



T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ANTRENMAN VE HAREKET ANABİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**İKİ FARKLI EKSANTRİK HAMSTRİNG EGZERSİZİNİN  
KAS HASARI CEVAPLARI**

**Meryem İMER KAPLAN**

**Aralık 2019  
DENİZLİ**

T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**İKİ FARKLI EKSANTRİK HAMSTRİNG EGZERSİZİNİN KAS  
HASARI CEVAPLARI**

ANTRENMAN VE HAREKET ANABİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Meryem İMER KAPLAN**

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Ayşegül YAPICI ÖKSÜZOĞLU

Denizli, 2019

## YÜKSEK LİSANS TEZİ ONAY FORMU

Meryem İMER KAPLAN tarafından Doç. Dr. Ayşegül YAPICI ÖKSÜZOĞLU yönetiminde hazırlanan “İki Farklı Eksantrik Hamstring Egzersizinin Kas Hasarı Cevapları” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Doç. Dr. Murat AKYÜZ

Manisa Celal Bayar Üniversitesi



Üye: Dr. Öğretim Üyesi Berna RAMANLI  
Pamukkale Üniversitesi

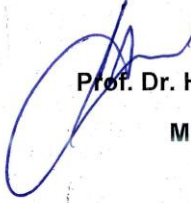


Üye: Doç. Dr. Ayşegül YAPICI ÖKSÜZOĞLU  
Pamukkale Üniversitesi



Pamukkale Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun

11/12/2019 tarih ve 01..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

  
Prof. Dr. Hakan AKÇA  
Müdür

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırılmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğini beyan ederim.

Öğrenci Adı Soyadı : Meryem İMER KAPLAN

İmza

: 

## ÖZET

### İKİ FARKLI EKSANTRİK HAMSTRİNG EGZERSİZİNİN KAS HASARI CEVAPLARI

Meryem İMER KAPLAN  
Yüksek Lisans Tezi, Antrenman ve Hareket AD  
Tez Yöneticisi: Doç. Dr. Ayşegül YAPICI ÖKSÜZOĞLU  
Aralık 2019, 50 Sayfa

İki farklı eksantrik hamstring egzersizinin kas hasarı cevaplarını incelemek amacıyla yapılan bu çalışmaya Pamukkale Üniversitesi okul takımından seçilmiş 9 sağlıklı erkek futbol oyuncusu gönüllü olarak katılmıştır. ( $X_{yaş} = 20,22 \pm 3,80$  yıl,  $X_{boy} = 178,11 \pm 4,04$  cm,  $X_{vücut\ ağırlığı} = 74,33 \pm 10,02$  kg) olarak belirlenmiştir. İlk ölçüm günü denekler rastgele yöntemi ile nordic hamstring (NHE) ve slide board (SBE) egzersizini yapacak şekilde iki gruba ayrıldılar. Egzersiz 4 set/ 8 tekrar setler arası 2 dk dinleme olacak şekilde uygulanmıştır. Laktat değerleri deneklerden test bitiminden 3 dk sonra ölçülmüştür. 5 gün dinlenme süresi verilmiştir. İkinci egzersiz günü gruplar yer değiştirilerek aynı test protokolü uygulanmıştır. Deneklerden her iki günde de kan alımı egzersiz öncesi, egzersiz yaptırıldıktan 3., 24. ve 48. saat sonra kan örnekleri alınmıştır. Veriler SPSS 21 paket programıyla analiz edilmiştir. Sürekli değişkenler ortalama  $\pm$  standart sapma olarak verilmiştir. Normal dağılımı göstermek için Shapiro Wilk Testi kullanılmıştır. Gruplar içi ve gruplar arası karşılaştırmalarda her iki egzersiz için aynı denekler kullanıldığından bağımlı grup testleri seçilmiştir. Bağımlı grup karşılaştırmasında, parametrik test varsayımları sağlandığında iki değer arasındaki farkın önemlilik testi, parametrik test varsayımları sağlanmadığında ise p değeri düzeltilmiş Wilcoxon eşleştirilmiş iki örnek testi kullanılmıştır. Tüm analizlerde  $p < 0,05$  istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir. Kan enzim değerlerinin gruplar içi karşılaştırmasında NHE' nde AST enziminde egzersiz öncesi, 24 saat sonrası ile egzersiz sonrası 3. ve 24. saatler arasında anlamlı fark vardır. LDH sonuçlarına göre sadece egzersiz sonrası 24. ve 48. saatler arasında anlamlı fark vardır. SBE' de ise CK enziminde egzersiz öncesi ve egzersiz sonrası 48. saatler arasında istatistiksel anlamlı yükselme vardır. LDH değerinde, egzersiz öncesinde ve sonrasında 48. saatler arasında anlamlı fark bulunmuştur. Bu çalışmanın sonuçları; antrenörlere farklı eksantrik egzersizlerin yaratacağı kas hasarı konusunda fikir vermesi, antrenman planlanmasında yüklenme ve toparlanma sürecinde sporcuların performans tespiti ve sakatlık sonrası rehabilitasyon evrelerinde pozitif etkiler sağlayacağı düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Kreatin kinaz, nordic hamstring, slide board, eksantrik

**Bu çalışma, PAÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir (Proje No: 2019SABE001).**

**ABSTRACT****MUSCLE INJURY RESPONSE OF TWO DIFFERENT EXCENTRIC HAMSTRING EXERCISES**

İMER KAPLAN, Meryem  
M. Sc. Thesis in Training and Movement Science  
Supervisor: Assoc. Dr. Ayşegül YAPICI ÖKSÜZOĞLU  
December 2019, 50 Pages

Two different eccentric hamstring exercises were conducted by examining the responses to muscle damage, while 9 healthy male soccer players voluntarily folded there at Pamukkale University school location. ( $\bar{X}$  age =  $20.22 \pm 3.80$  year,  $\bar{X}$  height 178.11, 4.04,  $\bar{X}$  weight=  $74.33 \pm 10.02$ ). On the first day, the subjects were randomly divided into two groups to do exercises as nordic hamstring (NHE) and slide board (SBE). Exercise was performed with 4 sets/8 repetitions for 2 minutes between sets. Lactate values were measured from the subjects 3 minutes after the end of the test. Resting was given for 5 days after the measurement. On the second exercise day, the subjects were displaced and the same test protocol was applied. Blood samples were taken from the subjects on both days before the exercise and at the 3rd, 24th and 48th hours after the exercise. The data were analyzed with SPSS 21 package program. Continuous variables are given as mean  $\pm$  standard deviation. It was accepted as a dependent group by using the same group. Shapiro Wilk Test was used to show normal distribution. Because the same subjects were used for both exercises in groups and between groups, dependent group tests were selected. In the dependent group comparison, when the parametric test assumptions were provided, the significance test of the difference between the two values was used, and when the parametric test assumptions were not provided, Wilcoxon paired two-sample test with p-value corrected was used. In all analyzes,  $p < 0,05$  was considered statistically significant. In the comparison of blood enzyme values within groups, there is a significant difference in AST enzyme between NH pre-exercise, 24-hour delusion and 3rd and 24-hour post-exercise. According to LDH results, there is a significant difference between the 24th and 48th hours only after exercise. In SBE, there was a statistically significant increase in CK enzyme between pre- and post-exercise 48th hours. There was a significant difference in LDH value between 48 hours before and after exercise. It is thought that the results of this study will give coaches an idea about the muscle damage caused by different eccentric exercises, it will contribute to the field in terms of performance determination of athletes during the training planning and recovery process and positive effects in disability / rehabilitation stages.

**Keywords:** Creatine kinase, nordic hamstring, slide board, eccentric

**This study was supported by Pamukkale University Scientific Research Projects Coordination Unit through project numbers 2019SABE001.**

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisansım boyunca ve tez çalışmam süresince tecrübelerinden beni eksik bırakmayan ve her zaman yanımda hissettiğim başta tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Ayşegül YAPICI ÖKSÜZOĞLU' na,

Çalışmamda kullandığım materyallerin sağlanması ve analizlerinde her türlü desteği sağlayan değerli hocalarım Sayın Doç. Dr. Gülin Fındıkoğlu Ergin ve Prof. Dr. Çağrı Ergin' e,

Çalışmam boyunca yardımlarını eksik etmeyen, değerli yorumlarını paylaşan ve her zaman yanımda olan doktora öğrencisi Engin Güneş Atabaş'a,

Tez ölçümlerim esnasında yardımlarını ve desteklerini esirgemeyen Müşerref Doruk' a, Tevfik Akol ve tüm yüksek lisans öğrenci arkadaşlarıma,

Sabırla ve bütün özveriyle tezime destek veren Pamukkale Üniversitesi futbol takımı oyuncularına,

Beni bugünlere gelmemi sağlayan, desteklerini hiç eksik etmeyen annem ve babama,

Ve tabi ki bu stresli günlerimde hep yanımda olan maddi manevi desteklerini esirgemeyen hayat arkadaşım Ahmet KAPLAN' a, sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
<b>ÖZET</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vi</b>
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	<b>vii</b>
<b>İÇİNDEKİLER DİZİNİ</b> .....	<b>viii</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	<b>x</b>
<b>TABLolar DİZİNİ</b> .....	<b>xi</b>
<b>GRAFİKLER DİZİNİ</b> .....	<b>xii</b>
<b>SİMGE VE KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	<b>xiii</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. KURAMSAL BİLGİLER VE LİTERATÜR TARAMASI</b> .....	<b>4</b>
2.1. Futbol.....	4
2.1.1. Futbolun Fizyolojik Temelleri.....	4
2.2. Kas Sistemi ve Kasların Sınıflandırması .....	5
2.2.1. Düz Kas .....	5
2.2.2. İskelet Kası .....	6
2.2.3. Kalp Kası .....	6
2.3. Kas Kasılması ve Kasılma Türleri .....	6
2.3.1. İzometrik kasılma .....	7
2.3.2. İzokinetik kasılma.....	7
2.3.3. İzotonik kasılma .....	7
2.3.4. Eksantrik kasılma.....	7
2.3.5. Konsantrik kasılma.....	8
2.4. Gecikmiş Kas Ağrısı (DOMS).....	8
2.5. Kas Hasarı Enzim Yapıları .....	9
2.5.1. Kreatin Kinaz (CK) .....	9
2.5.2. Laktat Dehidrogenaz (LDH) .....	9
2.5.3. Aspartat Aminotransferaz (AST) .....	10



<b>3. GEREÇ VE YÖNTEM</b> .....	<b>11</b>
3.1. Araştırma Grubu .....	11
3.2. Verilerin Toplanması .....	11
3.3. Test Protokolü.....	11
3.4. Nordic Hamstring Egzersizi.....	13
3.5. Slide Board Hamstring Curl.....	13
3.6. Laktat Ölçümü.....	14
3.7. Kan Analizler.....	14
3.7.1. Kas Enzimleri Ölçümleri .....	14
3.8. İstatistiksel Analiz .....	15
<b>4. BULGULAR</b> .....	<b>16</b>
<b>5. TARTIŞMA</b> .....	<b>22</b>
<b>6. SONUÇ</b> .....	<b>26</b>
<b>7. ÖNERİLER</b> .....	<b>27</b>
<b>8. KAYNAKLAR</b> .....	<b>28</b>
<b>9. ÖZGEÇMİŞ</b> .....	<b>36</b>
<b>10. EKLER</b>	

Ek-1. Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurul Onayı

## RESİMLER VE ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
<b>Şekil 1.1</b> Test Protokolü .....	12
<b>Şekil 2.1</b> Nordic Hamstring Egzersizi.....	13
<b>Şekil 3.1</b> Slide Board Hamstring Curl Egzersizi .....	14

**TABLULAR DİZİNİ**

	<b>Sayfa</b>
<b>Tablo 1.1</b> Katılımcıların Tanımlayıcı İstatistikleri.....	16
<b>Tablo 2.1</b> Katılımcıların Egzersiz Sonrası Laktat Değerleri.....	16
<b>Tablo 3.1</b> Katılımcıların Kas Enzim Değerlerinin Gruplar Arası Karşılaştırması .....	17
<b>Tablo 4.1</b> Katılımcıların Kas Enzim Değerlerinin Egzersiz Öncesi Grup İçi Karşılaştırma Tablosu.....	18
<b>Tablo 5.1</b> Katılımcıların Kas Enzim Değerlerinin Egzersiz Sonrası Grup İçi Karşılaştırma Tablosu.....	19

**GRAFİK DİZİNİ**

	<b>Sayfa</b>
<b>Grafik 1.1</b> Katılımcıların Kreatinin Kinaz Değerlerinin Zamana Göre Değişimi.....	20
<b>Grafik 2.1</b> Katılımcıların AST Değerlerinin Zamana Göre Değişimi .....	21
<b>Grafik 3.1</b> Katılımcıların LDH Değerlerinin Zamana Göre Değişimi .....	21

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

EÖ: Egzersiz Öncesi,  
ES: Egzersiz Sonrası,  
TS: Test Sonrası; şekilde tanımlanmıştır.  
NHE: Nordic Hamstring Egzersizi  
SBE: Slide Board Hamstring Curl Egzersizi,  
GKA: Gecikmiş kas ağrısına  
ATP: Adenozin trifosfat  
CP: Kreatin fosfat  
CK: Kreatin Kinaz ,  
CK-MM: iskelet kasları  
CK-MB: kardiyak kasları  
CK-BB: beyin dokuları ; bulunan izoenzimler.  
AST: Aspartat Aminotransferaz,  
LDH: Laktat Dehidrogenaz,  
Laktat (mMol),  
MR: Manyetik rezonans  
m: Metre  
ml: Mililitre  
mmol/L: Milimol litre  
BNP: Natri üretik peptit  
ANP: Atrial natri üretik peptit  
DOMS: Gecikmiş Kas Ağrısı  
kg: Kilogram  
kg/m<sup>2</sup>: Kilogram / metrekare  
cc: Santimetre küp

## 1. GİRİŞ

Futbol, 275 milyondan fazla katılımcıyla, dünyanın en popüler sporudur (Rouissi vd 2016). Spor yaralanmaları üzerine yapılan araştırmalar, futbol için yüksek yaralanma oranlarını göstermektedir. Özellikle amatör futbolcularda yaralanma oranları yüksektir. Amatör futbolda, 1000 maç saati başına 20,4 ile 36,9 oranında yaralanma ve 1000 antrenman saatinde 2,4 ile 3,9 oranında yaralanma bildirilmiştir (Horst vd 2015).

Hamstring yaralanması, futbolda en sık görülen yaralanma türüdür (Ekstrand vd 2001, Ryan vd 2017, Presland vd 2018, Jack vd 2018). Hamstring yaralanmalarında yaş, sporcunun pozisyonu, önceki hamstring yaralanması, kas yapısı, yorgunluk, esneklik ve güç gibi birçok potansiyel risk faktörleri mevcuttur. Kasların hamstring grubundaki sakatlanmalar genellikle, kasların ani ve aşırı kasılması sonucu iki eklemde görülür. Bunlar; kalça fleksiyonu ve diz ekstansiyonudur (Brucker ve Imhoff 2005). Hamstring yaralanmalarının önlenmesinde ve rehabilitasyonunda kullanılan eksantrik egzersizlerle yapılmış çok sayıda çalışma belirtilmiştir (Askling vd 2013, Petersen vd 2011, Opar vd 2015, Daly vd 2015). Diğer yandan kas hasarının en çok gözlemlendiği kasılma şekli eksantrik kasılmalardır. Dinamik bir kasılma şekli olan eksantrik kasılmada kasın boyu uzarken gerilimi artar (Akgün 1989). Hamstring kas gruplarını çalıştıran eksantrik egzersizler; hamstring eksantrik kas kuvvetini arttırmada ve aynı zamanda hamstring yaralanma riskini azaltmada etkili olan egzersizlerdir (Brooks vd 2006, Arnason vd 2008, Horst vd 2015). Egzersizlerden hemen sonra hasarın ilk belirtileri, kuvvette azalma ve fonksiyon kaybıdır (Friden ve Liyeber 2001). Kasta oluşan hasar egzersizin şiddeti ve hacmine bağlı olarak adapte olunmamış bir egzersiz sonrasında daha belirgindir (Smith ve Miles 2000). Eksantrik egzersiz, gerilen kaslarda gecikmiş kas ağrısına (GKA) yol açmaktadır. Gecikmiş kas ağrısı eksantrik egzersiz sonrasında oluşan bir kas hasarı semptomudur. Fakat her zaman kas hasarı ile birlikte gözlenmemektedir (Zainuddin vd 2005). GKA iskelet kaslarında ağır egzersiz sonrasında yükselir, eklem hareket açıklığı, kas gücü ve performansı düşer. Egzersiz bitiminden 24 saat sonra başlayan kas ağrılarıdır. Egzersizden 2 veya 3 gün içerisinde en yüksek seviyesine ulaşır, 5 ile 7 gün içinde yok olur (Howatson ve Someren 2003).

Aktivite sonunda oluşan kas hasarı genel olarak 2 farklı yolla tespit edilebilmektedir (Hazar 2004). İlk yöntem, manyetik rezonans (MR), elektron mikroskobu, spektroskopi ve mikrografidir hem pahalı hemde alanda uygulanabilirliği zor yöntemlerdir (Roth 2000). Diğer yöntem, kasa özel enzim aktivitelerinin serumdaki değerlerinin belirlenmesinden oluşur.

İskelet ve kalp kası hasarının tespitini belirlemeye yönelik çalışmalarda kullanılan değerler; başta kreatin kinaz (CK) ve alt izoenzimleri, aspartat aminotransferaz (AST), miyogloblin, beyin natri üretilik peptit (BNP), laktat dehidrogenaz (LDH), karbonik anhidraz, troponin atrial natri üretilik peptit (ANP) yaygın olarak kullanılan değerlerdir (Totsuka 2002, Clarkson vd 2006, Baird vd 2012). Kreatin fosfat molekülünü katalize ederek adenosin trifosfat (ATP)'nin sentezlenmesini sağlayan kreatin kinazının, bulunduğu dokularda (CK-BB) beyin izoenzimi, (CK-MB) miyokard izoenzimi, (CK-MM) iskelet kası izoenzimi olarak 3 farklı şekilde görülmektedir (Aslan 2005). CK aktivitesinin iskelet kasında bulunan kısmının %99' unu, CK-MM' i oluşturur. Aktivite sonrası ortaya çıkan kas hasarında kan CK değerinin bireyin ırk, cinsiyet, yaş, egzersiz tipine bağlı olarak yükseldiği bilinmektedir. Kan değerlerinden temizlenme hızı, kişinin lenf akımına ve hasarın şiddetine göre değişkenlik göstermektedir. Egzersizi takiben 24 saatlik süre sonunda, en yüksek değerine ulaşan kreatin kinaz konsantrasyonu, 48 saatin sonunda düşmeye başlar ve 72 saat sonra egzersizden önceki seviyesine döndüğü gözlemlenmiştir (Totsuka vd 2002, Schneidermn vd 1995). AST ve LDH fiziksel aktiviteden sonra etkilenebilen diğer enzimlerdir (Roth vd 2000, Onat vd 2006). Vücut hücrelerinde ve sıvılarında LDH yaygın olarak görülür. Genellikle böbrek, kalp, iskelet kası, alyuvarlar, akciğer ve deride bulunur. Yoğun bir egzersiz sonrasında değeri yüksek olarak gözlemlenir (Black vd 1983). Özellikle eksantrik egzersizden 12 saat sonra kas enzim değerleri 2 ila 10 kat arttığını, 24 saat ve 48 saatte en yüksek değerine ulaştığı gözlemlenmiştir (Duman ve Erden 2004). Kalp kası, mitokondrial ve stoplazmik bir enzim olan; AST değeri böbrek, karaciğer, iskelet kası, pankreas, beyin, akciğer, lökosit ve eritrositlerde görülür. Enzimdeki serum değerlerinin yükselmesi, amino transferazların fazla görüldüğü dokularda oluşan hasar ya da bu enzimin kas enzimlerine geçmesine neden olan membran geçirgenliği ile ilgilidir (John ve Henry 2001, Gürdöl 2017).

Pek çok spor branşında koruyucu egzersiz olarak kullanılan eksantrik egzersizlerden biri olan nordic hamstring egzersizi (NHE) hamstring kas kuvvetini arttırmada ve aynı zamanda hamstring yaralanması riskini azaltmada etkili bir egzersizdir. NHE 'nin, sakatlık sonrası rehabilitasyonunda yaygın olarak kullanılan

egzersizler içinden seçilen başka egzersizlerle karşılaştırıldığını gösteren çalışmalar mevcuttur (Brookes vd 2006, Arnason vd 2008, Alomar vd 2018).

### **1.1. Amaç**

Bu çalışmada; nordic hamstring egzersizinin yanı sıra farklı eksantrik egzersizi olan slide board hamstring curl hareketinin kas hasarı cevapları incelenmiştir. Bu çalışmanın sonuçlarının antrenörlere farklı eksantrik egzersizlerin yaratacağı kas hasarı konusunda fikir vermesi, antrenman planlanmasında yüklenme ve toparlanma sürecinde sporcuların performans tespiti ve sakatlık sonrası rehabilitasyon evrelerinde pozitif etkiler sağlaması beklenmektedir.



## 2. KURAMSAL BİLGİLER VE LİTERATÜR TARAMASI

### 2.1. Futbol

Futbol, dünyadaki en popüler spordur. Farklı seviyelerde, farklı cinsiyetler de ve yaş gruplarında oynanır (Koutures ve Gregory, 2010). Spor türleri içinde futbol, oynayanları ve seyircileriyle birlikte çok önemli yere sahiptir. Futbolda büyük oyun alanı içinde, çok sayıda sporcunun katılımıyla, oyunu oluşturan kurallar nedeni ile sınırlandırılmış bir alanda, el dışında vücudun her yerini kullanarak oynanan, sonucun iki kaleye atılan gollerle belirlendiği bir spordur (Toklu vd 2018).

Futbolda sporcunun performans kriterlerinin belirlenmesi oldukça önemli olmasıyla performansın birçok açıdan değerlendirilmesi de önemlidir (Özkara 2002). Futbolcularda fizyolojik kapasite, fiziksel yapıyı oluşturan biyomotor yetilerin (Sevim 1995) belirli bir oranda olmaması beklenen performansa ulaşmasına engel olmaktadır. Antrenmanların performansı artırmak amacıyla kullanılmasının yanı sıra, yapılan antrenmanların fizyolojik ilkelere uyumlu olması zorunludur (Günay ve Yüce 1996, Akyüz 2007). Antrenmanın etkili olması, kişinin özelliklerine uygun olan fiziksel yüklenmelerin kullanılmasına, ayrıca spor dalının fizyolojik ve fiziksel ihtiyaçlarına dayanmalıdır. Yapılan spor branşının enerjettiğini bilmek önemlidir.

#### 2.1.1. Futbolun Fizyolojik Temelleri

Futbol oyuncusunun performansının yükselmesi için öncelikle oyuncunun fizyolojik değerlerinin bilinmesi gerekir. Antrenman fizyolojik temellere dayandığı zaman futbolcunun performansının artması mümkün olur (Akgün 1989).

Futbol, taktiksel düşüncedeki gelişmeye, karmaşık teknik becerilere ve fiziksel gereksinimdeki artışa dayanmaktadır. Egzersizin yoğunluğundaki artış; fiziksel ihtiyaçlardaki artış, katedilen toplam mesafedeki artış ve takımların en iyi oyuncuları ile yaptıkları fazla müsabakalardan kaynaklanmaktadır (Günay ve Yüce 1996).

Futbol; sıçramalar, yön değiştirmeli koşular, topla yapılan hareketler, sprintler gibi yüksek şiddetli egzersizlerin görüldüğü aerobik tabanlı anaerobik bir spordur (Rouissi vd 2016). Futbolda başarı, aerobik ve anaerobik kuvvet, kas gücü, çeviklik ve esneklik

gibi üst düzey taktik, teknik, fiziksel ve psikolojik beceriler gerektirir (Stolen 2005, Chaalali vd 2016). Futbol uzun süreli yüksek tempoda oynandığından, kuvvet, hız, dayanıklılık gibi temel motor özellikleri çeviklik, aktivite, esneklik, denge ve koordinasyon gibi diğer bileşenlerin yanı sıra son derece önemlidir. Ayrıca zıplama, dönme, sprint, top sürme, baskı altında top kontrolü, yön değiştirme ve farklı hızlarda koşma futbolda önemlidir, dolayısıyla hem anaerobik hem de aerobik enerji sistemleri kullanılmaktadır (Stolen vd 2005, Castanga vd 2006).

## **2.2. Kas Sistemi ve Kasların Sınıflandırması**

İskelet ve kaslar hareket sisteminin temelini oluştururlar (Yapıcı 2014). Eklem ve kemik vücudun kaldıraçları olup, vücut iskeletini oluştururlar da yalnız başlarına hareket etme durumları yoktur. Uyarılabilen özellikteki kas hücrelerinin toplanmasıyla oluşan kas doku uyarıları zar yüzeyleri boyunca iletebilmesi ve bu iletimsel değişiklik mekanik olarak kasılma veya boylarının kısalması yeteneğine sahiptir. Vücut iskelet kasları genellikle egzersiz açısından ayrı bir önem taşır. Her türlü fiziksel spor ve iş aktiviteleri kaslar tarafından gerçekleştirilir. Kas kuvvetinin gelişimi hareket yoluyla oluşmaktadır. İnsan vücudunun, kadınlarda %25-30' u; erkeklerde ise yaklaşık %40'ı kaslardan oluşur (Sevim 2006).

Kas içi sinirsel yapılar, mekanik ve kimyasal olarak uyarılabilirliği olması ve uyarıldıkları durumda hücre zarı boyunca iletilen aksiyon potansiyeli oluşturan yapılardır. Kasılmayı sağlayan enzimlerse, hareketi sağlayan yapılar olarak tanımlanabilir. Kaslar; eksitabilite, kontraktibilite, ekstansibilite ve elastisite özelliklerine sahiptir. Eksitabilite uyarıları alabilme ve yanıt verebilme olup normal koşullarda uyarılar sinir sistemince sağlanır. Kontraktibilite, kasın uyarılar karşısında şekil değiştirmesi olup genellikle kısalır ve kalınlaşır. Vücudumuzun % 50' sini oluşturan kasların kalp kası, iskelet kasları ve düz kaslar olmak üzere 3 çeşiti bulunmaktadır (Pinar 2010). Hareketin oluşumu, postürün sağlanması ve ısı üretimini sağlar.

### **2.2.1. Düz Kaslar**

Çalışma sistemleri otonomik sinir sistemi tarafından denetlendikleri için istemsiz kaslar da denilir (Aktümsek 2012). Düz kaslar istemsiz olarak kasılırlar. İskelet kasından daha yavaş ancak kasılmalar daha ritmik ve süreklidir. Düz kasları, iskelet kaslarından ayıran en önemli özelliği sadece tek çekirdekli olmalarıdır (Sönmez 2002). Genellikle bağırsak, kan damarları ve iç organlarda bulunurlar (Günay vd 2010).

### 2.2.2. İskelet Kasları

İskelet kası, çapları 10-80 mikrometre aralığında değişen birbirinden bağımsız çok fazla kas lifinden oluşur. Kasın boyunca uzanan her kas lifi, sarkolemma denilen bir hücre zarı ile çevrilidir.

İskelet kas hücresi fibril adı verilen ayrı kas hücrelerinden oluşmaktadır. Bu fibriller demet halindedir, miyofibril ve miyofilament alt sınıfları mevcuttur (Günay vd 2010). Kas telinin üzerini sarkolemma denilen bir membran örter. Miyofibriller kasın kontraktıl yapılarıdır. Miyofibrillerin araları sarkoplazmayla doldurulur. Sarkoplazma ATP, glikojen, glikolitik ve fosfokreatin enzimleri taşır. Kasın aktifliği boyunca sayıları artan, mitokondriler vardır. Kas telleri birkaç çekirdek bulundurur ve bu yapılar sarkolemma'nın hemen altında bulunurlar. İskelet kası çizgili kastır ve istemlidir, yani kişinin kontrolüyle çalışır. Yalnız sinir yoluyla aktiviteye sevk edilir. İskelet kaslarının sinirleri somatik sinirlerdir (Noyan 2011).

### 2.2.3. Kalp Kası

Yapı olarak iskelet kaslarına benzeyen kalp kası çizgili kas şeklinde görülür. Fonksiyonel açıdan ise düz kaslara benzerler otonom sinir sistemi tarafından kontrol edilirler (Günay vd 2005).

Yapı olarak iskelet kasına benzeyen kalp kası, fonksiyonel olarak da düz kas yapısına sahiptir. Otonom sinir sistemi tarafından denetlenmektedir. Kalp kasının lifleri daha kısıdır ve dallanma gösterirler. Kalp kasının mitokondrileri iskelet kaslarına göre daha büyük ve fazladır. İskelet kası ve kalp kası aynı kasılma özelliği göstermektedir (Sönmez 2002).

### 2.3. Kas Kasılması ve Kasılma Türleri

Kaslar, uyarılara karşı kasılarak cevap verirler. Kas doku yapıları, normal uzunluğundan daha fazla gerilebilir ve gerilme fonksiyonu bitince yeniden normal yapısına geri döner. Hareketin oluşumu iskelet kaslarının kasılmasına bağlı olduğu için iskelet kasları egzersiz fizyolojisi içerisinde ayrı bir önemi bulunmaktadır (Ergen vd 2002). Vücut iskelet kasları boylarını kısaltarak veya boylarını sabit tutarak, gerilimini (tonus) yükselterek kasılır. Kas kasılma şekli üçe ayrılır. Bunlar, izometrik, izokinetik ve izotonik kasılmadır. Günay vd (2010) dinamik kasılmalar olarak izokinetik ve izotonik kasılma, statik kasılma olarak da izometrik kasılmadan bahsedip, bu üç kasılmanın özellikleri eksantrik ya da konsantrik şekilde olabileceğini bildirirken, literatürdeki bazı çalışmalar, dinamik kasılmaları sadece eksantrik ve konsantrik olacak şekilde sınıflandırmışlardır.

### **2.3.1. İzometrik Kasılma**

Statik bir kasılmadır. İzometrik kasılma: izo eşit ya da aynı, metrik ise uzunluğu ifade eder. Kasılan kasın geriliminde değişiklik olduğu ancak kasın boyunda değişiklik olmadığı kasılma türüdür. Kasın kasılmamasının nedeni dıştan gelen dirençler karşısında oluşturduğu gerilimin daha büyük olmasıdır (Fox vd 2009). Sportif olarak veya egzersiz formu amaçlı kullanımlarının dışında iyileştirme amaçlı da kullanılmaktadır. Bu tip bir kasılmanın en büyük dezavantajı, hareket koordinasyonuna olan olumsuz etkileri ve her açıda çalışılmak istenmeleri durumunda o antrenman birimi için oldukça fazla zaman kaybına uğranmasıdır (Cowell vd 2012). Kasın boyu miyozin başının yaptığı hamle vuruşu nedeni ile bir miktar kısalırsa da sabit olarak kabul edilir ve kasılma dolayısıyla kas tonusu artar (Kenney vd 2012).

### **2.3.2. İzokinetik Kasılma**

İzokinetik kasılma tipinde hareket hızı tüm hareket boyunca sabit tutularak eksantrik ve konsantrik kasılmalar gerçekleştirilmektedir. Örneğin; serbest stil yüzmede kulaç atarken kasın kasılmasıdır (Fox vd 2009). İzokinetik kasılmalar hem teorik hem de pratikte kas kuvveti ve kassal dayanıklılığı geliştirmek için kullanılan en iyi yöntemdir (Akgün 1992, Yapıcı 2014).

### **2.3.3. İzotonik Kasılma**

Kasın kasılma sırasında bir yük, belli bir yere taşınıyor ise, kasılma esnasında bir eklem hareketi var ise, kasın gerilimi sabit kalır ancak kasın boyu kısalır. Bu kasılma türüne izotonik kasılma denir. Elimizi yere değdirmek, normal tempoda yürüme gibi eklem hareketinin olduğu kasılma türü izotoniktir. Ağırlık kaldırma hareketi kas boyuna bir kısalma gerçekleştirilen egzersizdir. İzotonik kasılma, eksantrik ve konsantrik kasılma olarak ikiye ayrılır (Fox vd 2009, Pınar 2010).

### **2.3.4. Eksantrik Kasılma**

Eksantrik kasılmanın kelime kökeni olarak ex-centric; merkezden uzaklaşma demektir. Eksantrik kasılmada yapılan iş yerçekimi doğrultusunda olduğundan negatif karakterdedir (Günay vd 2006). Eksantrik kasılma konsantrik kasılma şekline göre kas içi gerilimi daha çok artırır. Bunun sonucu ise egzersiz sonrası kas ağrılarına neden olur (Özer 2010). Elimizde tuttuğumuz bir ağırlığı masaya koyarken biceps brachii kası, yokuş aşağı koşarken soleus kası, çömelme pozisyonunda soleus ve gastrocnemius kası eksantrik olarak kasılmaktadır. Yokuş aşağı yürürken quadriceps femoris kası da;

diz fleksiyonunun hızını kontrol ederken yer çekimine karşı her adımda eksantrik olarak kasılmaktadır. Eksantrik antrenmanın, kas sakatlığını önlemede oldukça etkili olduğu bildirilmiştir (Lastayo vd 2003, Cowell vd 2012). Kasılma türünün özellikleri incelenecek olursa sakatlık riskinin çok fazla olduğu kasılma türüdür (Lieber 2018).

### **2.3.5. Konsantrik Kasılma**

Kas kasılması sonucunda kasın boyunda kısalma meydana gelir. Kas gerilimi ise aynı kalır (Ergen 2002, Fox vd 2009). Kısalarak oluşan bir kasılma şeklidir ve mekanik bir iş yapılır. Konsantrik kasılma hareketi başlatırken, eksantrik kasılma yavaşlatmakta ya da durdurmaktadır (Koç vd 2015).

### **2.4. Gecikmiş Kas Ağrısı (DOMS)**

Gecikmiş kas ağrıları egzersizden kaynaklı kas hasarı sonucu meydana gelir. Antrenman veya egzersizden 8 ve ya 10 saat sonra hissedilmeye başlar, egzersizden 24 ve ya 48 saat sonra pik ağrı seviyesine ulaşır. Etkisi egzersizden 7 gün sonrasına kadar devam edebilir. Eksantrik egzersizlerden sonra yüksek oranda görülür (Prou vd 1999, Jack vd 2008, Finsterer 2012, Hody vd 2013). Eksantrik egzersiz tekrarlanırsa, sonraki egzersiz kasta ilki gibi hasar oluşturmadığı, bu durumun hasar gören kasın adaptasyon gösterdiği bildirilmiştir (Prou vd 1999). Gecikmiş kas ağrısında azalmayla karakterize olan bu adaptasyon mekanizması egzersizden sonra toparlanma dönemini hızlandırır (Clarkson 1992).

Ağrılı bir kas grubunda egzersize devam edilmesi, kas ağrısındaki artış ve dokunmaya karşı hassasiyet veya sertliğe neden olur. Bu durumun süresi, bir haftaya kadar uzayabilir. DOMS; kaslardaki ağrı reseptörlerinin kas ve bağ doku hasarı veya inflamasyonu ve kas spazmı sonrası uyarılmasına bağlı olarak ortaya çıktığı düşünülmektedir (Cheung vd 2003).

Özellikle eksantrik kas kasılmalarında daha yüksek düzeyde kas ağrısı ortaya çıkmaktadır. Kas hasarını belirleyen enzim olan kreatin kinazın (CK) kas hasarı esnasında serumdaki oranı yükselir. CK' nin serumdaki seviyesinin yükselmesi kas doku hasarının göstergesidir (Schwane vd 1983, Clarkson vd 1986, Vincent ve Vincent 1997). Elektromiyogram ve MR kullanılarak egzersizin kaslar üstündeki etkisinin araştırıldığı çalışmada egzersiz sonrasında kaslarda geniş yaralanmalar olduğunu ve egzersizin dinlenme döneminde kasın elektrik aktivitesinin anlamlı şekilde düştüğü gözlemlenmiştir (Serrao vd 2003).

Genetik olarak hangi dokuya ait oldukları belirlenmiş olan enzimlerin plazmadaki miktarlarının artmasıyla dokudaki hasarın oranını tespit etmede yardımcı rol oynar

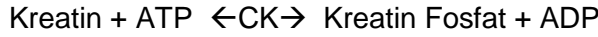
(Roth 2000). İnsanlarda kas hasarı göstergesi olan CK ve LDH değerlerinde artış şeklinde gözlenir (Lott ve Stang 1980).

## 2.5. Kas Hasarı Enzim Yapıları

Kalp kası ve iskelet kası hasarını belirlemeye yönelik çalışmalarda kullanılan yapılar; başta kreatin kinaz (CK), laktat dehidrojenaz (LDH), aspartat aminotransferaz (AST), kas enzimleri, yaygın kullanılan yapılardır. Bunlardan en önemlisi CK' dır (Murray vd 1998).

### 2.5.1. Kreatin Kinaz (CK)

Kasın her kasılma döngüsünde kreatin fosfat kullanılır. Adenozin trifosfat oluşur ve geri dönüşlü reaksiyondur. Bu durum kasın ATP oranını sabit tutar. Reaksiyonda kreatin kinaz katalizör görevi görür ve kas kasılması için gerekli enerjiyi sağlar. Kreatin kinaz taşıma veya kasılma sistemlerinde ATP rejanasyonu sağlayan enzimdir (Murray 1998, Kılıç 2010).



Kreatin kinaz iskelet kası, kalp ve beyinde yüksek yoğunlukta görülen kas enzimidir (Erdoğan 2009). BB, MB ve MM' den oluşan üç izoenzimi vardır. BB beyinde, MM iskelet ve kalp kasında, MB ise kalp kasında bulunur. Kan dolaşımı esnasında ölçülen CK düzeyinin kaynağı, iskelet ya da kalp kası ağırlıklıdır. Kalp kası ya da iskelet travması ve ya nekrozu bu enzimin dolaşım düzeyini artırır. Bu nedenle CK değerinde yükselme durumlarında, öncelikle kalp kası ya da iskelet kası hasarı bakılmalıdır (Kurdak 1998, Walsh vd 2001, Aslan 2005).

Aşırı kuvvet gerektiren ve farklı kas kasılmalarının (konsantrik ve eksantrik) aynı anda uygulandığı spor aktivitelerinde, kas hasarı biyomarkırlarının yükselmesiyle birlikte kas ağrısı oluşur (Clarkson vd 1992). Bu kas hasarı biyomarkırlarından birisi de CK'dır ve ağır bir egzersizi takiben 2-12 saat arasında yükselmeye başlar ve bu yükselme, bazen 48 saat devam edebilir (Moat vd 2017, Souglis vd 2015). Kreatin kinaz egzersizinden 24 saat sonra en yüksek seviyesine ulaşır(Newham vd 1986).

### 2.5.2. Laktat Dehidrojenaz (LDH)

LDH laktik asit ve pirüvik asidin birbirlerine dönüşümünü iki yönlü olarak kataliz eden hücre içerisine yerleşmiş bir enzimdir. Kas hasarının olduğu her durumlarda seviyesi artar (Vural vd 1986, Bernard 2001). LDH, CK enzimi gibi kalp dışında eritrositler, böbrekler, mide, beyin ve iskelet kasında yaygın olarak görülür. Dolaşımda, laktat dehidrojenaz (LDH-) 1, 2, 3, 4 ve 5 olarak adlandırılan beş izoenzimi

bulunmaktadır (Erdoğan 2009). LDH-1 ve 2 izoenzimleri miyokard iskemisi belirlenmesinde kullanılır. LDH-1 enzimi lösemi ve miyokard infarktüsü gibi durumlarda artış gösterir. LDH-1 izoenzimi kalp kasına daha fazla olduğundan tanı koymada daha faydalıdır (Smith ve Miles 2000). LDH-2 iskelet kası dışında vücudun diğer her dokusunda ama en çok kalpten salınmaktadır (Adams vd 1990). LDH-1 ve LDH-2 oranı birden büyük ise miyokard nekrozunu gösterir (Gök 2002). Normalde serumda LDH-2, LDH-1'den daha fazla miktarda bulunur. Miyokard infarktüsü durumunda ise LDH-1, LDH-2'den daha çok yükselir. 7 veya 10 gün içinde normal düzeyine döner (Canbolant 2006)

Egzersiz sonrasında ortaya çıkan kas hasarında, LDH seviyesi, ilk 6 saatte yükselmeye başlar, pik seviyesine 24 ve ya 48 saat sonra ulaşır ve egzersizden önceki seviyesine de 72 saat sonra döner (Knitter vd 2000). LDH' in tek kullanım şekli; geç dönemde başvuran, troponinleri pozitif, CK-MB ve CK değerleri normale dönmüş olan hastalarda subakut-akut miyokard enfarktüsü ayırımını yapmaktır (Porela vd 2000).

### **2.5.3. Aspartat Aminotransferaz (AST)**

AST özellikle karaciğer, kalp ve iskelet kaslarında görülen bir enzimdir. Karaciğer hastalığında özellikle akut ve kronik hepatitte hücre yıkımından dolayı AST yükselir. Bu enzim gösterimiyle hastalığın seyri izlenebilir. Kalp hastalıkları, karaciğer hastalıkları, travmatik kas ve sıcak çarpması durumlarında artar (Erdoğan 2009). Ayrıca AST, sitoplazmik ve mitokondrial membranın birlikte hasarlandığı birçok durumda artış gösteren bir plazma enzimidir. Hepatik ve iskelet kas hastalıklarında, çokça yükselir. Normal değeri 1 – 32 U/L' dir. KK/AST (kırmızı küre / aspartat aminotransferaz ) oranı iskelet kas hasarında 10 civarındadır (Otağ 2011).

Aspartat aminotransferaz (AST), karaciğerde hücre yıkımını belirleyen testlerdir. Karaciğer testleri olarak bilinen bu enzimlerin karaciğeri etkilediği düşünülen hastalıklarda, aşırı kas zorlanmaları sonucunda kasta meydana gelen hasar ve yıkım sonucu kandaki düzeyleri artmaktadır (John ve Henry 2001, Taga vd 2001). Karaciğerdeki bazı hücrelerin içinde fonksiyon gösteren ve sadece hücre bozukluklarında kana görülebilen enzimlerdir. AST akut kalp ve iskelet kası bozukluğunda serum değerlerinde yükselme meydana gelir (Kalaycıoğlu vd 2000).

### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

#### 3.1. Araştırma Grubu

Bu araştırmaya, Pamukkale Üniversitesi futbol takımından 9 sağlıklı erkek futbolcu gönüllü olarak katılmıştır. Tanımlayıcı istatistikler tablo 1.1' de yer almaktadır. Araştırmaya katılan tüm denekler, egzersize başlamadan en az 48 saat öncesine kadar egzersiz yapmamaları ve dinlenmeleri konusunda bilgilendirilmiştir. Bir hastalığı olan denekler ve araştırma öncesinde herhangi alt ekstremitte sakatlığını beyan eden denekler araştırmaya dahil edilmemiştir. Çalışmanın yapılması için Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi "**GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU**" ndan izin alınmıştır.

#### 3.2. Verilerin Toplanması

##### Antropometrik Ölçümler

##### Boy Uzunluğu Ve Vücut Ağırlığı Ölçümleri

Boy ölçümü denek anatomik duruşta, baş frontal düzlemde ve verteks noktasına değecek biçimde yerleştirilerek ölçüm cm şeklinde alınmıştır. Vücut ağırlığı; denekler ayakkabısız anatomik duruşta kg cinsinden alınmıştır. Deneklerin boy uzunlukları ve vücut ağırlığı ölçümleri hassaslık derecesi 0.01 cm ve 0.01 kg olan Seca (Almanya) marka stadiometre ile ölçülmüştür.

#### 3.3. Test Protokolü

Egzersiz, Pamukkale Üniversitesi spor salonunda 09:00-12:00 saatleri arasında gerçekleştirilmiştir. Deneklere egzersize başlamadan önce futbola özgü 10 dakikalık bir ısınma protokolü yaptırılmıştır. Tüm deneklerin antropometrik ölçümleri (vücut ağırlıkları ve boy uzunlukları) alınmıştır.





**Şekil 1.1** Test Protokolü

1. Egzersiz Günü

Denekler, 5 kişi nordic hamstring 4 kişi slide board egzersizini yapacak şekilde iki gruba ayrıldılar. Egzersiz, 4 set/ 8 tekrar setler arası 2 dk dinleme olacak şekilde uygulanmıştır. Egzersiz öncesi, egzersiz yaptırdıktan 3, 24 ve 48 saat sonra antekubital ön kol venlerinden kan örnekleri alınmıştır. Laktat değerleri, deneklerden test bitiminden 3 dakika sonra (Lactate Squat) laktat analizörüyle kulak memesinden alınan kanla ölçülmüştür.

2. Egzersiz Günü

Denekler, gruplar yer değiştirecek şekilde 4 kişi nordic hamstring 5 kişi slide board egzersizini yapmak için ayrıldılar. Egzersiz, 4 set/ 8 tekrar setler arası 2 dk dinleme olacak şekilde uygulanmıştır. Egzersiz öncesi, egzersiz yaptırdıktan 3, 24 ve 48 saat sonra antekubital ön kol venlerinden örnekleri alınmıştır. Laktat değerleri,

deneklerden test bitiminden 3 dakika sonra (Lactate Squat) laktat analizörüyle kulak memesinden alınan kanla ölçülmüştür.

### 3.4.Nordic Hamstring Egzersizi

Nordic Hamstring Egzersizi (NHE); Nordic kıvrım olarak da adlandırılan, hamstring kaslarının eksantrik kuvvetini iyileştirmek için tasarlanmıştır. Sporcunun dizlerinin üzerinde, bir yardımcı tarafından ayak bileklerinin sabitlenip, üst gövdesinin pozisyonunu bozmadan yere yavaşça düşerek hamstring kaslarının kasılması ile yapılır. El ve kolları düşme esnasında bükmek, göğsün yere değdikten sonra onu yukarı itmesi konsantrik fazdaki yüklemeyi en aza indirmek için kullanır. Nordic Hamstring Egzersizi (NHE) öncesinde deneklere test hakkında ön bilgi verilmiştir ve testin nasıl yapılacağı gösterilmiştir. Egzersiz 4 set/ 8 tekrar setler arası 2 dk dinleme olacak şekilde uygulanmıştır.



Şekil 2.1 Nordic Hamstring Egzersizi

### 3.5.Slide Board Hamstring Curl

“Flowin friction training” marka slide tahtası kullanılmıştır. Temel olarak bir büyük sürtünme plakası ve iki adet küçük pedden oluşur. Denek ayak tabanları petler üzerinde, slide tahtasında sırt üstü uzanmış pozisyonda, dizler, kalça ve omuzlar düz çizgide olacak şekilde köprü pozisyonuna yükselir. Kalçanın düşmesine izin vermeden, ayaklar düz olana kadar deneğin ayakları slide tahtası üzerinde kaydırılır. Ayak tabanları petler üzerinde dizler, kalça ve omuzlar düz çizgide olacak şekilde köprü pozisyonuna dönene kadar geriye çekilir. Slide board hamstring curl egzersizi öncesinde deneklere test hakkında ön bilgi verilmiştir ve testin nasıl yapılacağı gösterilmiştir. Egzersiz 4 set/ 8 tekrar setler arası 2 dk dinleme olacak şekilde uygulanmıştır.



**Şekil 3.1** Slide Board Hamstring Curl Egzersizi

### **3.6.Laktat Ölçümü:**

Laktat değerleri deneklerden test bitiminden 3 dakika sonra kulak memesinden alınan 5µL kan ile (Lactate Squat) laktat analizörü aleti ile ölçülmüştür.

### **3.7. Kan Analizleri**

#### **3.7.1.Kas Enzimleri Ölçümleri:**

Denekler, ölçümden üç saat önce yiyecek (su hariç) ve içecek tüketmemeleri, ilaç ve alkol kullanmamaları konusunda uyarılmıştır. Olası durumların tahlil sonuçlarına etkisi bulunduğu konusunda detaylı bilgi verilmiştir. Kan ölçümleri sağlık personeli ile yapılmıştır.

Deneklerden her iki günde de kan alımı egzersiz öncesi, egzersiz yaptırdıktan 3, 24 ve 48 saat sonra antekubital ön kol venlerinden, 5 ml' lik sarı kapaklı jelli ayrıcı tüplere 5 cc kan örnekleri alınmıştır. Alınan kandan total kreatin kinaz CK, laktat dehidrogenaz (LDH) ve aspartat amino transferaz (AST) değerlerine bakılmıştır. İkinci egzersiz protokolünde, gruplar yer değiştirilerek tekrar aynı kan alım protokolü uygulanmıştır. Deneklerden alınan kan örnekleri 3500 devirde yaklaşık 10 dakika santrifüj edilerek, serum kısmı ayrılak biyokimya Rochecobas e701 oto analizöründe CK, laktat dehidrogenaz (LDH) ve aspartat amino transferaz (AST) analizleri yapılmıştır. Rochecobas e701 oto analizörünün referans aralıkları, CK değeri için; 1. gün <712 (U/L) altı, 2-6 gün arası <652 (U/L) altı, AST için <40 (IU/L) altı, LDH için 135-225 (U/L) arası değerler kabul edilir.

### 3.8. İstatistiksel Analiz

Veriler SPSS 21 paket programıyla analiz edilmiştir. Sürekli değişkenleri ortalama  $\pm$  standart sapma olarak verilmiştir. Nording hamstring ve slide board hamstring egzersizlerinin etkisini gözlemlemek üzere aynı grubun kullanılması nedeni ile bağımlı grup olarak kabul edilmiştir. Normal dağılımı göstermek için Shapiro Wilk Testi kullanılmıştır. Gruplar içi ve gruplar arası karşılaştırmalarda her iki egzersiz için aynı denekler kullanıldığından bağımlı grup testleri seçilmiştir. Bağımlı grup karşılaştırmasında, parametrik test varsayımları sağlandığında iki değer arasındaki farkın önemlilik testi, parametrik test varsayımları sağlanmadığında ise p değeri düzeltilmiş Wilcoxon eşleştirilmiş iki örnek testi kullanılmıştır. Tüm analizlerde  $p < 0,05$  istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

#### 4. BULGULAR

Çalışmada yer alan katılımcıların demografik özellikleri Tablo 1.1' de verilmiştir.

**Tablo 1.1** Katılımcıların Tanımlayıcı İstatistikleri

	$\bar{x} \pm Ss$	Med (min - maks)
Yaş (yıl)	20,22 ± 3,80	21,00
Boy uzunluğu (cm)	178,11 ± 4,04	177
Vücut Ağırlığı (kg)	74,33 ± 10,02	73
Antrenman Yaşı (yıl)	9,44 ± 2,4	2,07
VKİ (kg/m <sup>2</sup> )	23,36 ± 2,33	23,30

**Tablo 2.1** Katılımcıların Egzersiz Sonrası Laktat Değerleri

	Nording hamstring		Slide board hamstring		p
	Ort ± SD	Median	Ort ± SD	Median	
Laktat (mmol/L)	2,21 ± 0,6	2,07	2,95 ± 1,26	2,8	0,066

Tablo 2.1' e bakıldığında, egzersizden hemen sonra ölçülen laktat değeri gruplar arasında anlamlı bir farklılık göstermemektedir ( $p>0,05$ ).

**Tablo 3.1** Katılımcıların Kas Enzim Değerlerinin Gruplar Arası Karşılaştırması

Kas hasarı Göstergeleri	NHE				SBE				EÖ	ES 3. saat	ES 24. saat	ES 48. saat
	EÖ Ort ± SD (Median)	ES 3. saat Ort ± SD (Median)	ES 24. Saat Ort ± SD (Median)	ES 48. Saat Ort ± SD (Median)	EÖ Ort ± SD (Median)	ES 3. Saat Ort ± SD (Median)	ES 24. Saat Ort ± SD (Median)	ES 48. Saat Ort ± SD (Median)	p t veya z	p t veya z	p t veya z	p t veya z
<b>CK</b> (U/L)	133,83 ± 29,30 (112)	162,89 ± 78,51 (157)	257,67 ± 264,56 (201)	260,33 ± 252,00 (160)	129,0 ± 15,59 (137)	186,89 ± 59,21 (169)	202,56 ± 103,99 (169)	206,00 ± 69,76 (206)	p:0,109 Z:-1,604	p:0,230 t:-1,299	p:0,515 z:-0,652	p:0,722 z:-0,356
<b>AST</b> (IU/L)	19,33 ± 5,07 (18)	18,78 ± 2,28 (19)	22,89 ± 5,25 (22)	20,67 ± 3,04 (21)	18,44 ± 1,94 (19)	37,44 ± 55,75 (19)	38,89 ± 54,84 (21)	20,22 ± 2,54 (19)	p:0,481 z:-0,705	p:0,552 z:-0,595	p:0,753 z:-0,314	p:0,772 t:0,300
<b>LDH</b> (U/L)	185,43 ± 11,13 (185)	189,00 ± 26,48 (186)	187,33 ± 46,36 (171)	201,89 ± 16,53 (202)	171,14 ± 26,31 (165,0)	165,89 ± 14,38 (168)	158,11 ± 33,69 (166)	172,33 ± 18,41 (170)	P:0,09 Z:-1,690	p:0,21* z:-2,310	p:0,120 t:1,738	<b>p:0,015*</b> z:-2,431

\*p&lt;0,05

**NHE:** Nordic Hamstring Egzersizi, **SBE:** Slide Board Hamstring Curl Egzersizi, **EÖ:** Egzersiz Öncesi, **ES:** Egzersiz Sonrası, **CK:** Kreatin Kinaz, **LDH:** Laktat Dehidrogenaz, **AST:** Aspartat Aminotransferaz

Kas enzim değerlerinin gruplar arası karşılaştırma tablosuna bakıldığında;

CK değerlerinin egzersiz öncesi dönemde gruplar arasında fark göstermediği, egzersiz sonrası 3., 24. ve 48. saatlerde yükselmeye devam ettiği gözlemlenmiştir (p>0,05).

AST değerlerinin egzersiz öncesi dönemde gruplar arasında fark göstermediği, bunun egzersiz sonrası 3., 24. ve 48. saatlerde yükselmeye devam ettiği gözlemlenmiştir (p>0,05).

LDH değerlerinin egzersiz öncesi dönemde gruplar arasında anlamlı bir fark yoktur (p>0,05).

LDH değerinin egzersiz sonrası 3. ve 48. saatlerde Nordinc hamstring grubunda anlamlı olarak yüksek seyrettiği görülmüştür (p<0,05).

**Tablo 4.1** Katılımcıların Kas Enzim Değerlerinin Egzersiz Öncesi Grup İçi Karşılaştırma Tablosu

	Kas hasarı göstergeleri	EÖ Ort ± SD (Median) n:9	ES 3. Saat Ort ± SD (Median)	ES 24. Saat Ort ± SD (Median)	ES 48. Saat Ort ± SD (Median)	Freidman Testi	EÖ ve ES 3.saat p t veya z	EÖ ve ES 24.saat p t veya z	EÖ ve ES 48.saat p t veya z
<b>NHE</b> (n:9)	<b>CK</b> (U/L)	119,2 2 ± 31,97 (112)	162,89 ± 78,51 (157)	257,67 ± 264,56 (201)	260,33 ± 252,00 (160)	p:0,0 37	<b>p:0,027*</b> t:-2,705	p:0,171 z:-2,191	<b>p:0,049*</b> z:-2,647
	<b>AST</b> (IU/L)	19,33 ± 5,07 (18)	18,78 ± 2,28 (19)	22,89 ± 5,25 (22)	20,67 ± 3,04 (21)	p:0,0 15	p:1,0 t:-0,365	<b>p:0,037*</b> z:-2,739	p:0,602 t:-1,643
	<b>LDH</b> (U/L)	202,0 0 ± 51,54 (185)	189,00 ± 26,48 (186)	187,33 ± 46,36 (171)	201,89 ± 16,53 (202)	p:0,0 18	p:1,0 z:1,095	p:0,171 z:2,191	p:1,0 z:-0,730
<b>SBE</b> (n:9)	<b>CK</b> (U/L)	152,3 3 ± 41,41 (137)	186,89 ± 59,21 (169)	202,56 ± 103,99 (169)	206,00 ± 69,76 (206)	p:0,0 40	p:0,058 t:-2,209	p:0,215 z:-2,1	<b>p:0,019*</b> t:-2,937
	<b>AST</b> (IU/L)	18,44 ± 1,94 (19)	37,44 ± 55,75 (19)	38,89 ± 54,84 (21)	20,22 ± 2,54 (19)	p:0,0 74	--	p:0,297 t:-1,115	--
	<b>LDH</b> (U/L)	164,8 9 ± 26,26 (157)	165,89 ± 14,38 (168)	158,11 ± 33,69 (166)	172,33 ± 18,41 (170)	p:0,0 48	p:0,268 z:-1,187	p:0,601 t:0,544	<b>p:0,049*</b> z:-2,647

\*p<0,05

**NHE:** Nordic Hamstring Egzersizi, **SBE:** Slide Board Hamstring Curl Egzersizi, **EÖ:** Egzersiz Öncesi, **ES:** Egzersiz Sonrası, **CK:** Kreatin Kinaz, **LDH:** Laktat Dehidrogenaz, **AST:** Aspartat Aminotransferaz

**Tablo 5.1** Katılımcıların Kas Enzim Değerlerinin Egzersiz Sonrası Grup İçi Karşılaştırma Tablosu

	Kas hasarı göstergeleri	EÖ Ort ± SD (Median) n:9	ES 3. Saat Ort ± SD (Median)	ES 24. Saat Ort ± SD (Median)	ES 48. Saat Ort ± SD (Median)	Freidman Testi	ES 3.saat Ve ES 24.saat p t veya z	ES 3.saat ve ES 48.saat p t veya z	ES 24.saat ve ES 48.saat p t veya z
<b>NHE</b> (n:9)	<b>CK</b> (U/L)	119,22 ± 31,97 (112)	162,89 ± 78,51 (157)	257,67 ± 264,56 (201)	260,33 ± 252,00 (160)	p:0,037	p:1,0 z:-0,548	p:1,0 z:-0,91	p:1 z:0,456
	<b>AST</b> (IU/L)	19,33 ± 5,07 (18)	18,78 ± 2,28 (19)	22,89 ± 5,25 (22)	20,67 ± 3,04 (21)	p:0,015	<b>p:0,010*</b> t:-3,374	p:0,86 t:-1,96	p:0,134 t:1,670
	<b>LDH</b> (U/L)	202,00 ± 51,54 (185)	189,00 ± 26,48 (186)	187,33 ± 46,36 (171)	201,89 ± 16,53 (202)	p:0,018	p:1,0 z:1,095	p:0,273 t:-1,176	<b>p:0,021*</b> t:-2,921
<b>SBE</b> (n:9)	<b>CK</b> (U/L)	152,33 ± 41,41 (137)	186,89 ± 59,21 (169)	202,56 ± 103,99 (169)	206,00 ± 69,76 (206)	p:0,040	p:0,64 z:-2,556	p:0,331 t:-1,035	p:0,896 t:-1,35
	<b>AST</b> (IU/L)	18,44 ± 1,94 (19)	37,44 ± 55,75 (19)	38,89 ± 54,84 (21)	20,22 ± 2,54 (19)	p:0,074	--	--	--
	<b>LDH</b> (U/L)	164,89 ± 26,26 (157)	165,89 ± 14,38 (168)	158,11 ± 33,69 (166)	172,33 ± 18,41 (170)	p:0,048	p:1,0 z:0,822	p:0,187 t:-1,444	p:0,865 z:-1,461

\*p<0,05

**NHE:** Nordic Hamstring Egzersizi, **SBE:** Slide Board Hamstring Curl Egzersizi, **EÖ:** Egzersiz Öncesi, **ES:** Egzersiz Sonrası, **CK:** Kreatin Kinaz, **LDH:** Laktat Dehidrogenaz, **AST:** Aspartat Aminotransferaz

Nordic hamstring egzersizine ait kas enzim değerlerine ait gruplar içi karşılaştırması;

CK enzim değerleri egzersiz sonrası 3. ve 48. saatlerde egzersiz öncesine göre anlamlı olarak yükselmiştir (p<0,05).

AST sonuçları egzersiz sonrası 24. saatte egzersiz öncesi ve egzersiz sonrası 3. saate göre anlamlı olarak yükselmiştir (p<0,05).

LDH sonuçları egzersiz sonrası takiplerde egzersiz öncesine göre anlamlı olarak fark göstermemiştir (p>0,05).

LDH değerinin egzersiz sonrası 48. saat değerleri 24. saate göre anlamlı olarak yüksektir (p<0,05).



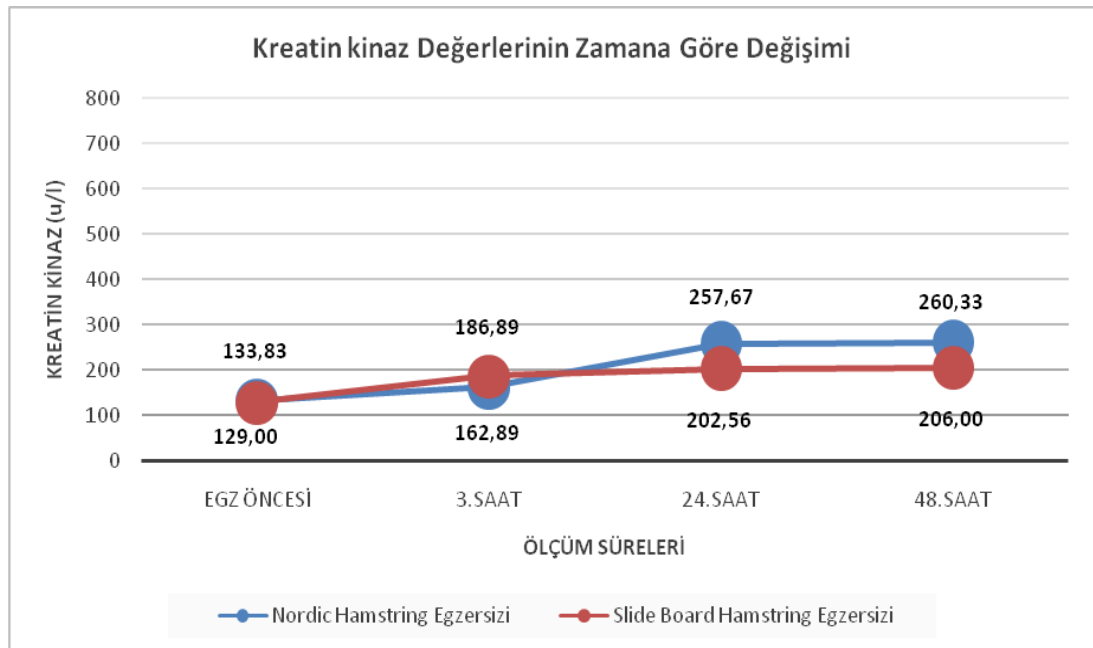
Slide board hamstring egzersizine ait kas enzim değerlerine ait gruplar içi karşılaştırması;

CK enzim değerleri egzersiz sonrası 48. saatte egzersiz öncesine göre anlamlı olarak yükselmiştir ( $p<0,05$ ).

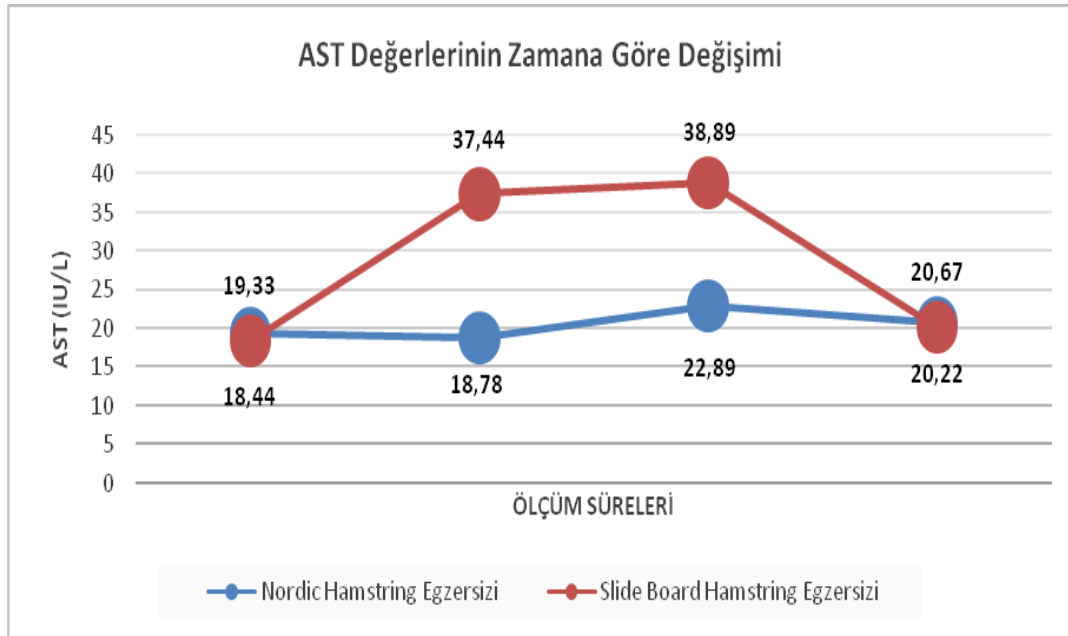
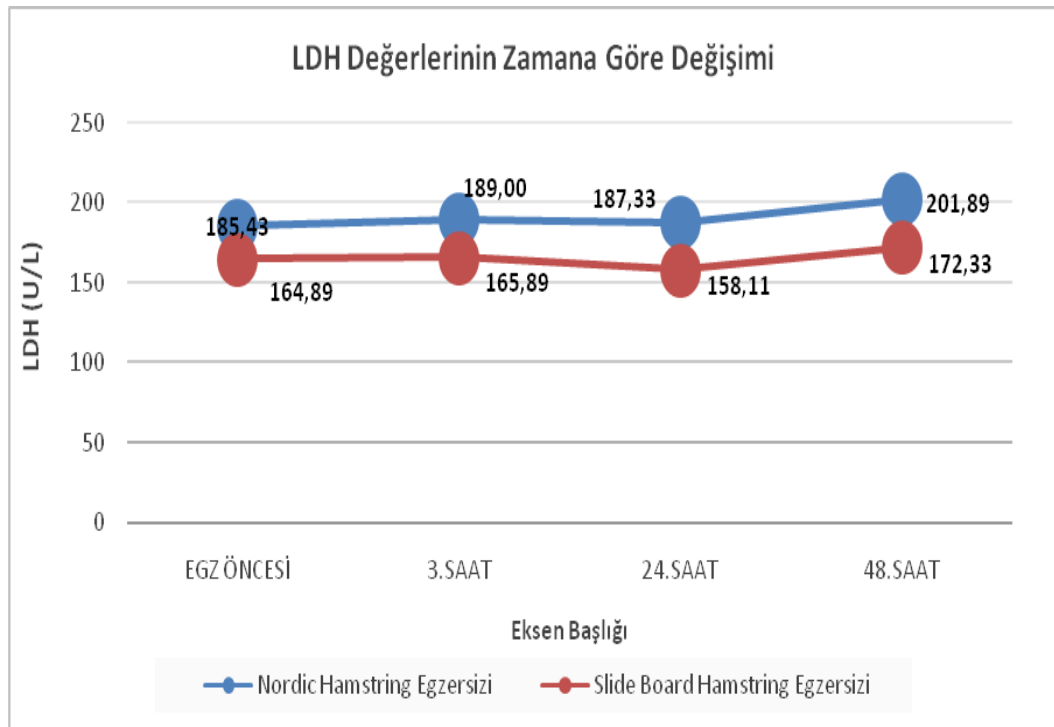
AST değeri egzersiz öncesinde ve sonrasındaki takiplerde anlamlı fark göstermemiştir ( $p>0,05$ ).

LDH değeri, egzersiz sonrası 48. saatte egzersiz öncesine göre anlamlı yükselme göstermiştir ( $p<0,05$ ).

**Grafik 1.1** Katılımcıların Kreatin Kinaz Değerlerinin Zamana Göre Değişimi



**Referans Aralığı:** 1.gün <712 (U/L) altı, 2-6 gün <652 (U/L) altı

**Grafik 2.1** Katılımcıların AST Değerlerinin Zamana Göre Değişimi**Grafik 3.1** Katılımcıların LDH Değerlerinin Zamana Göre Değişimi

## 5. TARTIŞMA

Kas enzimleri, yapılan egzersizin şiddetine ve tipine göre değişim göstermektedir. Bireylerin antrenmanlı ve antrenmansız oluşu bu gibi değişimlerde büyük ölçüde etkilidir. Koruyucu egzersiz olarak kullanılan eksantrik egzersiz olan nordic hamstring egzersizi (NHE) ve slide board egzersizi (SBE)' nin egzersiz öncesi ve sonrası kas enzim parametrelerini nasıl etkilediği araştırılmıştır. Çalışmaya katılan sporcuların yaş, boy, spor yaşı ortalamalarının homojen olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada kas hasarı cevaplarının gruplar arasında incelendiğinde kreatin kinaz (CK) değerinin ve aspartat aminotransferaz (AST) değerinin egzersiz öncesi egzersiz sonrası 3., 24. ve 48. saatlerde gruplar arası karşılaştırılmasında, değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür. Ancak değerlerin egzersiz sonrası 3, 24 ve 48 saatlerde devam ettiği gözlemlenmiştir. Laktat dehidrogenaz (LDH) değerinin ise gruplar arası karşılaştırmada egzersiz öncesi dönemde grupların arasında anlamlı olarak istatistiksel fark göstermediği, ancak egzersizden sonra 3. ve 48. saatlerde NHE grubunda istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olduğu tespit edilmiştir. Egzersizden hemen sonra ölçülen laktat değerinin gruplar arası karşılaştırmada anlamlı fark göstermemektedir. Kan enzim değerlerinin gruplar içi karşılaştırılmasında NHE' nde CK enzim değerinin egzersiz öncesi ve sonrası 3. saatle egzersiz öncesi ve sonrası 48. saatler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir artışın olduğu görülmüştür. AST enziminde egzersiz öncesi ve sonrası 24. saatle, egzersiz sonrası 3. saat ve 24. saatler arasında anlamlı farkın olduğu bulunmuştur. LDH sonuçlarına göre sadece egzersiz sonrası 24 ve 48 saatler arasında anlamlı bir farkın olduğu tespit edilmiştir. SBE' de ise CK enziminde egzersiz öncesi ve sonrası 48. saatler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğu tespit edilmiştir. AST değeri egzersiz öncesinde ve sonrasındaki takiplerde anlamlı fark göstermemiştir. LDH değeri, egzersiz öncesi ve sonrası 48. saatler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir artış olduğu tespit edilmiştir. Literatürde NHE ve SBE' ni kas hasarı açısından birebir karşılaştıran bir başka çalışmanın olmadığı görülmüştür. Bu açıdan bakıldığında çalışmamızın özgün bir çalışma olduğu söylenebilir.

Kas enzim değerlerinin gruplar arası karşılaştırmada CK ve AST değerinde fark çıkmaması ama her iki değerinde 24 saatte pik seviyeye ulaşması çalışmamızın literatürdeki diğer çalışmaları destekler niteliktedir. CK ve LDH kasta enerji üretimi açısından önemlidir. Bu enzimler hücrede bulunurlar. Enzimlerin kanda bol miktarda bulunması kas hücre zarının bir miktar hasara uğramış olduğunu göstermektedir. Yoğun antrenmanlardan sonra bu enzimlerin kan düzeylerinin 2 veya 10 kat yükseldiği bildirilmektedir (Wilmore, 2004). Alomar vd (2018) yapmış oldukları çalışmada 6 set 12 tekrardan oluşan nording hamstiring egzersizi sonucunda serum CK değerlerinde 48. ve 72. saatlerde anlamlı bir artış gözlemlenmiştir. Bu çalışmanın sonuçları, yapmış olduğumuz çalışma sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. Alexandre vd (2009) yapmış oldukları çalışmada, yoğunluğu yüksek eksantrik kasılmalardan oluşan pliometrik antrenman protokolü uygulamış ve egzersizden sonra, 24, 48 ve 72 saatlerden sonra ölçümler yapılmıştır. Bu ölçümler sonucu egzersizden hemen sonra yükselmeye başlayan CK değerlerinin 48 saat sonraki ölçümlerde yükselmiş olduğu gözlemlenmiş, 24 saat ve 48 saat sonraki ölçümlerde istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu bildirilmiştir.

Yapılmış olan başka çalışmada, 9 gönüllü deneğe tek kolla 12 eksantrik maksimal kasılma, çalışma yapılmayan kol ile 100 defa izokinetik kasılma yaptırılmıştır. Çalışma iki hafta ara ile uygulanmış, eksantrik kasılma ile yapılan çalışma izometrik kasılma ile yapılan çalışmaya oranla daha yüksek kreatin kinaz aktivitesi gözlemlenmiştir (Nosaka ve Clarkson, 1997). Egzersiz sonrasında yükselen kreatin kinazın pik zamanı egzersizin şiddetine, türüne ve süresine bağlı olarak değişmektedir. Diğer çalışmalarda ise pik zamanı ile ilgili değişik sonuçlar elde edilmiştir. Yapılan egzersizden 2 veya 4 gün sonra CK değerinin en yüksek seviyesine geldiği bildirilmiştir (Smith ve Miles, 2000).

Ayrıca çalışmanın CK enzimi sonuçları toparlanma süreleri açısından Nosaka ve Clarkson (1992)' un yapmış olduğu çalışmada maksimal izometrik güç, dirsek açısı, kas ağrısı ve kreatin kinaz düzeylerinin belirlenmesinin amaçlandığı dirsek fleksiyonu hareketinin eksantrik kısmının yapıldığı çalışma, Jamurtas vd (2005)' nin yapmış oldukları çalışmada benzer şiddette eksantrik egzersiz sonrası bacak ve kolda oluşan kas hasarının karşılaştırılmasını amaçladıkları submaksimal iş yüküyle eksantrik diz ekstansiyonu ve dirsek fleksiyonu hareketi yaptırdıkları çalışma ve Bruunsgaard vd (1997)' nin yapmış oldukları çalışmada egzersiz sonrası yükselen sitokin düzeyi ve kas hasarının belirlenmesini amaçladıkları kas hasarıyla ilgili yaptığı çalışmalarla paralellik göstermektedir.

Literatüre bakıldığında yapılan çalışmalarda, CK değerinin egzersizden 1 veya 5 gün içinde en yüksek seviyesine geldiği görülmektedir (Staron ve Hikita 2000, Akyüz 2007). Konuyla ilgili yapılan bir çalışmada, bacak direnç çalışmalarından sonra CK değerindeki yükseliş 3. gün ve 4. gün pik seviyesine ulaştığı tespit edilmiştir (Vincent ve Vincent 1997). Clarkson vd (1986) uyguladıkları çalışmada, yaşlı ve genç kadınların bacak fleksörlerine eksentrik kasılma uygulanmış ve CK seviyelerine bakılmıştır. Genç kadınlarda CK seviyesi düşerken, yaşlı kadınlarda CK seviyesinin 5. günde de korunduğu rapor edilmiştir. Clarkson vd (1992) yapmış oldukları çalışmada, serum kireatin kinaz değerlerinin uzun zamanlı egzersiz sonucunda artış gösterdiği, 1 veya 2 gün sonra en yüksek değerine ulaştığı tespit edilmiştir. Akyüz (2007)' de yapmış olduğu çalışmada, deneklerin total CK, CK-MB, CK-MM değerlerinde olduğu gibi devre arasında ve maç sonrasında anlamlı şekilde artış gösterdiği ve müsabaka süresince kas hasarının olduğu gözlemlenmiştir.

Güzel vd (2007)' nin yüksek ve düşük yoğunluktaki 2 farklı direnç egzersiz antrenmanı yaptırdıkları çalışmada, her iki grubun kreatin kinaz değerinde antrenmandan hemen sonra anlamlı bir artış olduğu ve bu artışın 48 saat boyunca devam ettiği, 72 saat sonra ise antrenman öncesindeki seviyeye döndüğünü tespit etmişlerdir. Yüksek ve düşük yoğunlukta yapılan direnç egzersizleri arasında anlamlı fark bulunamamıştır.

Kas hasarı en çok eksantrik kas kasılmalarının görüldüğü çalışmalarda sarkolemma üzerindeki mikroskobik yırtılmalarla ortaya çıkmaktadır. Mikroskobik yırtılmalar sonucunda kas içindeki enzimler dolaşıma katılmaktadır. Kanda bulunan enzimlerin miktarı kas hasarını dolaylı olarak ölçülmesini sağlamaktadır. Baylan (2014) yapmış olduğu çalışmada, grup ayırt etmeksizin tüm sporcuların tenis turnuvası süresince LDH değerlerine bakılmış ancak anlamlı bir artış görülmemiştir ( $p < 0.05$ ). Andelkoviç vd (2015) ile Aquino vd (2016); genç futbolcularda periyodlanmış 24 haftalık antrenman programı ile kas hasarının dolaylı belirteçleri üzerine, futbolcuların teknik yetenekleri üzerinde durarak yaptıkları çalışmalarında; CK ve LDH'in plazma aktivitesinde büyük azalma gösterdiğini tespit etmişlerdir. Wiacek vd (2011) genç elit futbolcularda 12 haftalık bireysel antrenman ile fizyolojik parametrelerin değişimiyle ilgili yaptıkları çalışmada, LDH ve CK aktivite düzeylerinin arttığını bildirmişlerdir. Amerikan futbolu gibi takım sporu yapanlarda ise maçtan 18-20 saat sonraki değerler maç öncesi LDH konsantrasyonuna göre %11'lik artış göstermiştir (Kraemer vd 2009). Suziki vd (2006) yapmış oldukları çalışmada, Ironman yarışmasından sonra LDH değerlerinde anlamlı bir artış meydana geldiğini rapor etmiştir. Trevor vd (2001)' nin yapmış oldukları

çalışmada, 22 erkek kolej öğrencileri üzerinde yaptıkları 7 gün boyunca eksantrik egzersiz sonucunda LDH düzeylerinin 4. günde pik seviyesine ulaştığını belirtmişlerdir.

Su vd (2001)' nin yapmış oldukları çalışmada, 8 kadın ve 16 erkek judo sporcusuna yaptırılan 5 haftalık antrenman sonunda, AST ve ALT değerlerinde artış olduğunu bildirmişlerdir. Saka (2005) yapmış olduğu bir çalışmada, yaş ortalaması 25 olan, 12 erkek sedanter deneğe yaptırdığı akut çalışma sonrasında, ALT ve AST değerlerinde, istatistiksel olarak anlamlı bir artış tespit etmiştir ( $p < 0.05$ ). Literatürdeki araştırmalar incelendiğinde; bazı çalışmaların sonuçlarının farklılık gösterdiği görülmüştür. Fakat bu araştırmalar, uzun vadede elde edilen sonuçlardır. Mashiko vd (2004)' nin yapmış oldukları çalışmada, sporculara uygulanan 20 günlük kamp dönemi içinde uygulanan antrenman programı sonrasında, ALT ve AST düzeylerinde anlamlı artış gözlemlenmiştir. Kaynar vd (2016) yaptıkları çalışmada, 15-46 yaş arası kick boks sporuyla uğraşan gönüllü 23 sporcu ve uygulamış oldukları GGT, ALT ve AST değerlerinin antrenmandan sonra istatistiksel açıdan anlamlı artış bulmuşlardır. Clarkson vd (2006) yapmış oldukları çalışmada, maksimal eksantrik egzersizin dirsek fleksörü kası üzerindeki kas hasarı belirleyicileri olan LDH, CK, ve ALT, AST değerlerini incelediklerinde, egzersiz sonrası değerlerin önemli şekilde yükseldiğini bildirmişlerdir.

NHE ve SBE gruplarının egzersiz sonrası yapılan laktat ölçümleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmemiştir. Laktat seviyesi, dinlenme halindeki insanın kanında 0,5-1 mmol olarak kanda bulunur. Limit olarak da 4 mmol (1 litre kanda 4 mmol) seviyesi, çoğu insanda anaerobik eşik olarak kabul edilir (Kalaycıoğlu vd 2000). Laktik asit teorisi, laktik asidin egzersizden sonra da üretilmeye devam ettiği varsayımına dayanmaktadır. Metabolik atık ürün birikiminin, zararlı uyarılara ve ilerleyen zamanda ağrı algısına neden olduğu düşünülmektedir (Gulick ve Kimura, 1996). Schwane vd (1983) yapmış oldukları çalışmada, laktik asit seviyeleri, egzersizi takiben 1 saat içinde egzersiz öncesi seviyesine geri dönmüştür. Yokuş aşağı koşudan önce, sırasında ve 72 saat sonra ölçülen kan laktat seviyeleri ile ağrı hissi arasında ilişki göstermediğini bildirmişlerdir.

## 6. SONUÇ

Bu çalışmada futbolcularda yapılan iki farklı eksantrik hamstring egzersizinin kas hasarı cevaplarının gruplar arasında incelendiğinde kas enzimlerinden kreatin kinaz (CK) değerinin ve aspartat aminotransferaz (AST) değerinin egzersiz öncesi egzersiz sonrası 3., 24. ve 48. saatlerde gruplar arası karşılaştırılmasında değerlerde istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür. Ancak değerlerin egzersiz sonrası 3., 24. ve 48. saatlerde yükseldiği gözlemlenmiştir. Kan enzim değerlerinin gruplar içi karşılaştırmasında NHE' nde CK enzim değerinin egzersiz öncesi ve egzersiz sonrası 3. saat ile egzersiz öncesi ve egzersiz sonrası 48. saatler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir artış bulunmuştur. AST enziminde egzersiz öncesi ve egzersiz sonrası 24. saat ile egzersiz sonrası 3. ve 24. saatler arasında anlamlı fark tespit edilmiştir. LDH sonuçlarına göre sadece egzersiz sonrası 24. ve 48. saatler arasında anlamlı bir fark görülmüştür. SBE' de ise CK enziminde egzersiz öncesi ve egzersiz sonrası 48. saatler arasında istatistiksel anlamlı bir artış olduğu tespit edilmiştir.

Bu çalışmada; spor branşlarında kullanılan eksantrik egzersizlerden NHE ve SBE' nin kas hasarı oluşturması açısından kas enzimleri değerlendirilmiştir. Kas enzim değerlerinin egzersizden 3, 24 ve 48 saat sonrada yükselmeye devam ettiği görülmüştür. Kas enzim düzeylerinin ilgili referans aralığının altında kalması ve grupların birbirine göre fark yaratmaması nedeni ile kas hasarı yaratmadığı görülmüştür. Her iki egzersiz de antrenörlerin antrenman planlanmasında yüklenme ve toparlanma sürecinde sporcuların performans tespiti ve sakatlık sonrası rehabilitasyon evrelerinde pozitif etkiler sağlaması açısından alana katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

## 7.ÖNERİLER

1. Farklı eksantrik egzersizler ve set sayısı artırılıp uygulanarak sonuçlar karşılaştırılabilir.
2. Farklı dayanıklılık testleri uygulanarak sonuçlar karşılaştırılabilir.
3. Kas enzim ölçümleri farklı branş sporcularında da uygulanabilir.
4. Yaptığımız çalışma cinsiyet veya yaş grupları değiştirilerek cinsiyet ve yaş farklılıklarında değişen kas enzim düzeyleri karşılaştırılabilir.
5. Bu çalışmaya, daha detaylı ve ayrıntılı biyokimyasal testler eklenerek uygulanabilir.



## 8.KAYNAKLAR

Adams JE, Abendschein DR, Jaffe AS. Biochemical markers of myocardial injury. *is MBcreatin kinase the choice for the 1990 Circulation*, 1993; 88: 750-763.

Akgün N. Egzersiz Fizyolojisi. *Ege Üniversitesi Basımevi*, İzmir, 1992; 4. Baskı

Akgün N. Egzersiz Fizyolojisi. *Gökçe Ofset Matbaacılık*, Ankara, 1989.

Aktümsek A. Anatomi ve Fizyoloji İnsan Biyolojisi. *Nobel Yayın*, Ankara, 2012.

Akyüz M. Müsabaka sürecinde erkek futbolcularda oluşan kas hasarı. **Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü**, 2007; 76.

Alexandre E E, Rodrigo L D R, Pierre A S, André N. M, Rafael P& Marco M. Laboratory Of Physiology And Biokinetics Unig, Itaperuna Rj Laboratory Of Anatomy Unig, Itaperuna Rj, Brasil. *Drop Jump And Muscle Damage Markers- Serbian Journal Of Sports Sciences Short Communication*.2009; 3(2)

Alomar X, Balius R, Cadefau JA, Carmona G, Cussó R, Guerrero M, Idoate F, Mendiguchía J, Nescolarde L, Padullés JM, Padullés X, Rodas G, Serrano D, Yanguas X. Characterization of acute effects of eccentric exercises on hamstring muscles by MR techniques, localized bioimpedance and creatine kinase. Clínica Creu Blanca; Centre d'Estudis de l'Alt Rendiment Esportiu – Consell Català de l'Esport; Institut Nacional d'Educació Física de Catalunya; Universitat de Barcelona. *Clínica San Miguel; Zentrum; Universitat Politècnica de Catalunya; Futbol Club Barcelona, IP* 2018

Andelković M, Baralić I, Dordević B, Stevuljević JK, Radivojević N, Dikić N, Skodrić RS, Stojković M. Hematological and biochemical parameters in elite soccer players during a competitive half season. *J Med Biochem* 2015; 34:460-466.

Aquino RLQT, Cruz Gonçalves LG, Palucci Vieira LH, Oliveira LP, Alves GF, Pereira Santiago PR, and Puggina EF. Periodization training focused on technical-tactical ability in young soccer players positively affects biochemical markers and game performance. *J Strength Cond Res* 2016; 30(10):2723-2732.

Arnason A, Andersen T, Holme I, Bahr R. Prevention of hamstring strains in elite soccer: an intervention study. *Scandinavian Journal of Medicine and Sports* 2008; 40–48

Askling C, Tengvar M, Thorstensson A. Acute hamstring injuries in Swedish elite football: a prospective and randomised controlled clinical trial comparing two rehabilitation protocols. *Br J Sports Med* 2013; 47,953–9.

ASLAN D. Klinik kimyada temel ilkeler. **Palme Yayıncılık Ltd. Sti.** Ankara, 2005;44-159

Aslan D. Klinik kimyada temel ilkeler. **Palme Yayıncılık Ltd. Sti. Ankara** 2005; 44-159.

Baird MF, Graham SM, Baker JS, Bickerstaff GF. Creatine-kinase and exercise-related muscle damage implications for performance and recovery. **J Nutr Metab** 2012; 960363.

Baylan N. Genç tenis oyuncularının tekler tenis turnuvası süresince kas hasarı, toparlanma ve performans parametrelerinin incelenmesi. **Marmara Üniversitesi Tez Koleksiyonu, 2014**

Bernard J H. Clinical Diagnosis and Management by Laboratory Methods. **Philadelphia: W. B. Saunders Company, 2001**

Black HR, Qualich H, Gareleck CB. Racial Differences In Serum Creatin Kinase Levels. **Ame J. Med** 1983; 81: 478-487.

Brooks J.H.M, Fuller, C.W, Kemp S.P.T, Reddin D.B. Incidence, risk and prevention of hamstring muscle injuries in professional rugby union. **American Journal of Sports Medicine** 2006; 34, 1297–1306.

Brucker P.U, Imhoff A.B. Functional assessment after acute and chronic complete ruptures of the proximal hamstring tendons. **Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc**, 2005; 13(5): 411-8.

Bruunsgaard H, Galbo H, Halkjaer-Kristensen J, Johansen T L, MacLean D A, Pedersen B K. Exercise-Induced Increase in Serum Interleukin-6 in Humans is Related to Muscle Damage. **J of Phys** 1997; 499 (3): 833-841.

Canbolant S. Geçirilmiş miyokard infarktüslerinde ürik asit seviyeleri. **Uzmanlık Tezi, Haseki Eğitim ve Araştırma Hastanesi, İstanbul** 2006; 62

Castagna C, Impellizzeri FM, Chamari K, Carlomagno D, Rampinini E. Aerobic fitness and Yo-Yo continuous and intermittent tests performances in soccer players: A correlation study. **J Strength Cond Res** 2006; 20: 320-325

Chaalali A, Rouissi M, Chtara M. Agility training in young elite soccer players: **Promising Results Compared To Change Of Direction Drills. Biol Sport** 2016; 33(4):345–351

Cheung K, Hume P, Maxwell L. Delayed onset muscle soreness: Treatment strategies and performance factors, **Sports Med** 2003; 33(2):145-64

Clarkson P M, Byrnes Wc, McCormick Km, Turcotte LP, White JS. Muscle Soreness And Serum Creatine Kinase Activity Following Isometric, Eccentric, And Concentric Exercise. **Int J. Sports Med** 1986;7(3), p. 152–51

Clarkson PM, Nosaka K, Braun B. Muscle Function After Exercise-Induced Muscle Damage And Rapid Adaptation. **Medicine And Science in Sports And Exercise** 1992; 24(5), Pp.512-520

Clarkson P, Kearns K.A, Rouzler P, Rubin R, Thompson D.P. Serum creatine kinase level and function measures in exertional muscle damage. **MedSci Sports Exerc** 2006; 38(4), p. 623-627

Cowel J.M. The future of nursing and school nursing. **The journal of school nursing** 2012; 28, 88

Daly C, McCarthy, P.U, Twycross-Lewis R, Woledge R.C, Morrissey D. The biomechanics of running in athletes with previous hamstring injury: a case-control study. **Scand J Medsci Sports** 2015; 12464

Duman C, ve Erden B.F, Kocaeli Birinci Basamak Sağlık Hizmetlerine Yönelik Biyokimyasal Laboratuvar Verilerinin Kısa Yorumu, **Kocaeli Ü. Tıp Fak. Biyokimya Ad** 2004; Cilt 13. Sayı 7. 256

Ekstrand J, Hagglund M, Walde M. Epidemiology of muscle injuries in Professional soccer. **Am J Sports Med.** 2011;39(6):1226-1232.

Friden J., Liyeber R.L., Eccentric exercise-Induced Injuries To Contractile and Cytoskeletal Muscle Fibre Components. **Acta Physiol Scan** 2001; 171(3), 321-326

Erdoğan M. Farklı Isı Koşullarında Uygulanan Dayanıklılık Çalışmasının Kas Hasarı ve Performans Üzerine Etkileri. **Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara, 2009**

Ergen E. Egzersiz Fiziyojisi, **3. Baskı, Ankara** 2002; 1-71.

Ergen E, Demirel H, Gune R, Turnagöl H, Başoğlu S, Zergenoğlu A.M, Ulkar B. Egzersiz Fiziyojisi. **Nobel Yayın Dağıtım, Ankara, 2002**

Finsterer J. Biomarkers of peripheral muscle fatigue during exercise. **BMC Musculoskelet Disord** 2012;13(1):218

Fox K, Ford I, Steg P.G, Tendera M, Robertson M, Ferrari R. Beautiful investigators. Relationship between ivabradine treatment and cardiovascular outcomes in patients with stable coronary artery disease and left ventricular systolic dysfunction with limiting angina: A subgroup analysis of the randomized, controlled beautiful trial. **Eur. Heart J.** 2009; 30, 2337-2345

Friden J, Liyeber R.L. Eccentric Exercise-Induced Injuries To Contractile and Cytoskeletal Muscle Fibre Components. **Acta PhysiolScan**, 2001; 171(3), 321-326

Gök H. Akut Miyokard infarktüsü. **Klinik Kardiyoloji**, 2. baskı, İstanbul, 2002; 273-321

Gulick DT, Kimura IF. Delayed onset muscle soreness: what is it and how do we treat it. **Journal of Sport Rehabilitation** 1996; 5(3):234-43.

Günay M, Tamer K, Cicioğlu İ. Spor Fiziyojisi ve Performans Ölçümü. **Gazi Kitabevi, Ankara, 2005**

Günay M, Tamer K, Cicioğlu İ. Spor Fiziyojisi ve Performans Ölçümü. **Gazi Kitabevi, Ankara, 2010**

Günay M, Yüce İ.A. Futbolda Antrenmanın Bilimsel Temelleri, **Seren Matbaacılık, Ankara, 1996**

Günay M, Tamer K, Cicioğlu İ. Spor fizyolojisi ve performans ölçümü. **Gazi Kitapevi**, Ankara, 2006

Gürdöl F. Biyokimya, **Nobel Tıp Kitapevleri**, 3.Baskı, İstanbul, 2017

Güzel NA, Hazar S, Erbaş D. Effects of Different Resistance Exercise Protocols on Nitric Oxide, Lipid Peroxidation and Creatine Kinase Activity In Sedantary Males. **Journal of Sports Science and Medicine** 2007; 6: 417-422.

Hazar S. Egzersize Bağlı skelet ve Kalp Kası Hasarı, **Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi** 2004; 2(3):119-126

Hody S, Rogister B, Leprince P, Wang F, Croisier JL. Muscle fatigue experienced during maximal eccentric exercise is predictive of the plasma creatine kinase (CK) response. **Scand J Med Sci Sports** 2013; 23(4):501-7

Horst N, Smits D, Petersen J, Goedhart E, Backx F. The preventive effect of the nordic hamstring exercise on hamstring injuries in amateur soccer Players: A Randomized Controlled Trial. **Am J Sports Med** publis hedon line March 2015; 20.

Howatson G, Van S. Ice massage: Effects on exercise-induced muscle damage. **Jof Sports Med Phys Fitness** 2003; 43:500-5

Jack HW, David L, Costill W, Larry K. Phsiology Of Sport And Exercise. **Human Kinetics** 2008; 5.Edition, Pp.213–219

Jack T, Hickey PF, Hickey NM, Ryan G, Timmins D, Williams, Christian A, Pitcher David A.Opar. A Nove IApparatus to Measure Knee Flexor Strength During Various Hamstring Exercises: A Reliability and Retros pective Injury Study. **Journal of Orthopa edic& Sports Physical Therapy** 2018; 48:2, 72-80

Jamurtas AZ, Theocharis V, Tofas T, Tsiokanos A, Yfanti C, Paschalis V, Koutedakis Y, Nosaka K. Comparison Between Leg and Arm Eccentric Exercises of the Same Relative Intensity on Indices of Muscle Damage. **Eur J Appl Phys** 2005; 95 (2): 179-185

John B, Henry JB. Clinical diagnosis and management by laboratory methods, W.B. **Saunders Company** 2001; 20th Ed.

Kalaycıoğlu L, Serpek B, Nizamlıoğlu M, Başpınar N, Tiftik A.M. **Biyokimya, Nobel Yayın Dağıtım Ltd. Şti.** Ankara, 2000

Kaynar Ö, Öztürk N, Kıyıcı F, Baygutalp N, Bakan E. Kick Boks Sporcularında Kısa Süreli Yoğun Egzersizin Karaciğer Enzimleri ve Serum Lipit Düzeyleri Üzerine Etkileri. **Dicle Medical Journal** 2016; 43 (1): 130-134

Kenney WL, Wilmore JH, Costill DL. Physiology of Sport and Exercise, **Human Kinetics**, USA ,2012

Kılıç T. Basketbol Turnuvasının Kas Hasarı ve Toparlanma Süresine Etkileri. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, Doktora Tezi. **Gazi Üniversitesi**, Ankara, 2010

Knitter AE, Panton L, Rathmacher JA, Petersen A, Sharp R. Effects of b-hydroxy-methylbutyrate on muscle damage after a prolonged run. **J Appl Physiol**, 2000; 89,1340-1344

Koç E, Dursun A.D, Gökçe E. Ratlarda Farklı Eğimlerdeki Eksantrik Egzersizin Kas Hasarına Etkisi. **Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri**, Ankara, 2015

Koutures C.G, Gregory A.J. Injuries in youth soccer. **Pediatrics**, 2010; 125(2),410-414.

Kreamer WJ, Spiering BA, Volek JS, Martin GJ, Howard RL, Ratamess NA, Hatfield DL, Vingreb JL, Yu ho J, Fragala MS, Thomas GA, French DN, Anderson JM, Kkinen KH, Maresh CM. Recovery from national collegiate athletic association division football game: muscle damage and hormonal status. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 2009; 23(1)/2–10

Kurdak S. Sporda Doping ve İlaç Kullanımı. **Bağırhan Yayınevi**, Ankara, 1998

Lastayo P.C, Woolf J.M, Lewek M.D, Snyder-Mackler L, Reich T, Lindstedt S.L. Eccentric muscle contractions: their contribution to injury, prevention, rehabilitation, and sport. **J Orthop Sports Phys Ther**, 2003; 33, 557– 571

Lieber RL. Biomechanical response of skeletal muscle to eccentric contractions. **Journal of Sport and Health Science**, 2018; 7(3): 294-309

Lott JA, Stang JM. Serum Enzymes And Isoenzymesin The Diagnosis And Differential Diagnosis Of Myocardinal. **Ischemia And Necrosis. Clin. Chem**, 1980; 26;p.1241–1250

Mashiko T, Umeda T, Nakaji S, Sugawara K. Effects of exercise on the physical condition ofcollege rugby players during summer training camp, **Br J Sports Med** 2004; 38.186–190

Moat SJ, Korpimaki T, Furu P, Hakala H, Polari H, Meriö L, Mäkinen P, Weeks I. Characterization of a blood spot creatine kinase skeletal muscle isoform immunoassay for high-throughput newborn screening of duchenne muscular ystrophy. **Clin Chem** 2017; 63.908-914

Murray RK, Granner DK, Mayes PA, Rodwel VW. Harper“in Biyokimyası. **İstanbul 24.Baskı, Barış Kitabevi** 1998; p. 24–68

Murray RK, Granner DK, Mayes PA, Rodwel VW. Harper'in Biyokimyası. **24. Baskı, Barış Kitabevi, İstanbul** 1998; 24-68.

Newham DJ, Jones DA, Edvards RH. Plasma Creatine Kinase Changes after Eccentric and Concentric Contractions, **Muscle Nevre** 1986; 9(1), 595-63

Nosaka K, Clarkson PM. Influence Of Previous Concentric Exercise On Eccentric Exercise–Induced Muscle Damage, **J Sports Sci**. 1997; 15(5), 477-83

Nosaka K, Clarkson PM. Muscle Damage Following Repeated Bouts of High Force Eccentric Exercise. **Med and Sci in Sp and Ex** 1995; 27 (9):1263-1269.

Noyan A. Yaşamda ve Hekimlikte Fizyoloji. **Ankara: Palme Yayıncılık**, 2011

Onat T, Emerk K, Sözmen E.Y, İnsan Biyokimyası. **Palme Yayıncılık**, 2. Baskı, Ankara, 2006

Opar D.A, Williams M.D, Timmins R.G, Hickey J, Duhig S.J, Shield A.J. Eccentric hamstring strength and hamstring injury risk in Australian footballers. **MedSci Sports Exerc.** 2015; 47(4):857–65.

Otağ A. Isınma Egzersizlerinin Amatör Erkek Sporcular ve Sedanterlerde Pro-İnflamatuar, Anti-İnflamatuar Sitokinler ile Kas Hasarı Belirteçleri Üzerine Olan Etkileri. **Doktora Tezi, Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas**, 2011

Özkara A. Futbolda Testler. **İlksan Matbaacılık**, Ankara, 2002

Petersen J, Thorborg K, Nielsen M.B, Budtz-Jørgensen E, Holmich P. Preventive effect of eccentric training on acute hamstring injuries in men's soccer. **Am J Sports Med** 2011; 39: 2296–2303.

Pınar L. Sinir ve Kas Fizyolojisi Temel Bilgileri. **Efil Yayınevi**, Ankara, 2010

Porela P, Helenius H, Pulkki K, Peltola O, Hanninen K, Pettersson K. Cardiac decompensation during an ischemic event weakens the predictive power of myocardial injury markers. **Clin Chim Acta.** 2000; 302(1-2):133-44

Presland J, Timmins G, Bourne M, Williams M, Opar D. The effect of Nordic hamstring exercise training volume on biceps femoris long head architecture. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports** 2018; 28:7, 1775-1783

Prou E, Guevel A, Benezet P, Marini J F. Exercise-Induced Muscle Damage: Absence Of Adaptive Effect After A Single Session Of Eccentric Isokinetic Heavy Resistance Exercise. 1999; 39(3), Pp.226-232

Roth SM, Martel GF, Ivey FM, Lemmer JT, Metter EJ, Hurley BF, Rogers MA. High-Volume, Heavy-Resistance Strength Training And Muscle Damage in Young And Older Women. **J Appl. Physiol** 2000; 88 (3), p. 1112–1118

Rouissi M, Chtara M, Owen A, Chaalali A, Chaouachi A, Tim Gabbett & Karim Chamari. Effect of leg dominance on change of direction ability amongst young elite soccer players. **Journal of Sports Sciences** 2016; 34:6, 542-548

Ryan GT, Bourne MN, Hickey JT, Maniar N, Tofari PJ, Williams MD, Opar DA. Effect of Prior Injury on Changes to Biceps Femoris Architecture across an Australian Football League Season. **Medicine & Science in Sports & Exercise** 2012; 44:10, 2109

Saka T. Diz ekstansör ve dirsek fleksör kas gruplarının eksentrik karakterli egzersiz ile oluşturulan kas hasarı yanıtları. **Bursa Uludağ Üniversitesi, Tez**, 2005; 33–39

Schneider CM, Dennehy CA, Rode AJ, Hayward JR. Effects Of Physical Activity on Creatine Phosphokinase And The Isoenzyme Creatine Kinase –MB. **Ann Emerg Med** 1995; 25(4), 520-524

Schwane JA, Jonson SR, Vandenakker CB, Armstrong RB. Delayed- Onset Muscular Soreness And Plasma Cpk And Ldh Activities After Downhill Running. **Medicine And Science in Sports And Exercise** 1983; 15(1), p.51-56

Schwane JA, Watrous BG, Johnson SR, Armstrong RB. Is lactic acid related to delayed-onset muscle soreness. **The Physician and sportsmedicine** 1983; 11(3):124-31

Serrao Fv, Foerster B, Spadan S, Morales Mm, Montei-re-Pedro V, Tanus A, Salvini Tf. Functional Changes Of Human Quadriceps Muscle Injured By Eccentric Exercise. **Braz J Med Res.** 2003; 36 (6); p.781–786

Sevim Y. Antrenman Bilgisi. **Nobel Yayın Dağıtım**, Ankara, 2006; 6. Baskı

Sevim Y. Antrenman Bilgisi. **Gazi Büro Kitapevi**, Ankara, 1995

Smith LL, Miles MP. Exercise Induced Muscle Injury And Inflammation Ed: Garrett J R, Kirkendall DT. Exercise And Sport Science, Lippincott Williams And Wilkins. **Philadelphia** 2000; 401-411

Souglis A, Bogdanis GC, Giannopoulou I, Papadopoulos C, and Apostolidis N. Comparison of inflammatory responses and muscle damage indices following a soccer, basketball, volleyball and handball game at an elite competitive level. **Res Sports Med** 2015, 23.59-72

Sönmez G T. Egzersiz ve Spor Fizyolojisi. **Ata Ofset Matbaacılık, Ankara**, 2002

Staron SR, Hikita S. Muscular responses to exercise and training, exercise and sport science. Garrett JR, Kirkendall DT (Eds). **Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins** 2000

Stolen T, Chamari K, Castagna C, Wisloff U. Physiology of soccer: an update. **Sports Med** 2005; 35, 501-36

Su YC, Lin CJ, Chen KT, Lee SM, Lin JS, Tsai CC. Effects of huangqi jianzhong tang on hematological and biochemical parameters in judo athletes. **Acta Pharmacologica Sinica** 2001; 22(12): 1154-1158

Suzuki K, Peake J, Nosaka K, Okutsu M, Abbiss CR, Surriano R, Bishop D, Quod MJ, Lee H, Martin DT, Laursen PB. Changes in markers of muscle damage, inflammation and HSP70 after an Ironman triathlon race. **Eur J Appl Physiol** 2006; 98.525–534

Taga Y, Aslan D, Güner G, Kutay FZ. Tıbbi Laboratuvarlarda Standardizasyon. 2001

Toklu A. Amatör Futbolcularda Maç Sezonu Süresince Sezon İçeri Antrenman Programının Kas Hasarı Biyokimyasal Parametreler Üzerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, **Balıkesir Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Beden Eğitimi Ve Spor Anabilim Dalı**, Balıkesir, 2018

Totsuka M, Nakaji S, Suzuki K, Sugawara K, Sato K. Break point of serum creatine kinase after the duration of exercise. **J Appl Physiol** 2002; 93,1280-1286.

Trevor C, Chen S, Hsieh S. Effects of a 7-day eccentric training period on muscle damage and inflammation. **Medicine & Science in Sports & Exercise** 2001; p. 1732-1738.

Vincent HK, Vincent KR. The Effect Of Training Status On The Serum Creatine Kinase Response, Soreness And Muscle Function Following Resistance Exercise. **Journal Sports Med** 1997; 18(6), p.431-437

Vural S, Çetin E, Tuzlacı U. Klinik Teşhiste Laboratuar. **Uycan Basım Sanayi**, İstanbul, 1986

Walsh B, Tonkonogi M, Malm C, Ekblom B, Sahlin K. Effect of Eccentric Exercise on Muscle Oxidative Metabolism in Humans. **Med and Sci in Sp and Ex** 2001; 33 (3): 436-441

Wiacek M, Andrzejewski M, Chmura J, Zubrzycki IZ. The changes of the specific physiological parameters in response to 12-week individualized training of young soccer players. **JStrengthConditioning Res** 2011; 25:1514-1521

Wilmore JH, Costill DL. Physiology of Sport and Exercise, Third Edition. **Human Kinetics**, Printed in Hong Kong, 2004

Yapıcı A, Yalçın B. Supramaksimal Eksantrik Kuvvet Egzersizleriyle Dominant Olan Ve Dominant Olmayan Ekstremitelerde Oluşan Kas Hasarının Karşılaştırılması, **İzzet Baysal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri**, 2014

Zainuddin Z, Newton M, Sacco P, Nasoka K. Effects of massage on delaye donset muscles oreness, swelling and recovery of muscle function. **J AthlTrai** 2005; 40: 174-80



## 9. ÖZGEÇMİŞ

Meryem İMER KAPLAN 1995 yılında Denizli' de doğdu. İlk, orta ve lise eğitimini Denizli' de tamamladı. 2013 yılında Pamukkale Üniversitesi Spor Bilimleri Fakültesi Antrenörlük Eğitimi Bölümünü 2017 yılında başarıyla tamamlayıp, 2017 yılında Pamukkale Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Antrenman ve Hareket Anabilim Dalında yüksek lisansa başladı. Pamukkale Üniversitesi Şehit Ömer Halisdemir Spor Bilimleri Araştırma ve Uygulama Spor Merkezinde halen görev yapmaktadır.

**Ek-1.**

Evrak Tarih ve Sayısı: 10/09/2018-E.59404



T.C.  
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ  
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik  
Kurulu

Sayı :60116787-020/59404  
Konu :Başvurunuz hk.

10/09/2018

Sayın Doç. Dr. Ayşegül YAPICI

İlgi :29.08.2018 tarihli dilekçeniz.

İlgi dilekçe ile başvurmuş olduğunuz "**2 Farklı Eksantrik Hamstring Egzersizinin Kas Hasarı Cevapları**" konulu çalışmamız **04.09.2018 tarih ve 17 sayılı** kurul toplantımızda görüşülmüş olup,

Yapılan görüşmelerden sonra, söz konusu çalışmanın yapılmasında **ETİK AÇIDAN SAKINCA OLMADIĞINA**, altı ayda bir çalışma hakkında Kurulumuza bilgi verilmesine oy birliği ile karar verilmiştir.

Bilgilerinizi rica ederim.

Prof. Dr. Tahir TURAN  
Başkan