrol	11	,3455	,30451																																																																																															

B=Bazal

Tablo 4.25’de uyluk çevre değeri Zaman x Grup etkisindeki anlamlı farkın devamındaki analiz için yapılan MannWhitney U testi sonuçlarına göre; bazal ile 24 [(b-24.sa);  $p=0,009$ ], bazal ile 48 [(b-48.sa);  $p=0,033$ ] ve egzersizden hemen sonrası ile 24 [(0.sa-24.sa);  $p=0,011$ ]’üncüsaatler arasındaki değişimde deney grubunun uyluk çevre değeri kontrol grubuna kıyasla anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur. Ancak diğer taraftan bazal ile egzersizden hemen sonrasında [(b-0.sa);  $p=0,734$ ],

bazal ile 72[(b-72.sa); p=0,216], bazal ile 96 [(b-96.sa); p=0,079], 24 ile 48 [(24.sa-48.sa); p=0,495], 48 ile 72 [(48.sa-72.sa); p=0,554] ve 72 ile 96 [(72.sa-96.sa); p=0,557]'inci saatler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. Uyluk çevre ölçüm değerinin zaman içerisindeki ortalamaları grafikte verilmiştir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Zamana göre uyluk çevre düzeyi grafiği

Şekil 4.6. incelendiğinde, uyluk çevre düzeyinde kontrol grubunun egzersizden hemen sonra en yüksek değere ulaşırken deney grubunun 24'üncü saatte en yüksek değere ulaştığı görülmüştür. Ayrıca kontrol grubu uyluk çevre değerinde 96'ıncı saatte bazal değere yaklaşırken, deney grubunun bazal değere kıyasla daha yüksek değerde kaldığı gözlemlenmiştir.

## 5. TARTIŞMA

Egzersize bağlı oluşan kas hasarı sonrası yapılan germe uygulamasının algılanan kas ağrısı, CK, LDH, AST, ALT, hamstring esneklik, quadriceps esneklik ve uyluk çevre ölçümü üzerine olan etkisini incelemek amacıyla yapılan bu çalışmada elde edilen veriler ilgili literatür desteğiyle tartışılarak yorumlanmıştır.

Ölçümlerden elde edilen verilere yapılan istatistiksel analizler sonucunda algılanan kas ağrısı, CK, LDH, AST, hamstring esneklik, ve uyluk çevresi değişkenlerinde zamana bağlı olarak istatistiki anlamlı fark ( $p<0,05$ ) bulunmuştur. Ancak ALT ve quadriceps esnekliği değişkeninde zamana bağlı olarak anlamlı farka rastlanmamıştır. Bunun dışında, algılanan kas ağrısı ve uyluk çevresi değişkeninde Zaman x Grup etkileşiminde istatistiksel olarak anlamlı fark ( $p<0,05$ ) tespit edilmiştir. Zaman x grup etkileşiminde bulunan anlamlı farklar için bazal ile egzersizden hemen sonra ve egzersiz sonrası 24, 48, 72 ve 96'ncı saatlerin ve ardışık saatlerin farkları alınmış ve elde edilen fark değerleri bakımından deney ve kontrol grupları karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmada deney grubunun zamana göre ağrı ve uyluk çevresi değişim düzeyi kontrol grubuna oranla yüksek bulunmuştur. Diğer taraftan CK, LDH, AST, ALT, hamstring esneklik ve quadriceps esneklik ölçüm sonuçlarında Zaman x Grup etkileşiminde istatistiksel olarak anlamlı farka rastlanmamıştır.

Germe; kas esnekliği ve eklem hareket açıklığı prensibine dayandığından, sportif performans açısından önem taşımaktadır. Bu nedenle; egzersiz öncesinde yapılan germe egzersizleri, kas tendon birim uzunluğu ve esnekliğini arttırarak, sportif performansın artmasına ve egzersize bağlı yaralanma riskini azaltmaya yardımcı egzersizler olarak bilinmektedir (16, 24). Yıllardan beri süregelen ısınma-soğuma egzersizlerinin esnekliği arttırıp, kas sertliğini ve kas ağrısını azaltması sebebiyle sakatlık riskini azalttığı bilinmektedir (16). Statik germe yönteminde, diğer germe çeşitlerine göre doku hasarı ve enerji gereksinimi daha azdır. Statik germenin kas hasarını önlediği, kas kusurunu iyileştirmede yararlı etkisi olduğu görülmüştür (18). Bu nedenle germe egzersizleri; egzersiz öncesi yaralanmayı azaltıcı ve performansı arttırıcı etkisi dışında, egzersiz sonrasında egzersize bağlı oluşan hasarı azalttığı ve toparlanmayı hızlandırdığı düşünölen düşük yoğunluklu egzersiz, masaj

ve kriyoterapi gibi tekniklerin yanında yer almaya başlamıştır (55). Ancak konu hakkındaki çalışmaların son incelemelerinde egzersiz öncesi veya sonrasında, yapılan statik germenin gecikmiş kas ağrısını (DOMS) azaltması üzerinde bir etkisi olmadığı sonucuna ulaşılmıştır (55, 81).

Kas hasarı doğrudan ve dolaylı ölçüm yöntemleri ile belirlenir. İskelet kası hasarını belirlemede, kas biyopsisi ve manyetik görüntüleme ile doğrudan ölçüm yapılabilmektedir. Kas biyopsisi; kas içerisinde minimal bir kas numunesi alınarak yapılmakta ve tüm kas içerisindeki hasarı alınan bu örnek temsil etmektedir. Oluşan hasarın, kasın her bölgesinde olup olmadığı konusu düşünüldüğünde alınan biyopsi örneğinin tüm kası yansıtmayacağı düşünülmektedir. Bu nedenle, biyopsi tekniği hasar miktarını belirlemede yanıltıcı olabilir. Manyetik görüntüleme tekniklerinde ise; kasın tamamı ve yapısal bozukluklar görüntülenebilir ancak görülen değişiklikler net bir şekilde anlaşılmadığı için bu yöntem yaygın olarak kullanılmamaktadır (1, 8). Bu nedenle kas hasarı ile ilgili yapılan çalışmalarda yaygın olarak kasa özel enzimler ile ağrı, esneklik ve uyluk çevre ölçümü ile hasar belirlenmektedir (4, 8).

Kas hasarı ile ilgili yapılan çalışmalarda, oluşan hasar miktarına bağlı olarak kas ağrısı meydana geldiği (5) ve kas ağrısının egzersiz sonrası 24-48 saatte en yüksek seviyelere ulaştığı belirtilmiştir (1, 3, 13). Egzersiz sonrası kas ağrısının artması ve diğer hasar belirteçleri ile benzer davranış sergilemesi, ağrı düzeyinin kas hasarıyla ilişkili olduğunu göstermektedir (1). Yapılan bir çalışmada; soğuk su uygulaması sırasında su sıcaklığının egzersize bağlı kas hasarı üzerine etkisi araştırılmak üzere, katılımcılara egzersiz protokolü olarak 100 derinlik sıçraması uygulanmış ve çalışma sonucunda katılımcıların ağrı değerlerinde egzersiz sonrasında anlamlı fark olduğu rapor edilmiştir (82). Diğer bir çalışmada, egzersizin neden olduğu kas hasarını iyileştirmede tekrarlanan soğuk su uygulamasının etkilerini araştırmak üzere kas hasarı egzersiz protokolü olarak 100 derinlik sıçraması uygulanmıştır. Çalışma sonucuna göre, ağrı değerlerinde egzersiz sonrası anlamlı fark olduğu bildirilmiştir (9). Yine benzer bir çalışmada, egzersize bağlı kas hasarının iyileşmesine etkisi araştırılmak üzere yapılan ve egzersiz protokolü olarak 100 derinlik sıçraması uygulanan çalışmanın sonucuna göre, uygulanan egzersiz protokolünün kas hasarı oluşturmada etkili olduğu ve kas hasarı belirteçlerinden olan

ağrının hasara bağılı olarak artış gösterdiği bildirilmiştir (83). Önceki çalışmaların kas ağrısı ile ilgili bulguları mevcut çalışmadan elde edilen bulguları desteklemektedir. Çalışma bulgularımıza göre, ağrı değerinde Zaman x Grup etkileşiminde anlamlı farkın olduğu ve deney grubunun ağrısının kontrol grubundan anlamlı düzeyde yüksek olduğu yönündedir. Ağrı düzeylerindeki fark incelendiğinde kontrol grubunda ağrı düzeyi egzersiz sonrasında 24'üncü saatte % 950 artışla en yüksek değere ulaşırken, deney grubunda egzersiz sonrası % 1100 artışla 48'inci saatte en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Ayrıca kontrol grubu 96'ıncı saatte %130 artışla bazal değere yaklaşırken, deney grubu 96'ıncı saatte % 460 artışla bazal değere göre daha yüksek değerde kalmıştır. Katılımcıların ağrı düzeylerinde oluşan bu farklılığın statik germenin negatif etkisinden kaynaklandığı söylenebilir. Bir başka çalışmada; eksantrik egzersizi takiben uygulanan pasif germenin bazı kas hasarı belirteçleri üzerine olan etkisi araştırılmak üzere katılımcılara quadriceps kasına yönelik maksimumun % 60 şiddetinde tükenene kadar eksantrik kasılma ve ardından 3x30sn pasif germe uygulanmıştır. Germe uygulaması egzersiz sonrası ve sonraki 7 gün boyunca ölçümlerden önce tekrarlanmıştır. Çalışma sonucuna göre; her iki grupta da ağrı düzeyi 48'inci saatte en yüksek seviyeye ulaşmıştır ancak; anlamlı olmamakla birlikte egzersiz sonrası 72'inci saatte germe grubunun ağrı düzeyinin kontrol grubuna kıyasla daha yüksek seviyede olduğu gözlemlenmiştir (20). Yapılan bu çalışma (20), mevcut çalışma bulgularını destekler niteliktedir. Ancak; yapılan diğer bir çalışmada; eksantrik egzersizi takiben tekrarlanan germe egzersizinin kası iyileştirmeye etkisi araştırılmak üzere, katılımcılara maksimumun % 60'ında 30 eksantrik kasılma içeren setler uygulanmış ve katılımcı yorgunluğa bağılı 2 kez 30 eksantrik kasılmayı tamamlayamadığında egzersiz sona ermiştir. Egzersizin hemen ardından ve diğer günlerde ölçümlerden önce 10x30 sn'lik pasif germe uygulanmıştır. Çalışma sonucunda kas hasarı sonrası tekrarlanan pasif germenin gruplar arasında ağrı düzeyinde bir fark oluşturmadığı ve tüm gruplarda egzersiz sonrası 48'inci saatte en yüksek değere ulaştığı sonucuna ulaşılmıştır (19). Yapılan bu çalışmanın sonucu (19), mevcut çalışma bulguları ile farklılık göstermektedir. Ortaya çıkan bu farklılık uygulanan egzersiz ve stretching protokolünün farklılığından kaynaklanabilir.

Kasa özel enzimler arasında kreatin kinaz (CK), laktat dehidrogenaz (LDH), aspartat aminotransferaz (AST) gibi enzimler yer alır (3, 4, 5, 6). AST enziminin kanda yüksek seviyede olduğu durumlarda alanin aminotransferaz (ALT)'ın AST'ye göre daha düşük oranlarda görülmesi egzersiz kaynaklı iskelet kas hasarının olduğu düşüncesini desteklemektedir (84). Bu nedenle bu çalışmada; serum CK, LDH, AST ve ALT seviyeleri ele alınmış ve sonuçlar birlikte incelenmiştir.

Egzersize bağlı kas hasarı özellikle Z bandındaki kopmalardan kaynaklanan yapısal bozulma sonucu (1, 2) ve alışılmadık bir egzersiz yapıldığında ya da iskelet kasını zorlayıcı nitelikte olan her çalışmada oluşabilmektedir (21). Mevcut çalışmada, kas hasarı egzersiz protokolü olarak literatürde rastlanan birçok çalışmada (10, 77, 78) olduğu gibi derinlik sıçraması egzersizi kullanılmıştır. Çalışma verilerinden elde edilen sonuca göre; bazal ile kas hasarı egzersiz protokolünden sonraki zamanlar karşılaştırıldığında, gözlenen hasar belirteçlerindeki değişim kullanılan egzersiz protokolünün kas hasarı oluşturmada etkili olduğunu göstermiştir. Elde edilen bulgulara göre CK enzim seviyesinin tüm zamanlar içinde egzersiz sonrası 24. saatte en yüksek değere ulaştığı görülmüştür. Benzer bir çalışmada kum ve sert ahşap yüzeyde gerçekleştirilen derinlik sıçramalarının ortaya çıkan kas hasarı büyüklüğünü araştırmak üzere katılımcılara kas hasarı egzersiz protokolü olarak 100 derinlik sıçraması uygulanmıştır. Çalışmadan elde edilen verilerin sonucuna göre uygulanan egzersiz protokolünün kas hasarı oluşturmada etkili olduğu, kas hasarı belirteçlerinden olan serum CK enzim seviyesinin egzersiz sonrası 24'üncü saatte en yüksek değere ulaştığı görülmüştür (77). Aynı şekilde, antioksidan bakımından zengin besinlerin egzersize bağlı kas hasarına etkisi araştırılmak üzere yapılan bir başka çalışmada da kas hasarı egzersiz protokolü olarak 100 derinlik sıçraması uygulanmıştır. Çalışma sonucuna göre, serum CK enzim düzeyi egzersiz sonrası 24'üncü saate en yüksek değere ulaştığı görülmüştür (78). Diğer bir çalışmada ise; lösin takviyesinin eksantrik temelli direnç egzersizi sonrası kas hasarı endeksleri üzerine etkisini araştırma amacıyla katılımcılara, 100 derinlik sıçraması ve 6x10 tekrarlı tek bacak eksantrik kasılma protokolü uygulanmış ve çalışma sonucunda CK enzim düzeyinin egzersiz sonrası 24'üncü saatte en yüksek değere ulaştığı görülmüştür (10). Bahsedilen geçmiş çalışmaların bulguları egzersize bağlı hasarın gözlenmesi noktasında mevcut çalışmanın bulguları ile benzerlik göstermektedir.

Ancak yapılan bir diğer çalışmada; egzersize bağlı kas hasarının hedefe atış beceri performansına etkisi araştırılmak üzere, katılımcılara 2x25 tekrarlı biceps kasına yönelik eksantrik kasılma içeren egzersiz protokolü uygulanmıştır. Egzersiz sonrası 5'inci dk, 24, 48, 72, 96 ve 120'inci saatlerde CK enzim düzeyi incelenmiş ve çalışma sonucunda; CK enzim düzeyinin egzersiz sonrası 48'inci saatte en yüksek seviyeye ulaştığı gözlemlenmiştir (11). Direnç egzersizi sonrası toparlanma esnasında kas hasarı ve EMG cevaplarının incelendiği bir çalışmada; katılımcılara diz ekstansiyonunda maksimumun % 85'i ile 10 konsantrik, % 115'i ile 10 eksantrik, % 85'i ile yapabildikleri kadar izometrik uygulama yapılmıştır. Çalışma sonucunda kas hasarı egzersiz protokolü olarak uyguladıkları direnç çalışmalarında CK düzeyinin egzersiz sonrası 72'nci saatte en yüksek değere ulaştığı görülmüştür (12). Bu sonuçlar ile mevcut çalışma bulgularının farklılık göstermesi uygulanan egzersiz protokolünün ve kas hasarı oluşturulan kas gruplarının farklı olmasından kaynaklanmış olabilir.

Mevcut çalışma bulgularına göre, CK düzeyinde zaman x grup etkileşiminde anlamlı farkın bulunmaması, kas hasarı sonrası uygulanan ve tekrarlanan stretching'in CK düzeyinde anlamlı fark oluşturmadığını göstermiştir. Ancak kontrol grubu 72'inci saatte % 65 ve 96'ıncı saatte % 35 artışla bazal değere yaklaşırken, deney grubu 72'inci saatte % 145 ve 96'ıncı saatte % 160 artışla bazal değere göre daha yüksek değerde kalmıştır. Böylece, 72 ve 96'ıncı saatlerde deney grubunda anlamlı olmamakla birlikte kontrol grubundan daha yüksek CK düzeyinin görülmesi tekrarlanan stretching'in kas hasarında iyileşmeye yönelik negatif etki sağladığını göstermektedir. Çünkü; CK düzeyinin gruplar arasındaki bu farklılığı mevcut çalışma bulgularımızda ağrı düzeyi ile ilgili elde ettiğimiz bulguları destekler niteliktedir. Buna rağmen; yapılan diğer bir çalışmada; eksantrik egzersizi takiben tekrarlanan germe egzersizinin kası iyileştirmeye etkisi araştırılmak üzere, katılımcılara maksimumun % 60'ında 30 eksantrik kasılma içeren setler uygulanmış ve egzersiz 2 set tamamlanmadığında sona ermiştir. Egzersizin hemen ardından ve diğer günlerde ölçümlerden önce 10x30 sn'lik pasif germe uygulanmıştır. Çalışma sonucunda; CK düzeyinde gruplar arasında bir fark bulunmamıştır. Ancak; anlamlı olmamakla birlikte eksantrik egzersiz + tek stretching ve eksantrik egzersiz + tekrarlanan stretching gruplarında CK düzeyi egzersiz sonrası 48'inci saatte en



yüksek değere ulaşırken, sadece eksantrik egzersiz yapan grupta en yüksek değere 96'ncı saatte ulaşmıştır (19). Elde edilen bu sonucun mevcut çalışma sonucundan farklılık göstermesi uygulanan egzersiz ve germe protokolünün farklı olmasından kaynaklanabilir.

Kas hasarını belirlemede kasa özel enzimler arasında yer alan LDH enzim düzeyinin, çalışmada elde edilen bulgulara göre egzersizden hemen sonra (0.saat) en yüksek seviyeye ulaştığı görülmüştür. Başka bir çalışmada; kalp ve iskelet kası hasarı serum belirteçlerinin egzersiz öncesi ve 21 km'lik rutin bir antrenman sonrası takibi yapılmış ve çalışma sonucunda LDH seviyesinin egzersizden hemen sonra 4'üncü saate en yüksek değere ulaştığı rapor edilmiştir (36). Yine benzer bir çalışmada; 15 erkek katılımcı ile 21 km yarı maraton koşusu sonrasında kas hasarı biyokimyasal belirteçlerinin akut değişimi araştırılmış ve araştırma sonucuna göre LDH enzim seviyesinin egzersizden hemen sonra 3'üncü saatte en yüksek değere ulaştığı görülmüştür (37). Bununla birlikte, bisikletçilerde farklı mesafelerdeki iki dayanıklılık dağ yarışı sonrası kas hasarı ve inflamasyon biyobelirteçleri araştırılmak üzere 16 katılımcı çalışmaya dahil edilmiş ve katılımcıların 10'u 54 km'lik yarışı, 6'sı ise 111 km'lik yarışı tamamlamışlardır. Araştırma sonucuna göre her iki grupta da yarıştan hemen sonra LDH seviyelerinin en yüksek düzeyde olduğu görülmüştür (85). Mevcut çalışmada egzersizden hemen sonra 0'ıncı saat ve 24'üncü saatte ölçüm alınmasından dolayı ara zamanlardaki değerler belirlenmemiştir. Ancak yapılan çalışmanın bulgularında LDH düzeyinin 0'ıncı saatte en yüksek değere ulaştığı ve 24'üncü saatte düşüşte olduğu belirlenmiş olması sebebiyle bahsedilen diğer çalışmaların bulguları ile benzerlik gösterdiği söylenebilir. Diğer yandan bir başka çalışmada, egzersize bağlı kas hasarını takiben fiziksel ve denge performansındaki değişiklikler araştırılmak üzere katılımcılara 15x30m sprint egzersiz protokolü uygulanmış ve çalışma sonucunda LDH enzim düzeyinin egzersiz sonrası 24'üncü saatte en yüksek değere ulaştığı görülmüştür (86). Mevcut çalışma bulgularına göre, LDH seviyesi zaman x grup etkileşiminde anlamlı farkın bulunmaması, kas hasarı sonrası uygulanan ve tekrarlanan stretching'in LDH seviyesinde kontrol grubuna kıyasla anlamlı fark oluşturmadığını göstermiştir.

Kas hasarını belirlemede kasa özel enzimler arasında yer alan diğer bir enzim olan AST'nin, mevcut çalışmada elde edilen bulgulara göre egzersizden sonraki 24'üncü saatte en yüksek seviyeye ulaştığı görülmüştür. Yapılan bir araştırmada, kalp ve iskelet kası hasarının serum biyobelirteçlerinin istirahat ve 21 km'lik rutin bir antrenmandan sonrası katılımcıların egzersize verdiği yanıt incelenmiş ve çalışma sonucunda AST enzim seviyesinin egzersiz sonrası 24'üncü saatte en yüksek seviyeye ulaştığı görülmüştür (36). Bu bulgular mevcut çalışmada elde edilen bulgularla benzerlik göstermektedir. Ancak; kas hasarı biyokimyasal belirteçlerin akut etkisi araştırılmak üzere yapılan bir başka çalışmada katılımcıların AST düzeyleri 21 km'lik maraton koşusu sonrasında değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda, AST enzim düzeyinin egzersiz sonrasında 3'üncü saatte en yüksek seviyeye ulaştığı görülmüştür (37). AST düzeyinde görülen bu farklılık mevcut çalışmadaki egzersiz protokolünün farklı olmasından ya da katılımcılar arasındaki antrenman düzeyleri farklılığından kaynaklanabilir. Mevcut çalışma bulgularına göre, AST seviyesi değişkeni zaman x grup etkileşiminde anlamlı farkın bulunmaması, kas hasarı sonrası uygulanan ve tekrarlanan stretching'in AST enzim düzeyinde fark oluşturmadığını göstermiştir.

Kas hasarını belirlemede kasa özel enzimler arasında yer alan bir başka enzim olan ALT'nin, mevcut çalışmada elde edilen bulgulara göre egzersiz sonrasında tüm zaman dilimlerinde anlamlı herhangi bir değişiklik göstermediği sonucuna ulaşılmıştır. Daha önce yapılmış bir araştırmada, kalp ve iskelet kası hasarının serum biyobelirteçlerinin istirahat ve 21 km'lik rutin bir antrenman sonrası katılımcıların egzersize verdiği yanıt incelenmiş ve çalışma sonucunda ALT enzim seviyesinde egzersiz sonrasında herhangi bir değişim gözlemlenmemiştir (36). Benzer şekilde; kas hasarı belirteçlerinin değerlendirilmesi ve egzersiz kaynaklı kas hasarı için yeni biyobelirteçlerin belirlenmesi amaçlanan başka bir çalışmaya 9 erkek katılımcı yer almış ve 10 set 40 tekrarlı eksantrik egzersiz protokolü uygulanmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre eksantrik egzersiz sonrası kas hasarı belirteçlerinden olan ALT değerinde herhangi bir değişim görülmemiştir (38). Bu çalışmaların bulguları mevcut çalışmada AST seviyesi bakımından elde edilen bulgularla benzerlik göstermektedir.

Egzersize bağlı oluşan kas hasarı belirteçlerinden biri de eklem hareket açıklığı (ROM) düzeyidir (86, 87). Yapılan bir çalışmada, BCAA takviyesi zamanlamasının egzersize bağlı kas ağrıları ve kas hasarı üzerine etkisi araştırılmak üzere, maksimumun % 90'ında biceps kasına yönelik 6x5 tekrarlı 30 eksantrik kasılma içeren egzersiz protokolü uygulanmış ve çalışma sonucunda katılımcıların egzersiz sonrasında ROM değerlerinde azalma yönünde anlamlı fark olduğu bildirilmiştir (87). Diğer bir çalışmada ise; egzersize bağlı kas hasarını takiben fiziksel ve denge performansındaki değişiklikleri belirlemek üzere katılımcılara 15x30 m sprint egzersiz protokolü uygulanmış ve çalışma sonucunda katılımcıların egzersiz sonrası ROM değerlerinde azalma yönünde anlamlı fark olduğu rapor edilmiştir (86). Mevcut çalışmada elde edilen bulgulara göre, egzersiz sonrası hamstring ve quadriceps esneklik değerinde kas hasarına bağlı azalma yönünde bir değişim görülmemiştir. Mevcut alışma bulguları kas hasarının esnekliği etkilemesi bağlamında önceki çalışmalardan elde edilen bulgularla benzerlik göstermemektedir. Bu durum uygulanan egzersiz protokolünün hamstring ve quadriceps kasına verdiği hasar miktarının ROM'u etkileyecek düzeye ulaşmamış olması ihtimali ile açıklanabilir. Bunun dışında, hamstring esneklik değeri zaman etkisinde bazal, egzersiz sonrası 0 ve 24'üncü saat ile 96'ıncı saat kıyaslandığında artış olduğu görülmüştür. Bu artış, esneklik testinin tekrarlanmasına bağlı hamstring esnekliğinin gelişim göstermesinden kanaklanabilir. Ayrıca, alışma bulgularına göre, hamstring ve quadriceps esneklik değerinde Zaman x Grup etkileşiminde anlamlı farkın bulunmaması, kas hasarı sonrası uygulanan ve tekrarlanan stretching'in hamstring ve quadriceps esnekliğini etkilemediğini göstermektedir.

Kas ağrısı gibi kuvvet ve inflamasyonun da kas hasarı belirteçleri olduğu bilinmektedir (1). Mevcut çalışmada elde edilen bulgulara göre; katılımcıların egzersiz sonrası uyluk çevresinde zaman etkileşiminde farkın çıkmış olması uygulanan egzersiz protokolünün hasar oluşurmada başarılı olduğunu göstermektedir. Benzer bir çalışmada; egzersize bağlı oluşan kas hasarının denge performansı üzerine etkisi araştırılmış ve katılımcılara kas hasarı egzersiz protokolü olarak 100 derinlik sıçraması uygulanmış ve çalışma sonucunda uyluk evre değerinde anlamlı fark olduğu bulunmuştur. (8). Bir başka çalışmada; BCAA takviyesi zamanlamasının egzersize bağlı kas ağrıları ve kas hasarı üzerine etkisi

araştırılmak üzere, maksimumun % 90'ında biceps kasına yönelik 6x5 tekrarlı 30 eksenrik kasılma içeren egzersiz protokolü uygulanmış ve çalışma sonucunda uyluk çevre değerlerinde egzersiz sonrasında anlamlı fark olduğu gözlemlenmiştir (87). Diğer bir çalışmada ise; egzersizin neden olduğu kas hasarını iyileştirmede tekrarlanan suya daldırma uygulamasının etkileri araştırılmak üzere kas hasarı egzersiz protokolü olarak 100 derinlik sıçraması uygulanmıştır. Çalışma sonucuna göre, uyluk çevre değerlerinde egzersiz sonrasında anlamlı fark olduğu bildirilmiştir (9). Önceki çalışmaların bulguları var olan çalışmadan elde edilen bulgularla uyluk çevresi değişkeni bakımından benzerlik göstermektedir. Çalışma bulgularımıza göre, uyluk çevresi değerinde Zaman x Grup etkileşiminde anlamlı farkın olduğu ve deney grubu uyluk çevresinin kontrol grubundan anlamlı düzeyde yüksek olduğu tespit edilmiştir. Uyluk çevre değerinde oluşan bu fark incelendiğinde kontrol grubu egzersizden hemen sonra % 1,35 artışla en yüksek değere ulaşırken, deney grubu egzersiz sonrası 24'üncü saatte % 1,90 artışla en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Ayrıca; kontrol grubu 96'ıncı saatte % 0,19 artışla bazal değere yaklaşırken, deney grubu % 1,14 artışla bazal değere göre daha yüksek değerde kalmıştır. Katılımcıların uyluk çevre değerinde oluşan bu farklılık statik germenin negatif etkisinden kaynaklandığı yönündedir. Mevcut çalışmadan elde edilen bulgulara göre, ağrı düzeyinde gruplar arasındaki farklılığı, uyluk çevre düzeylerindeki farklılık da desteklemektedir.

Sonuç olarak; CK, LDH, AST, ağrı ve uyluk çevre ölçümleri analizi sonucuna göre uygulanan egzersiz protokolünün alt ekstremitelerde kas hasarı oluşturmada başarılı olduğu görülmektedir. Kas hasarı sonrası uygulanan stretching egzersiz protokolünün kas hasarını iyileştirmede koruyucu etkisi olmadığı, aksine egzersiz sonrası oluşan ağrı ve uyluk çevre değerleri göz önünde bulundurulduğunda kas hasarı sonrası yapılan ve tekrarlanan statik germenin hasarı arttırmaya yönelik etkisinin olduğu sonucuna varılmıştır.

## SONUÇLAR

1. Egzersize bağlı kas hasarı sonrası algılanan kas ağrısı zaman içerisinde germe egzersizine bağlı değişim göstermektedir. Bu değişim; ağrı düzeyinin egzersizden hemen sonra yükselmeye başladığı, kontrol grubunda 24'üncü saatte en yüksek değere ulaşırken deney grubunda 48'inci saatte en yüksek değere ulaştığı yönündedir. Ayrıca kontrol grubu 96'ıncı saatte bazal değerlere yaklaşırken, deney grubu bazal değerlere kıyasla daha yüksek değerde kalmıştır. Bunun yanında ağrı düzeyinde Zaman x Grup etkileşiminde anlamlı fark olduğu ve deney grubunun ağrısının kontrol grubundan anlamlı düzeyde yüksek olduğu bulunmuştur. Ağrı düzeylerinde oluşan bu fark statik germenin negatif etkisinden kaynaklanmıştır.
2. Egzersize bağlı kas hasarı sonrası CK enzim düzeyi zaman içerisinde germe egzersizine bağlı değişim göstermektedir. Bu değişim; CK düzeyinin egzersiz sonrası yükselmeye başladığı, 24'üncü saatte en yüksek değere ulaştığı ancak, 72 ve 96'ıncı saatlerde kontrol grubu bazal değerlere yaklaşırken deney grubu anlamlı olmamakla birlikte kontrol grubuna kıyasla daha yüksek CK düzeyinde kaldığı yönündedir.
3. Egzersize bağlı kas hasarı sonrası LDH enzim düzeyi zaman içerisinde germe egzersizine bağlı değişim göstermektedir. Bu değişim; LDH enziminin egzersizden hemen sonra en yüksek değere ulaştığı, 48'inci saatlerde düştüğü yönündedir. LDH enzim düzeyi anlamlı olmamakla birlikte kontrol grubunda 72'inci saatte tekrar yükselmeye başladığı ancak 96'ıncı saatlerde hem deney hem de kontrol grubunun bazal değerlere yaklaşmıştır.
4. Egzersize bağlı kas hasarı sonrası AST enzim düzeyi zaman içerisinde germe egzersizine bağlı değişim göstermektedir. Bu değişim; AST enzim düzeyinin 24'üncü saatte en yüksek değere ulaştığı, 48'inci saatte düşmeye başladığı, 72 ve 96'ıncı saatlerde deney grubu bazal değerlere yaklaşırken, kontrol grubunda anlamlı olmamakla birlikte daha yüksek seviyede kaldığı yönündedir.
5. Egzersize bağlı kas hasarı sonrası ALT enzim düzeyi zaman içerisinde germe egzersizine bağlı değişim göstermemektedir.
6. Egzersize bağlı kas hasarı sonrası hamstring esneklik düzeyi zaman içerisinde germe egzersizine bağlı değişim göstermektedir. Bu değişim; hamstring esneklik

değerlerinin deney grubunda egzersizden hemen sonra yükselmeye başlayıp 24'üncü saatte tekrar düştüğü ve kademeli olarak yükseldiği, kontrol grubunda ise; egzersizden hemen sonra düştüğü ve kademeli olarak yükseldiği, hem deney hem de kontrol döneminde 96'ıncı saatlerde en yüksek seviyeye ulaştığı yönündedir.

7. Egzersize bağlı kas hasarı sonrası quadriceps esneklik düzeyi zaman içerisinde germe egzersizine bağlı değişim göstermemektedir.
8. Egzersize bağlı kas hasarı sonrası uyluk çevre düzeyi zaman içerisinde germe egzersizine bağlı değişim göstermektedir. Bu değişim; kontrol grubunda egzersiz sonrasında 24'üncü saatte en yüksek değere ulaşırken, deney grubu egzersiz sonrası 48'inci saatte en yüksek seviyeye ulaştığı ve kontrol grubu uyluk çevre değerinde 96'ıncı saatte bazal değere yaklaşırken, deney grubunun bazal değere kıyasla daha yüksek değerde kaldığı yönündedir. Bunun yanında uyluk çevre düzeyinde Zaman x Grup etkileşiminde anlamlı fark olduğu ve uyluk çevre düzeyinin deney grubunda kontrol grubuna kıyasla daha yüksek olduğu bulunmuştur. Uyluk çevre düzeyinde oluşan bu fark statik germenin negatif etkisinden kaynaklanmıştır.

## ÖNERİLER

### **Antrenör ve Sporculara Yönelik Öneriler**

1. Sporculara egzersize bağlı kas hasarı sonrasında tekrarlanan statik germe uygulaması yapmamaları önerilebilir.
2. Yarışma döneminde alışık olunmayan ve eksantrik kasılmalar içeren aktivitelerden kaçınılması önerilebilir.

### **Araştırmacılara Yönelik Öneriler**

1. Benzer çalışmanın üst ekstremiteye yönelik yapılması önerilebilir.
2. Benzer çalışmanın kadınlar ile yapılması önerilebilir.
3. Benzer çalışmanın farklı germe süresi ile yapılması önerilebilir.
4. Germe uygulamasında dinamik, PNF ya da balistik germe yönteminin kullanılması önerilebilir.

## KAYNAKLAR

1. **Clarkson, PM., Hubal, MJ.** Exercise-induced muscle damage in humans. *Am J Phys Med Rehabil*, **2002**; 81(Suppl):S52–S69
2. **Hazar, S.** Egzersize bağı iskelet ve kalp kası hasarı. *Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, **2004**; II (3) 119-126
3. **Mujaddadi, A., Moiz, JA., Singla, D., Naqvi, IH., Ali, MS., Talwar, D.** Effect of eccentric exercise on markers of muscle damage in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Taylor&Francis*, **2019**; doi: 10.1080/09593985.2019.1644690
4. **Otağ, A.** Isınma Egzersizlerinin Amatör Erkek Sporcular ve Sedanterlerde Pro-İnflamatuvar, Anti-İnflamatuvar Sitokinler ile Kas Hasarı Belirteçleri Üzerine Olan Etkileri. Doktora Tezi, *Cumhuriyet Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Sivas, **2011**: 85s.
5. **Korkmaz, S. G.** Sporcularda uzun süreli yorgunluğun kas hasarıyla ilişkisi. Doktora Tezi, *Çukurova Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Adana, **2010**: 120s.
6. **Shanely, AR., et al.** Evaluation of Rhodiola rosea supplementation on skeletal muscle damage and inflammation in runners following a competitive marathon. *Brain, Behavior and Immunity*, **2014**; 39 204-210
7. **Koch, AJ., Pereira, R., Machado, M.** The creatine kinase response to resistance exercise. *J Musculoskelet Neuronal Interact*, **2014**; 14(1):68-77
8. **Kocağa, T.** Egzersize bağı kas hasarının denge performansına etkisi. Yüksek Lisans Tezi, *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Bolu, **2014**: 80s.
9. **Goodall, S., Hovatson, G.** The effects of multiple cold water immersions on indices of muscle damage. *Journal of Sports Science and Medicine*, **2008**; 7, 235-241
10. **Kirby, TJ., Triplett, NT., Haines, TL., Skinner, JW., Fairbrother, KR., McBride, JM.** Effect of leucine supplementation on indices of muscle damage following drop jumps and resistance exercise. *Amino Acids*, **2012**; 42:1987–1996
11. **Karlı U.** Impact of exercise induced muscle damage on target shooting performance. *Life Sci. J.*, **2013**; 10(1): 3386-3392
12. **Çankaya, T.** İzometrik, konsentrik ve eksantrik kontraksiyonlarla yapılan direnç egzersizleri sonrası toparlanma sürecinde kas hasarı ve EMG cevaplarının incelenmesi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Doktora Tezi, Bolu, **2012**: 105s.
13. **Lavender, AP., Nosaka, K.** Comparison between old and young men for changes in makers of muscle damage following voluntary eccentric exercise of the elbow flexors. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* **2006**; 31: 218–225
14. **Yanagisawa, O., Sakuma, J., Kawakami, Y., Suzuki, K., Fukubayashi, T.** Effect of exercise-induced muscle damage on muscle hardness evaluated by ultrasound real-time tissue elastography. *SpringerPlus*, **2015**; 4:308
15. **Torres, R., Ribeiro, F., Duarte, JA., Cabri, JMH.** Evidence of the physiotherapeutic interventions used currently after exercise-induced muscle damage: Systematic review and meta-analysis. *Physical Therapy in Sport*, **2012**; 13 101e114



16. **Konrad, A., Stafilidis, S., Tilp, M.** Effects of acute static, ballistic, and PNF stretching exercise on the muscle and tendon tissue properties. *Scand. J. Med. Sci. Sports*, **2017**; 27: 1070-1080
17. **Çelebi, MM., Zengeroğlu, MA.** Isınma ve germe egzersizlerinin propriosepsiyon ve denge üzerine etkisi. *Ankara Üniversitesi Tıp fakültesi Mecmuası*, **2017**; 70(2)
18. **Akagi, R., Takahashi, H.** Acute effect of static stretching on hardness of the gastrocnemius muscle. *Med. Sci. Sports Exerc.*, **2013**; 45:7, 1348–1354
19. **Torres, R., Pinho, F., Duarte, JA., Cabri, JMH.** Effect of single bout versus repeated bouts of stretching on muscle recovery following eccentric exercise. *Journal of Science and Medicine in Sport*, **2013**; (16) 583–588
20. **Lund H, Vestergaard-Poulsen, Kanstrup I-L, Sejrsen P.** The effect of passive stretching on delayed onset muscle soreness, and other detrimental effects following exercise. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports* **1998**; 8:216–21
21. **Allen, DG.** Eccentric muscle damage: mechanisms of early reduction of force. *Acta Physiol Scand*, **2001**; 171, 311-319
22. **Burtis, AC., Ashwood, RE.** Tietz Fundamentals of Clinical Chemistry. 5th Ed., W.B. Saunders Company, **2001**.
23. **Dokumacı, B., Atabek, HÇ.** Gecikmiş Kas Ağrısı ve Oluşum Mekanizmaları: Oksidatif Stres ile İlişkisi. *Türkiye Klinikleri J. Sports Sci.*, **2016**; 8(1):22-34
24. **Weerapong, P., Hume, PA., Kolt, GS.** Stretching: Mechanisms and benefits for sport performance and injury prevention. *Physical Therapy Reviews*, **2004**; 9(4), 189-206
25. **Gulick, TD., Kimura, FI.** Delayed Onset Muscle Soreness: What Is It and How Do We Treat It? *Journal of Sport Rehabilitation*, **1996**; 5:3, 234-243
26. **Sönmez GT.** Egzersiz ve Spor Fizyolojisi. Ankara: Ata Ofset Matbaacılık, **2002**.
27. **Guyton, AC., Hall JE.** Tıbbi Fizyoloji 10th Edition, Türkçe 1. versiyon. Ankara: Nobel Tıp Kitapevi, **2013**.
28. **Frontera, WR., Ochala, J.** Skeletal Muscle: A Brief Review of Structure and Function. *Calcif Tissue Int.*, **2015**; 96:183-195
29. **Serbest, K., Eldoğan, O.** İskelet Kaslarının Yapısı ve Biyomekaniği. **2014**; Doi: 10.5505/apjes.2014.70299
30. **Hamill, J., Knutzen, KM., Derrick, TR.** Biomechanical Basis of Human Movement. 4<sup>th</sup> Ed., *Wolters Kluwer*, **2015**; 978-1-4511-7730-5
31. **Powers, SC., Howley, ET.** Exercise Physiology Theory and Application to Fitness and Performance. 7<sup>th</sup> Ed., USA: Mc Graw Hill Higher Education, **2009**.
32. **Sözbir K.** Yatay ve dikey düzlemde yapılan plyometrik çalışmaların performansla olan etkilerinin incelenmesi. Doktora Tezi, *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Bolu, **2013**: 294s.
33. **D'Antona, G., et al.** Skeletal muscle hypertrophy and structure and function of skeletal muscle fibres in male body builders. *J. Physiol.*, **2006**; (570.3) 611–627

34. **Andersen, JL., Aagaard, P.** Myosin heavy chain IIx overshoot in human skeletal muscle. *John Wiley & Sons, Inc. Muscle Nerve*, **2000**; 23: 1095–1104
35. **Obha, T., Ebata S., Haro, H.** Comparison of serum markers for muscle damage, surgical blood loss, postoperative recovery, and surgical site pain after extreme lateral interbody fusion with percutaneous pedicle screws or traditional open posterior lumbar interbody fusion. *BMC Musculoskeletal Disorders*, **2017**; 18:415
36. **Nie, J., Tong, TK., George, K., Fu, FH., Lin, H., Shi, Q.** Resting and post-exercise serum biomarkers of cardiac and skeletal muscle damage in adolescent runners. *Scand. J. Med. Sci. Sports*, **2011**; 21: 625–629
37. **Lippi, G., et al.** Acute variation of biochemical markers of muscle damage following a 21-km, half-marathon run. *Scandinavian Journal of Clinical and Laboratory Investigation*, **2008**; 68:7, 667-672
38. **Kanda, K., Sugama, K., Sakuma, J., Kawakami, Y., Suzuki, K.** Evaluation of serum leaking enzymes and investigation into new biomarkers for exercise induced muscle damage. **2014**; EIR 20
39. **Ruiz Gines, MA., CalafellMas, MF., RuizGines, JA., FernandezRodriguez, E.** Macro creatinekinase: illness marker. Practical guide for the management. *An MedInterna.* **2006**; 23(6):272-5
40. **Brancaccio, P., Maffulli, N., Limongelli, FM.** Creatine kinase monitoring in sport medicine. *British Medical Bulletin*, **2007**; 81 and 82: 209–230
41. **Adam B.** Klinik biyokimya. Ankara: Nobel yayın dağıtım, **2000**.
42. **Karaçaloğlu, AÖ., ve ark.** Geri dönüşümlü iskeminin miyokard hasarı ile ilgili biyokimyasal belirteçlerin serum düzeyleri üzerine olan etkisinin araştırılması. *Gülhane Tıp Dergisi*, **2006**; 48: 87-93
43. **Augoff, K., Jankowska, AH., Tabola, R.** Lactate dehydrogenase 5: An old friend and a new hope in the war on cancer. *Cancer Letters*, **2015**; 358 1–7
44. **Brancaccio, P., Limongelli, FM., Maffulli, N.** Monitoring of serum enzymes in sport. *Br J Sports Med.*, **2006**; 40:96–97
45. **Montgomery, PG., Pyne, DB., Cox, AJ., Hopkins, WG., Minahan, CL., Hunt, PH.** Muscle damage, inflammation, and recovery interventions during a 3-day basketball tournament. *European Journal of Sport Science*, **2008**; 8:5, 241-250
46. **Bieuzen, F., Pournot, H., Roullant, R., Hausswirth, C.** Recovery after high-intensity intermittent exercise in elite soccer players using Veinoplus sport technology for blood-flow stimulation. *Journal of Athletic Training*, **2012**; 47(5):498–506
47. **Taylor, DC., Dalton, JD., Seaber, AV., Garrett, WE.** Viscoelastic properties of muscle-tendon units. The biomechanical effects of stretching. *Am J Sports Med.*, **1990**;18(3):300-9
48. **Magnusson, SP., Simonsen, EB., Aagaard, P., Poulsen, PD., McHugh, MP., Kjaer, M.** Mechanical and physiological responses to stretching with and without preisometric contraction in human skeletal muscle. *Arch Phys Med Rehabil.*, **1996**; 77:373-8
49. **Ylinen, J.** Stretching Therapy. *Churchill Living Stone Elsevier*, **2008**.
50. **Moran, O., Arechabala, I.** Stretching Exercises Encyclopedia. Meyer&Meyer Sport, **2012**.

51. **Haddad, M., et al.** Static Stretching can impair explosive performance for at least 24 hours. *Journal of Strength and Conditioning Research*, **2013**; 28(1)/140–146
52. **Young, WB., Behm, DG.** Should static stretching be used during a warm-up for strength and power activities? *Strength and conditioning journal*, **2002**; Doi: 10.1519/00126548-200212000-00006
53. **Aydın, K.** Futbolcular üzerinde uygulanan iki farklı germe tekniğinin dikey sıçrama performansı ve EMG değerleri üzerine akut etkileri. Yüksek Lisans Tezi, *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Bolu, **2008**: 119s.
54. **Sözbir K.** Farklı germe egzersizleriyle yapılan plyometrik antrenmanın emg değerleri ve bazı fizyolojik parametreler üzerine etkisi. Yüksek lisans Tezi, *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Bolu, **2006**: 185s.
55. **Torres, R., Ribeiro, F., Duarte, JA., Cabri, JMH.** Evidence of the physiotherapeutic interventions used currently after exercise-induced muscle damage: Systematic review and meta-analysis. *Physical Therapy in Sport*, **2012**; (13) 101-114
56. **Nakamura Masatoshi et al.** Effect of Static Stretching with Superficial Cooling on Muscle Stiffness. *Sports Medicine International Open*, **2018**; 2: E142–E147
57. **Matsuo, S., Suzuki, S., Iwata, M., Hatano, G., Nosaka, K.** Changes in force and stiffness after static stretching of eccentrically-damaged hamstrings. *Springer-Verlag Berlin Heidelberg*, **2014**; DOI 10.1007/s00421-014-3079-3
58. **Chen, CH., Chen, TC., Jan MH., Lin, JJ.** Acute Effects of Static Active or Dynamic Active Stretching on Eccentric-Exercise-Induced Hamstring Muscle Damage. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, **2015**; 10, 346-352
59. **Chen, CH., Nosaka, K., Chen, HL., Lin, MJ., Tseng, KW., Chen, TC.** Effects of Flexibility Training on Eccentric Exercise Induced Muscle Damage. *Med. Sci. Sports Exerc.*, **2011**; Vol. 43, No. 3, pp. 491–500
60. **Konrad A, Tilp M.** Effects of ballistic stretching training on the properties of human muscle and tendon structures. *J Appl Physiol*, **2014**; 117: 29–35
61. **Konrad, A., Gad, M., Tilp, M.** Effect of PNF stretching training on the properties of human muscle and tendon structures. *Scand J Med Sci Sports*, **2015**; 25: 346–355
62. **Khamwong, P., Pirunsan, U., Paungmali, A.** A prophylactic effect of proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF) stretching on symptoms of muscle damage induced by eccentric exercise of the wrist extensors. *Journal of Bodywork & Movement Therapies*, **2011**; 15, 507-516
63. **Herbert RD, de Noronha M, Kamper SJ.** Stretching to prevent or reduce muscle soreness after exercise. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, **2011**; Issue 7. Art. No.: CD004577
64. **Buroker KC, Schwane JA.** Does postexercise static stretching alleviate delayed muscle soreness? *Physician and Sportsmedicine* **1989**;17(6):65–83
65. **Gulick DT, Kimura IF, Sitler M, Paolone A, Kelly JD.** Various treatment techniques on signs and symptoms of delayed onset muscle soreness. *Journal of Athletic Training* **1996**;31(2):145–52
66. **High DM, Howley ET, Franks BD.** The effects of static stretching and warm-up on prevention of delayed-onset muscle soreness. *Research Quarterly for Exercise and Sport* **1989**; 60(4):357–61

67. **McGlynn GH, Laughlin NT, Rowe V.** Effect of electromyographic feedback and static stretching on artificially induced muscle soreness. *American Journal of Physical Medicine*, **1979**; 58(3):139–48
68. **Wessel J, Wan A.** Effect of stretching on the intensity of delayed-onset muscle soreness. *Clinical Journal of Sport Medicine*, **1994**; 4(2):83–7
69. **Piton, A., et al.** Factors associated with serum alanine transaminase activity in healthy subjects: consequences for the definition of normal values, for selection of blood donors, and for patients with chronic hepatitis C. *Hepatology*, **1998**; 27:1213-1219
70. **Aras, D.** Sekiz haftalık spor kaya tırmanışı antrenmanının kalp ve seçilmiş fiziksel ve fizyolojik parametreler üzerine etkisi. Doktora Tezi, *Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, **2014**: 224s.
71. **Heyward VH.** Advanced Fitness Assessment and Exercise Prescription. 4<sup>th</sup> Ed., USA: Human Kinetics, **2002**.
72. **Yılmaz, N.** Milli takım ve mahalli liglerde oynayan badmintoncuların antropometrik özellikleri ile çabukluk, esneklik ve dayanıklılıklarının araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, *Dumlupınar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü*, Kütahya, **2013**: 212s.
73. WEB\_1.(2018). Cihan Cıçık's web site. [https://cihancicik.com/ders-notlar%C4%B1\(12.02.2018\)](https://cihancicik.com/ders-notlar%C4%B1(12.02.2018)).
74. **Twist C, Eston R.** The effect of muscle-damaging exercise on maximal intensity cycling and drop jump performance. *J Exerc Sci Fit*, **2007**; 5(2): 79-87
75. **Jakeman J, Byrne C, Eston R.** Lower limb compression garment improves recovery from exercise-induced muscle damage in young, active females. *Eur J Appl Physiol*, **2010**; 109: 1137–1144
76. **International Society for Advancement of Kinanthropometry (ISAK).** International Standards for Anthropometric Assessment. Potchefstroom, RSA: ISAK, **2001**.
77. **Miyama, M., Nosaka, K.** Influence of surfacemuscle damage and soreness induced by consecutive drop jumps. *J. Strength Cond. Res.*, **2004**; 18(2):206–211
78. **Clifford, T., Bell, O., West, DJ., Howatson, G., Stevenson, EJ.** The effects of beetroot juice supplementation on indices of muscle damage following eccentric exercise. *Eur J Appl Physiol*, **2015**; doi: 10.1007/s00421-015-3290-x
79. **Yüktaşır, B.** Warm up: A case study on maximal oxygen consumption as it relates to acute stretching. *Journal of Human Kinetics*, **2008**; (19) 165-176
80. **Alpar R.** Spor Bilimlerinde Uygulamalı İstatistik. Ankara: Nobel Yayıncılık, **2006**
81. **McGrath, RP., Whitehead, JR., Caine, DJ.** The effects of proprioceptive neuromuscular facilitation stretching on post-exercise delayed onset muscle soreness in young adults. *International Journal of Exercise Science*, **2014**; 7(1) : 14-21
82. **Vietra, A., et al.** The effect of water temperature during cold-water immersion on recovery from exercise-induced muscle damage. *Int J Sports Med.*, **2016**; doi: 10.1055/s-0042-111438

83. **Page, W., Swan, R., Patterson, SD.** The effect of intermittent lower limb occlusion on recovery following exercise-induced muscle damage: a randomized controlled trial. *Journal of Science and Medicine in Sport*, **2016**; doi: 10.1016/j. Jams.2016.11.015
84. WEB\_2. (2018). Güven Tıp's web site.  
[http://www.gvntip.com/panel/r\\_dosya/aspartat\\_aminotransferaz\(ast\\_sgot\).pdf](http://www.gvntip.com/panel/r_dosya/aspartat_aminotransferaz(ast_sgot).pdf) (16.02.2018).
85. **Rubio-Ariasa, JA., Avila-Gandia, V., Lopez-Roman, FJ., Soto-Mendez, F., Alcaraz, PE., Ramos-Campo, DJ.** Muscle damage and inflammation biomarkers after two ultra-endurance mountain races of different distances: 54 km vs 111 km. *Physiology & Behavior*, **2019**; 205:51-57
86. **Khan, MA., et al.** Physical and balance performance following exercise induced muscle damage in male soccer players. *J. Phys. Ther. Sci.*, **2016**; 28: 2942–2949
87. **Ra, SG., et al.** Effect of BCAA supplement timing on exercise-induced muscle soreness and damage: A pilot placebo-controlled double-blind study. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, **2017**; doi: 10.23736/S0022-4707.17.07638-1

**BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU ONAYI**  
**BOLU ABANT İZZET BAYSAL UNIVERSITY CLINICAL RESEARCHES ETHICS COMMITTEE APPROVAL**  
 Sayı : 613 28/12/2018  
 Konu: Kararlar

<b>BASVURU BİLGİLERİ</b> (APPLICATION INFORMATION)	<b>ARAŞTIRMANIN ADI</b> (TITLE OF THE PROJECT)	Genç erkeklerde egzersiz sonrası stretching uygulamasının kas hasarına etkisi,
	<b>ARAŞTIRMANIN İNGİLİZCE ADI</b> (TITLE OF THE PROJECT)	The Effect of Post Stretching Exercise on Muscle Damage in Young Men
	<b>SORUMLU ARAŞTIRMACI</b> (PRINCIPAL INVESTIGATOR)	Doç.Dr.Ümid KARLI
	<b>DiĞER ARAŞTIRMACILAR</b> (OTHER INVESTIGATORS)	Gülşay YAĞCI, Dr.Öğr.Üyesi Özgür Mehmet YİS
	<b>ARAŞTIRMA MERKEZİ</b> (RESEARCH CENTER)	Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu

<b>KARAR</b> (DECISION)	<b>Karar no (Decision No):</b> 2018/205	<b>Tarih (Date):</b> 13.12.2018
	Doç.Dr.Ümid KARLI'nın sorumluluğunda yapılması tasarlanan ve yukarıda başvuru bilgileri verilen araştırma dosyası ve ilgili belgelerin incelenmesi sonrasında araştırmanın gerçekleştirilmesinde etik yönlen sakınca olmadığına mevcutun oy birliğiyle çözümlü ile karar verilmiştir.	

Üyeler	Uzmanlık alanı	Kurumu	İmzası
Prof. Dr. İdris TÜREL (Başkan)	Farmakoloji	BAİBÜ Tıp Fakültesi	
Doç. Dr. İsa YILDIZ (Başkan Yard.)	Anesteziyoloji ve Reanimasyon	BAİBÜ Tıp Fakültesi	
Prof. Dr. Salıye GÜREL (Üye)	Radyoloji	BAİBÜ Tıp Fakültesi	
Prof. Dr. Öge UZUN (Üye)	Farmakoloji	BAİBÜ Tıp Fakültesi	
Doç. Dr. Hisametün ÇAKICI (Üye)	Ortopedi ve Travmatoloji	BAİBÜ Tıp Fakültesi	
Doç. Dr. Mehmet Hamid BOZTAŞ (Üye)	Reh. Sağlık Hastalıkları	BAİBÜ Tıp Fakültesi	
Dr. Öğr. Üyesi Erkan KILINÇ (Bildirimlerden sorumlu üye)	Fizyoloji	BAİBÜ Tıp Fakültesi	
Dr. Öğr. Üyesi Dya KALAYCIOĞLU (Üye)	Biyoistatistik	BAİBÜ İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi	
Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Hayat ATALA (Üye)	Protetik Diş Tedavisi	BAİBÜ Diş Hekimliği	
Dr. Öğr. Üyesi Tamer ÇANKAYA (Üye)	Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon	BAİBÜ Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu	
Dr. Öğr. Üyesi Makbule TOKUR KESGIN (Üye)	Hemşirelik	BAİBÜ Bolu Sağlık Yüksek Okulu	
Dr. Öğr. Üyesi Kutlu AYDIN (Üye)	Antrenörlük	BAİBÜ Beden Eğitimi ve Spor Yüksekokulu	
Dr.Hanice Selen SÖYLEMEZ (Üye)	Eczacı	Özel Eczane (BOLU)	
Av. Hür Hülya GÜNEŞ COŞKUN (Üye)	Hukukçu	Özel Hukuk Bürosu (BOLU)	
Ramazan KAYNARPINAR (Sıralı-Üye)	Esnaf	Serbest Meslek (BOLU)	

## BİLGİLENDİRİLMİŞ OLUR FORMU

Bu katıldığınız çalışma bilimsel bir araştırma olup, araştırmanın adı “Genç Erkeklerde Egzersiz Sonrası Stretching Uygulamasının Kas Hasarına Etkisi” dir. Bu araştırmanın amacı: genç erkeklerde egzersiz sonrası yapılan stretching egzersizlerinin kas hasarına etkisini incelemektir.

Bu çalışmada size vücut kompozisyonu analizi, plazma kreatin kinaz (CK), laktat dehidrogenaz (LDH) ve aspartat aminotransferaz (AST) seviyeleri, esneklik, ağrı ve uyukluk çevre ölçümü yapılacaktır. Bu çalışmada yer almanız öngörülen süre 6 gün olup, çalışmada yer alacak gönüllülerin sayısı 24’dür.

Bu çalışma ile ilgili olarak yapılacak olan uygulamalar ve testlerde uyulması gereken kurallara uymak, çalışmacının önerilerine uymak, belirtilen gün ve saatlerde test ölçümlerine hazır bulunmak, testler için spor kıyafetler getirmek sizin sorumluluklarınızdır.

Bu çalışmada sizin için sağlık açısından herhangi bir risk ve rahatsızlık söz konusu değildir. Bu çalışmanın sizin için yararı da kendi vücut kompozisyonunuz ve egzersiz sonrası stretching yapmanın kas hasarınız üzerine olan etkisi hakkında bilgi sahibi olacak olmanızdır.

Araştırmaya bağlı bir zarar söz konusu olduğunda, bu durumun tedavisi sorumlu çalıştırıcı tarafından yapılacak, ortaya çıkan masraflar Doc. Dr. Ümid KARLI ve Gülay YAĞCI tarafından karşılanacaktır. Çalışma sırasında sizi ilgilendirebilecek herhangi bir gelişme olduğunda, bu durum size veya yasal temsilcinize derhal bildirilecektir. Çalışma hakkında ek bilgiler almak için ya da çalışma ile ilgili herhangi bir sorun, istenmeyen etki ya da diğer rahatsızlıklarınız için 05XXXXXX no.lu telefondan Gülay YAĞCI’ya veya 05XXXXXX no.lu telefondan Doç. Dr. Ümid KARLI’ya başvurabilirsiniz.

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

Bu çalışmada yer almak tamamen sizin isteğinize bağlıdır. Çalışmada yer almayı reddedebilirsiniz ya da herhangi bir aşamada çalışmadan ayrılabilirsiniz; bu durum herhangi bir cezaya ya da sizin yararlarınıza engel duruma yol açmayacaktır. Çalıştırıcı bilginiz dahilinde veya isteğiniz dışında, uygulanan tedavi şemasının gereklerini yerine getirmemeniz, çalışma programını aksatmanız veya tedavinin etkinliğini artırmak vb. nedenlerle sizi çalışmadan çıkarabilir. Çalışmanın sonuçları bilimsel amaçla kullanılacaktır; çalışmadan çekilmeniz ya da çalıştırıcı tarafından çıkarılmanız durumunda, sizle ilgili tıbbi veriler de gerekirse bilimsel amaçla kullanılabilir.

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

**Çalışmaya Katılma Onayı:**

Yukarıda yer alan ve araştırmaya başlanmadan önce gönüllüye verilmesi gereken bilgileri okudum ve sözlü olarak dinledim. Aklıma gelen tüm soruları araştırmacıya sordum, yazılı ve sözlü olarak bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Çalışmaya katılmayı isteyip istemediğime karar vermem için bana yeterli zaman tanındı. Bu koşullar altında bana ait tıbbi bilgilerin gözden geçirilmesi, transfer edilmesi ve işlenmesi konusunda araştırma yürütücüsüne yetki veriyor ve söz konusu araştırmaya ilişkin bana yapılan katılım davetini hiçbir zorlama ve baskı olmaksızın büyük bir gönüllülük içerisinde kabul ediyorum.

Bu formun imzalı bir kopyası bana verilecektir.

**Gönüllünün,**

Adı-Soyadı:

Adresi:

Tel.-Faks:

Tarih ve İmza:

**Açıklamaları yapan araştırmacının,**

Adı-Soyadı:

Görevi:

Adresi:

Tel.-Faks:

Tarih ve İmza:

**Olur alma işlemine başından sonuna kadar tanıklık eden kuruluş görevlisinin/görüşme tanığının,**

Adı-Soyadı:

Görevi:

Adresi:

Tel.-Faks:

Tarih ve İmza:





T.C.  
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZ ÇALIŞMASI  
ORJİNALLİK RAPORU

16/09/2019

AİBÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne

Öğrencinin Adı Soyadı: Gülay YAĞCI

Numarası: 146201005

Anabilim Dalı: Antrenörlük Eğitimi

Lisansüstü Eğitim Düzeyi: Yüksek Lisans   
Doktora

Tez Başlığı: Genç Erkeklerde Egzersiz Sonrası Stretching Uygulamasının Kas Hasarına Etkisi

Yukarıda başlığı yazılı olan tez çalışmasının kapak sayfası, giriş, ana bölümler ve sonuç bölümlerinden oluşan 72 sayfalık kısmına ilişkin 16/09/2019 tarihinde tarafımdan/tez danışmanımca **Turnitin** intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezin benzerlik oranı "alıntılar hariç" yapıldığında % 9, "alıntılar dahil" yapıldığında ise % 9 olarak tespit edilmiştir.

*Uygulanan Filtrelemeler:*

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

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

Bilgilerinize arz ederim.

Gülay YAĞCI

Öğrencinin Ad Soyad ve İmza

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

TEZ DANIŞMAN ONAYI

UYGUNDUR  
16/09/2019

Doç. Dr. Ümid KARLI

## ÖZGEÇMİŞ

Gülay YAĞCI, 29.06.1998 İstanbul'da doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini İstanbul'da tamamladı. 2012 yılında Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesinden mezun oldu. 2014 yılında Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Antrenörlük Eğitimi Anabilim Dalında yüksek lisans öğrenimine başladı. 2016 yılından itibaren Amasya Üniversitesi'nde Öğretim Görevlisi olarak çalışmaktadır.

